



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

---

PROPUESTA DE UN MODELO DE TRANSFERENCIA DE  
CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO  
PARA MÉXICO

Autor: Victor Helios Feria Patiño  
Director: Dr. Fernando Jiménez Sáez  
Director: Dr. Antonio Hidalgo Nuchera

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
DOCTOR EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
POR LA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Valencia, España  
MARZO 2009



Fecha: **Marzo 2009**

Autor: **Victor Helios Feria Patiño**

Director: **Dr. Fernando Jiménez Sáez**

Director: **Dr. Antonio Hidalgo Nuchera**

Título: **Propuesta de un Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico para México**

Departamento: **Proyectos de Ingeniería**

Universidad: **Universidad Politécnica de Valencia**

Grado: **Doctor**

Mes: **Marzo**

Año: **2009**

---

Firma del Autor



*A mi familia.*



# Índice general

<b>Índice de Cuadros</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen</b>	<b>xi</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiii</b>
<b>Resum</b>	<b>xiv</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>xv</b>
<b>Introducción</b>	<b>xvii</b>
Motivación y Objetivos de la Tesis . . . . .	xx
Estructura de la investigación . . . . .	xxii
<b>I Transferencia de conocimiento. Estado del arte.</b>	<b>1</b>
<b>1. La Gestión del Conocimiento Científico Tecnológico.</b>	<b>3</b>
1.1. La relevancia del conocimiento . . . . .	3
1.2. Aspecto conceptual del conocimiento . . . . .	4
1.3. Naturaleza y creación del conocimiento . . . . .	11
1.4. La gestión del conocimiento . . . . .	17
1.5. El conocimiento como bien intangible . . . . .	22
1.6. La importancia del capital intelectual . . . . .	24
1.7. El capital intelectual de las naciones . . . . .	26
1.8. La economía basada en el conocimiento (EBC) . . . . .	29
1.9. La economía basada en el aprendizaje (EBA) . . . . .	31
<b>2. Los sistemas nacionales de innovación (SNI)</b>	<b>37</b>
2.1. La innovación basada en el conocimiento . . . . .	37
2.2. Aspecto conceptual de la innovación . . . . .	41
2.3. Modelos del proceso de innovación . . . . .	44
2.4. Aproximación inicial a los sistemas de innovación . . . . .	51
2.5. Los sistemas de innovación (SI) . . . . .	55

2.6. Los sistemas nacionales de innovación (SNI) . . . . .	57
2.7. Perspectivas de análisis del SNI . . . . .	60
2.8. La gestión de la innovación en los SI . . . . .	65
2.9. Estudios acerca de los SNI . . . . .	73
2.10. Enfoques representativos del SNI . . . . .	76
<b>3. La transferencia de conocimiento científico - tecnológico (TC)</b>	<b>81</b>
3.1. La contribución de los SNI a la TC . . . . .	81
3.2. La importancia de la TC . . . . .	82
3.3. Los flujos de conocimiento en los SNI . . . . .	82
3.4. La colaboración dentro de los SNI . . . . .	93
3.5. La cooperación Universidad-Empresa . . . . .	97
3.6. Otros enfoques representativos de colaboración . . . . .	107
3.6.1. Las organizaciones de soporte tecnológico. . . . .	112
3.7. El papel de la Administración Pública en la innovación y la TC . . . . .	115
<b>II Estudio de la transferencia de conocimiento.</b>	<b>129</b>
<b>4. El Sistema de Ciencia y Tecnología en México</b>	<b>131</b>
4.1. Una aproximación al SNI en México . . . . .	134
4.1.1. Aspectos socioeconómicos . . . . .	134
4.1.2. El ámbito científico . . . . .	137
4.1.3. El ámbito tecnológico y de servicios . . . . .	141
4.1.4. El ámbito empresarial . . . . .	142
4.1.5. El ámbito financiero y de gobierno . . . . .	150
4.1.6. La interacción y la Transferencia de Conocimiento entre los ámbitos del SNI . . . . .	166
<b>5. Enfoque metodológico del estudio de la TC en México</b>	<b>171</b>
5.1. La problemática de la Transferencia de Conocimiento en México . . . . .	171
5.2. De la vinculación a la transferencia de conocimiento . . . . .	172
5.3. Clasificación de los mecanismos de la Transferencia de Conocimiento . . . . .	176
5.3.1. Consultoría, desarrollo e innovación a través de investigación bajo contrato con terceros . . . . .	176
5.3.2. Comercialización de la tecnología generada . . . . .	178
5.3.3. Creación de nuevas empresas de base tecnológica (spin-off) . . . . .	179
5.3.4. Movilidad de profesores e investigadores al sector industrial . . . . .	180
5.3.5. Estructuras de apoyo a los mecanismos de la TC . . . . .	183
5.4. Preguntas de investigación . . . . .	184
5.5. Metodología de investigación . . . . .	186
5.5.1. Contexto de aplicación y selección de los casos . . . . .	189
5.5.2. Técnicas de investigación y recolección de datos . . . . .	192



<b>6. Estudio empírico de la TC en México</b>	<b>195</b>
6.1. Análisis individual de los casos	196
6.1.1. Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ)	199
6.1.2. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)	211
6.1.3. Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C. (LANIA)	221
6.1.4. Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX)	230
6.1.5. Laboratorios Silanes	236
6.1.6. MABE	248
6.1.7. Grupo Industrial Tellería (GIT)	259
6.1.8. Laboratorios Streger	267
6.2. Análisis comparativo de los casos de estudio	271
6.2.1. El proceso de clasificación y categorización	274
6.2.2. Organización y gestión.	278
6.2.3. Investigación, Desarrollo e Innovación.	286
6.2.4. Transferencia de conocimiento Científico-Tecnológico.	300
6.2.5. Motivaciones para la Investigación, Desarrollo, Innovación y la TC.	306
6.3. Modelo propuesto	309
6.3.1. Bases del modelo	309
6.3.2. Modelo conceptual del proceso de transferencia de conocimiento C-T	310
6.3.3. Recomendaciones para la aplicación del modelo	316
6.3.4. Contribuciones del Modelo	319
<b>7. Conclusiones, aportaciones y trabajos futuros</b>	<b>321</b>
7.1. Con respecto al estado del arte	321
7.2. Con respecto a la investigación	322
7.3. Aportaciones	327
7.4. Líneas Futuras de Investigación	328
<b>Anexos</b>	<b>331</b>
Cuestionario a Centros de Investigación	333
Cuestionario a Empresas	341
<b>Bibliografía</b>	<b>349</b>



# Índice de Cuadros

1.1. Dicotomías del conocimiento ordinario y el conocimiento científico . . . . .	8
1.2. Dicotomías del conocimiento. . . . .	13
1.3. Formas en que el conocimiento se encuentra en la organización. . . . .	23
1.4. Tres tipos de activos intangibles. . . . .	25
1.5. Metodología de activos de conocimiento (KAM) . . . . .	28
2.1. Técnicas de gestión de la innovación. . . . .	67
2.2. Ventajas y desventajas de las pequeñas* y grandes empresas . . . . .	71
3.1. Medios a través de los cuales fluye el conocimiento. . . . .	89
3.2. Razones para la cooperación tecnológica. . . . .	99
3.3. Obstáculos a la cooperación. . . . .	102
3.4. Formas de transferencia de tecnología y conocimiento. . . . .	106
3.5. Enfoques representativos de colaboración. . . . .	111
3.6. Actividades de enlace en los procesos de transferencia. . . . .	114
3.7. Prioridades políticas de asignación de recursos a I+D. . . . .	119
3.8. Prioridades políticas de asignación de recursos a I+D. Cont... . . . .	120
3.9. Programas de difusión tecnológica en algunos países de la OECD. . . . .	122
4.1. Características demográficas. . . . .	134
4.2. Indicadores socioeconómicos. . . . .	135
4.3. Principales magnitudes de la actividad en I+D. . . . .	136
4.4. Evolución de la matrícula nacional. . . . .	138
4.5. Evolución de los investigadores en las Universidades Mexicanas. . . . .	139
4.6. Evolución del número de publicaciones del sistema público. . . . .	139
4.7. Participación de las universidades en la actividad investigadora. . . . .	140
4.8. Evolución del número de proyectos de los CPI-CONACYT. . . . .	141
4.9. Importancia relativa de los sectores industriales. . . . .	143
4.10. Contribución de la maquila al sector de la manufactura en México. . . . .	144
4.11. Distribución de las empresas industriales por número de trabajadores. . . . .	145
4.12. Población universitaria ocupada. . . . .	146
4.13. Evolución de gasto en I+D por sectores industriales. . . . .	147
4.14. Indicadores de innovación de la industria. . . . .	148
4.15. Patentes nacionales concedidas a mexicanos por área tecnológica. . . . .	149
4.16. Evolución de la estructura del SNI en México. . . . .	150

4.17. Esquema de financiamiento a la I+D. . . . .	152
4.18. Resultados programa Estímulos Fiscales. . . . .	153
4.19. Impacto de los estímulos fiscales. . . . .	153
4.20. Resultados programa AVANCE. . . . .	154
4.21. Resultados Fondo de Economía. . . . .	155
4.22. Resultados Fondo PYME. . . . .	156
4.23. Resultados de los Fondos Sectoriales y Mixtos. . . . .	157
4.24. Incentivos que promueven comportamientos en los elementos del SNI. . . . .	157
4.25. Objetivos y estrategias del PECYT 2001-2006. . . . .	161
4.26. Reformas para disponer de una política de estado en CyT. . . . .	162
4.27. Reformas para incrementar la capacidad en CyT del país. . . . .	163
4.28. Reformas para incrementar la capacidad competitiva e innovadora de las empresas. . . . .	165
4.29. Distribución presupuestal de los fondos . . . . .	165
4.30. Gasto nacional en CyT 2005. . . . .	166
4.31. Principales actividades de las universidades e institutos de investigación. . . . .	167
4.32. Mecanismos de vinculación y TC de las universidades e institutos de investigación. . . . .	167
4.33. Estructuras de vinculación y TC disponibles en las universidades . . . . .	168
4.34. Acuerdos de cooperación para la innovación . . . . .	168
4.35. Las interacciones dentro del SNI. . . . .	169
4.36. Distribución de los recursos por tipo de acciones. . . . .	170
5.1. Clasificación de los mecanismos de TC en función del papel de la universidad . . . . .	182
5.2. Investigación cualitativa vs. investigación cuantitativa . . . . .	187
6.1. Análisis individual de los casos . . . . .	197
6.2. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	204
6.3. Balance de actividades. . . . .	204
6.4. Producción científica. . . . .	205
6.5. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	215
6.6. Producción científica. . . . .	216
6.7. Mecanismos de TC en el CCADET (UNAM). . . . .	219
6.8. Oferta tecnológica. . . . .	223
6.9. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	224
6.10. Producción científica. . . . .	225
6.11. Medios de cooperación y TC en LANIA. . . . .	228
6.12. Servicios científico-tecnológicos. . . . .	232
6.13. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	232
6.14. Producción científica. . . . .	233
6.15. Medios de cooperación y TC en LATEX. . . . .	234
6.16. Productos. . . . .	238
6.17. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	241
6.18. Indicadores de I+D e innovación del Instituto Bioclón. . . . .	242
6.19. Medios de cooperación y TC. . . . .	245
6.20. Atributos apreciados por el consumidor hispano. . . . .	249
6.21. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	252
6.22. Indicadores de I+D e innovación. . . . .	252
6.23. Medios de cooperación y TC. . . . .	256

6.24. Productos y Servicios SyCSA. . . . .	260
6.25. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	263
6.26. Medios de cooperación y TC. . . . .	266
6.27. Productos. . . . .	267
6.28. Intensidad de las actividades de I+D. . . . .	268
6.29. Medios de cooperación y TC. . . . .	270
6.30. Resumen de los Centros de Investigación. . . . .	272
6.31. Resumen de las Empresas. . . . .	273
6.32. Dimensiones, categorías y subcategorías. . . . .	275
6.33. Las relaciones entre las subcategorías y las categorías. . . . .	277
6.34. Gestión de los centros de investigación . . . . .	282
6.35. Gestión de las empresas . . . . .	284
6.36. Intensidad de las actividades de I+D e innovación desarrolladas por los C.I. . . . .	287
6.37. Modelo de innovación y las actividades de I+D e innovación en los C.I. . . . .	288
6.38. Intensidad de las actividades de I+D e innovación desarrolladas por las em- presas . . . . .	289
6.39. Modelo de innovación y las actividades de I+D e innovación en las empresas . . . . .	290
6.40. Fuentes de información para la gestión de la I+D e innovación en los C.I. . . . .	291
6.41. Fuentes de información para la gestión de la I+D e innovación en las empresas. . . . .	293
6.42. Análisis de las técnicas para la gestión de la I+D e innovación en los C.I. . . . .	294
6.43. Análisis de las técnicas para la gestión de la I+D e innovación en las empresas . . . . .	296
6.44. Análisis de los Medios de Cooperación y TC en los C.I. . . . .	303
6.45. Análisis de los medios de cooperación y TC en las empresas . . . . .	305



# Índice de figuras

1.1. El concepto del conocimiento. . . . .	5
1.2. El proceso de conceptualización del conocimiento . . . . .	10
1.3. De los datos a la acción. . . . .	11
1.4. Espiral de creación de conocimiento organizacional. . . . .	14
1.5. Modelo unificado de creación de conocimiento organizacional. . . . .	16
1.6. De la era agrícola a la era del conocimiento. . . . .	23
2.1. Modelo lineal del proceso innovador . . . . .	45
2.2. Modelo interactivo de la Innovación. . . . .	47
2.3. Modelo del proceso de innovación de Roberts. . . . .	49
2.4. La evolución de una tecnología: una trayectoria tecnológica. . . . .	52
2.5. El Triángulo de Sabato. . . . .	57
2.6. Elementos del análisis multinivel. . . . .	61
2.7. Proceso general de la innovación basada en el conocimiento. . . . .	65
2.8. Modelo de los Entornos . . . . .	77
3.1. Modelo de recursos de conocimiento tecnológico. . . . .	90
3.2. Misiones de la universidad y el espacio de cooperación con la empresa. . . . .	103
4.1. Relación entre los fondos y las áreas estratégicas del conocimiento. . . . .	164
5.1. De la vinculación a la TC. . . . .	175
5.2. Actividades relacionadas con el tercer papel de la universidad. . . . .	177
5.3. Modelo del estudio. . . . .	185
5.4. Desarrollo de la investigación. . . . .	186
6.1. Productos y Servicios. . . . .	200
6.2. Modelo de dirección estratégica. . . . .	202
6.3. Planeación tecnológica de CIATEQ. . . . .	203
6.4. Sistema Rector de la Organización. . . . .	207
6.5. Medios de cooperación y TC en CIATEQ. . . . .	209
6.6. Planeación Tecnológica del CCADET (UNAM). . . . .	214
6.7. Modelo de Gestión Tecnológica del CCADET (UNAM). . . . .	217
6.8. Esquema funcional de LANIA. . . . .	222
6.9. Metodología conceptual de DT en LANIA. . . . .	226

6.10. Modelo de gestión tecnológica del Instituto Bioclón. . . . .	240
6.11. Modelo de Gestión Tecnológica en MABE. . . . .	251
6.12. Tipos de proyectos. . . . .	255
6.13. Modelo de Gestión Tecnológica en GIT. . . . .	262
6.14. Proceso de Clasificación y Categorización. . . . .	274
6.15. Las relaciones entre las principales categorías. . . . .	276
6.16. Organización de los centros de investigación . . . . .	278
6.17. Organización de las empresas. . . . .	279
6.18. Relación esfuerzo-demanda tecnológica. . . . .	279
6.19. Planeación estratégica y tecnológica de los centros de investigación . . . . .	283
6.20. Planeación estratégica y tecnológica de las empresas . . . . .	285
6.21. Actividades, técnicas y fuentes para la gestión de la I+D e innovación . . . . .	298
6.22. El modelo de gestión tecnológica en las actividades de I+D e innovación . . . . .	300
6.23. Dirección e intensidad de los vínculos de los C.I. . . . .	301
6.24. Dirección e intensidad de los vínculos de las empresas. . . . .	302
6.25. Modelo de transferencia de conocimiento científico tecnológico . . . . .	311
6.26. Relación esfuerzo-demanda tecnológica . . . . .	311
6.27. Evolución organizacional - tecnológica de las organizaciones . . . . .	312
6.28. La selección de los mecanismos de cooperación y TC . . . . .	313
6.29. La vinculación en los procesos de cooperación y TC . . . . .	314
6.30. Las estructuras de apoyo a la cooperación y TC . . . . .	315
6.31. La medición de las actividades de cooperación y TC . . . . .	315
6.32. La relación entre los resultados de los procesos de cooperación y TC . . . . .	320



# Resumen

Los grandes avances económicos realizados en los últimos años en diferentes países se encuentran íntimamente relacionados con los procesos de innovación y transferencia de conocimiento. Así, la generación del nuevo conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación se han vuelto factores determinantes en el crecimiento de una economía. En las economías más desarrolladas (economías basadas en el conocimiento), la creciente importancia del conocimiento ha significado que el stock neto de capital intangible (educación e I+D) creciera más rápidamente que el capital tangible (transportes, infraestructuras y maquinaria). No obstante, no ha sido sino a partir de las últimas décadas que los intentos por obtener un mejor entendimiento de las economías basadas en el conocimiento han llevado a crear un fundamento teórico/práctico más satisfactorio para el entendimiento de los denominados Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). En este sentido, dichos sistemas actúan a través de la introducción de conocimiento que se da en la economía (y en la sociedad en general), permitiendo generar un entorno ideal para la creación de riqueza intelectual debido a su carácter interactivo y cooperativo. Desde la perspectiva del enfoque del SNI, diversos autores afirman que tan importante es generar el conocimiento, como difundirlo adecuadamente entre todos los elementos que conforman el sistema.

Desde el punto de vista de la cooperación y la transferencia de conocimiento es justamente esta naturaleza sistémica e interactiva de la innovación la que lleva a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes. Hoy en día los conceptos de la transferencia tecnológica (TT) y la transferencia del conocimiento científico (TC) se han vuelto más y más importantes en las discusiones sociológicas, económicas, de política científica y tecnológica y otras profesiones. En consecuencia, la relación entre la ciencia y la actividad productiva se ha vuelto cada vez menos casual y más sistémica. No obstante, dicha colaboración en las actividades innovadoras es menos sencilla de lo que parece pues, si bien la cooperación universidad-empresa conlleva una serie de ventajas potenciales, dichas relaciones no se encuentran exentas de ciertas restricciones. Así, mientras la ciencia tiene una perspectiva genérica a largo plazo sobre lo que es importante, la tecnología y la innovación tienen una visión más a corto plazo, concentradas en la solución de un determinado problema. De esta manera, dichos ámbitos (científico y empresarial-industrial) forman comunidades investigadoras distintas, con culturas y valores claramente diferentes. Sin embargo, más allá del escaso entendimiento que se da entre ambos ámbitos, se encuentra también el escaso conocimiento y la débil participación a través de los diferentes mecanismos disponibles para realizar la cooperación y la transferencia de conocimiento. En este sentido, son muchas las vías o modos de interactuar que

pueden adoptar las empresas y las universidades para realizar la transferencia tecnológica o de conocimiento. La elección de una u otra dependerá del sector, de las circunstancias de cada país y del tipo de tecnología o conocimiento a transferir.

En el sistema de ciencia, tecnología e innovación en México es posible identificar un vacío entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo. En general, la línea seguida a través del tiempo por la mayoría de los centros de investigación tanto universitarios como públicos en México ha sido proveer recursos humanos a las organizaciones, manteniéndose como un mero espectador del desarrollo industrial y económico del país. Si bien existe cierta evidencia del problema al respecto (tal como la orientación general de los centros de investigación hacia la ciencia básica y la consecuencia de no llegar a cubrir una necesidad específica del país), las razones subyacentes a estos y otros hechos siguen quedando sin explicación. Otra evidencia a destacar dentro del vacío existente entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo, se da a través de observar que gran parte de la limitada inversión en Ciencia y Tecnología (CyT) y Transferencia de Conocimiento (TC) ha sido llevada a cabo a través de la compra de bienes de capital, de productos tecnológicos para resolver problemas a corto plazo, y en menor grado de know-how y conocimiento científico.

En esta tesis se propone el desarrollo de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico en México, como un medio para dinamizar las escasas relaciones existentes entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial. La propuesta se sustenta en el análisis de 8 casos de estudio realizados dentro del contexto de los centros de investigación que conforman el ámbito científico; y las empresas que componen el ámbito industrial (ambos con diversos grados de experiencia en la TC y el desarrollo tecnológico). El modelo plantea la alineación de las actividades internas de I+D e innovación de las organizaciones (centros de investigación y empresas) con los procesos de cooperación y transferencia de conocimiento llevados a cabo con otras organizaciones, facilitando tanto el desarrollo de nuevo conocimiento (traducido en nuevas teorías, prácticas, productos, procesos, etc.) como el acrecentamiento de la base tecnológica de ambas organizaciones, creando de esta manera una relación sinérgica.

# Abstract

# Resum

# Agradecimientos



# Introducción

Los grandes avances económicos realizados en los últimos años en diferentes países se encuentran íntimamente relacionados con los procesos de innovación y transferencia de conocimiento. Así, la generación del nuevo conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación se han vuelto factores determinantes en el crecimiento de una economía. En las economías más desarrolladas, la creciente importancia del conocimiento ha significado que el stock neto de capital intangible (educación e I+D) creciera más rápidamente que el capital tangible (transportes, infraestructuras y maquinaria), algo que desafortunadamente no ha sucedido aún en las economías en desarrollo (Mortensen, Eustace & Lannoo, 1997). Hace treinta años las economías industriales fueron dominadas por sectores tales como acero, químico y energético, los cuales invirtieron grandes montos en maquinaria y equipo. Por el contrario, los sectores de crecimiento acelerado de los años noventa (electrónico, farmacéutico y telecomunicaciones) invirtieron principalmente en I+D, tecnología informática y de software y capacitación. Y de hecho, desde hace ya una década muchas empresas y organizaciones incluyendo la OCDE comenzaron a orientar sus esfuerzos hacia la mejora de la medición tanto de los recursos intangibles, como de los retornos de las inversiones en la adquisición y creación de conocimiento tal como la I+D y la capacitación (Barber & Lambert, 1998).

Sin embargo, no es simplemente la creación de nuevo conocimiento lo que cuenta, sino el flujo de tal conocimiento de los productores (el ámbito científico) a los usuarios (el ámbito empresarial-industrial) y las capacidades de los mismos para absorber y transferir dicho conocimiento. Desde el enfoque de la innovación, el reconocimiento de la naturaleza interactiva

de los procesos innovadores ha resultado en la diferenciación temprana entre la innovación (producción del conocimiento) y la difusión (flujo del conocimiento). Actualmente se asume que las organizaciones necesitan absorber, crear e intercambiar conocimiento de manera interdependiente. En otras palabras, la innovación y la difusión usualmente emergen como resultado de un proceso interactivo y colectivo dentro de una red de conexiones personales e institucionales las cuales evolucionan con el tiempo (Fisher, 2001). A nivel nacional, para los países a la vanguardia de la economía mundial, el equilibrio entre conocimiento y recursos ha cambiado hasta ahora hacia la formación de conocimiento, el cual se ha convertido en el factor más importante que determina la calidad de vida. De esta manera, las economías tecnológicamente más avanzadas de hoy en día son verdaderamente economías basadas en el conocimiento, en donde la generación, transferencia y explotación del conocimiento juega un papel predominante en la creación de la riqueza (DTI, 1998).

En las últimas décadas los intentos por obtener un mejor entendimiento tanto de la economía basada en el conocimiento como de la economía de basada en el aprendizaje han llevado a crear un fundamento teórico/práctico más satisfactorio para el entendimiento de los denominados Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). En este sentido, los Sistemas Nacionales de Innovación actúan a través de la introducción de conocimiento que se da en la economía (y en la sociedad en general), permitiendo generar un entorno ideal para la creación de riqueza intelectual debido a su carácter interactivo y cooperativo. En el centro de la noción teórica del SNI para entender el desempeño innovador, se encuentra la idea de que tanto la creación como la difusión del conocimiento tecnológico ocurren, ante todo, via interacciones entre diferentes tipos de agentes e instituciones (Cohen & Levinthal, 1990; Hertog, Roelandt, Boekholt & Gaag, 1995). Por lo tanto, si se dispone de un sistema eficaz de difusión de los conocimientos científicos y técnicos se aumentará el valor social de los mismos, tanto a escala nacional como regional, ya se produzcan de manera endógena o sean adquiridos y asimilados a partir de fuentes exógenas. Así, si los diversos elementos de los diferentes subsistemas o entornos del Sistema de Innovación tienen fácil acceso a una información pertinente y elaborada, aumenta la probabilidad de que se produzcan nuevos productos o procedimientos útiles (OECD, 1996).

Desde el punto de vista de la cooperación y la transferencia de conocimiento es justamente esta naturaleza sistémica e interactiva de la innovación la que lleva a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes. De hecho, desde hace un par de décadas son también numerosos los estudios e informes de carácter académico que se han generado, desde diversas perspectivas y por diversos tipos de instituciones, sobre la necesidad de una estrecha cooperación entre la universidad y la empresa, señalándose las barreras y limitaciones actuales existentes (Link & Siegel, 2005).

En consecuencia, la relación entre la ciencia y la actividad productiva es cada vez menos casual y más sistémica. De esta manera, la creación y acumulación de conocimiento no está decidida solamente por las empresas en si mismas, sino porque éstas se encuentran influenciadas por otras empresas e instituciones creadoras de conocimiento (Lundvall, 1992) (Coombs & Metacalfe, 1998). No obstante, como se afirma anteriormente, dicha colaboración en las actividades innovadoras es menos sencilla de lo que parece pues, si bien la cooperación universidad-empresa conlleva una serie de ventajas potenciales (al permitir a las



empresas acceder al capital humano, acceder a los resultados de la investigación, y obtener beneficios financieros y organizacionales y/o institucionales), dichas relaciones no se encuentran exentas de ciertas restricciones. Así, mientras la ciencia tiene una perspectiva genérica a largo plazo sobre lo que es importante, la tecnología y la innovación tienen una visión más a corto plazo, concentradas en la solución de un determinado problema. De esta manera, dichos ámbitos (científico y empresarial-industrial) forman comunidades investigadoras distintas, con culturas y valores claramente diferentes. En palabras de Siegel y Waldman (2004), las empresas tienen un escaso entendimiento de lo que las instituciones académicas hacen y una vaga idea de las responsabilidades de los académicos con respecto a sus instituciones; y de manera similar, las universidades y sus miembros tienen un escaso entendimiento de lo que las empresas intentan obtener.

Sin embargo, más allá del escaso entendimiento que se da entre ambos ámbitos, se encuentra también el escaso conocimiento y la débil participación a través de los diferentes mecanismos disponibles para realizar la cooperación y la transferencia de conocimiento. En este sentido, son muchas las vías o modos de interactuar que pueden adoptar las empresas y las universidades para realizar la transferencia tecnológica o de conocimiento. La elección de una u otra dependerá del sector, de las circunstancias de cada país y del tipo de tecnología o conocimiento a transferir. Y sobre esta base, tanto el ámbito científico como el ámbito empresarial (además de conocer y utilizar dichos mecanismos) deben conocer cual es su papel dentro de esta dinámica de los procesos de creación de conocimiento y de innovación. Según Hidalgo y León (2002), para comprender las fortalezas y debilidades de esta cooperación en la gestión del conocimiento es preciso tener en cuenta que los papeles jugados por universidades y empresas no pueden presentarse de forma aislada. Estos papeles dependen fuertemente de la mentalidad de todos los socios implicados y de la complementariedad de los mismos en el sistema de ciencia y tecnología. Más específicamente, el tipo de generación de conocimiento científico y tecnológico ligado a la investigación bajo contrato realizado por las universidades (públicas) está condicionado por el tipo de actividad solicitado, y éste depende, a su vez, de la estructura del tejido industrial y de su capacidad de absorción.

En línea con lo anterior, diversos estudios llevados a cabo desde de la perspectiva del enfoque sistémico de la innovación reconocen la importancia que tiene el gobierno en el desarrollo de las condiciones y los instrumentos públicos que son esenciales para la dinámica e innovadora economía del conocimiento, incluyendo una fuerte base científica, de ingeniería y tecnología, incentivos para la innovación en las empresas, la transferencia del conocimiento y altos estándares de educación (DTI, 2003). Su ámbito de actuación se expresa en la conformación de la estructura del sistema (cantidad y característica de los actores) y el tipo de acciones que dichos elementos deben desarrollar. De hecho, una alianza estable público-privada es la base para acelerar el desarrollo socioeconómico e impulsar el proceso de innovación tecnológica, facilitando los flujos de conocimiento entre las entidades generadoras y aquellas otras usuarias o transformadoras del conocimiento (CICYT, 2003; OEP, 2005). De esta forma las administraciones públicas potencian la cooperación entre universidades, organismos públicos de investigación y empresas mediante instrumentos específicos de financiación de proyectos, redes y alianzas estratégicas.

## Motivación y Objetivos de la Tesis

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, la presente investigación apunta al desarrollo de un modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico en México, como un medio para dinamizar las escasas relaciones existentes entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial. Dicha propuesta se sustenta tanto en la literatura especializada que conforma el estado del arte, la cual demuestra el valor que tiene el conocimiento científico-tecnológico, el enfoque de los SNI, y la contribución de la transferencia del conocimiento a los mismos SNI en los países en desarrollo; como en el análisis del estado que guarda la ciencia, la tecnología y la Innovación en México.

En el sistema de ciencia, tecnología e innovación en México es posible identificar un vacío entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo. En general, la línea seguida a través del tiempo por la mayoría de los centros de investigación (salvo destacadas excepciones) tanto universitarios como públicos en México ha sido proveer recursos humanos a las organizaciones, manteniéndose como un mero espectador del desarrollo industrial y económico del país. Si bien existe cierta evidencia del problema al respecto (tal como la orientación general de los centros de investigación hacia la ciencia básica y la consecuencia de no llegar a cubrir una necesidad específica del país), las razones subyacentes a estos y otros hechos siguen quedando sin explicación. El ámbito científico no solo está limitado al alcance de la ciencia básica; existen por lo menos igual número de centros de investigación dedicados a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico. De hecho, en la mayoría de estos centros, la investigación es compartida entre ambos tipos de investigación (básica y aplicada), además del desarrollo tecnológico. De un ejercicio realizado en años recientes por FUNTEC<sup>1</sup>, al distribuir un listado de investigaciones de la UNAM en 145 cámaras y asociaciones empresariales, sólo dos empresas mostraron interés en aprovechar dichas investigaciones. Tal resultado “demostró el profundo desinterés del sector en el desarrollo e investigación tecnológicos para usarlos como factor de elevación de la competitividad”.

Otra evidencia a destacar dentro del vacío existente entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo, se da a través de observar que gran parte de la limitada inversión en Ciencia y Tecnología (CyT) y Transferencia de Conocimiento (TC) ha sido llevada a cabo a través de la compra de bienes de capital, de productos tecnológicos para resolver problemas a corto plazo, y en menor grado de know-how y conocimiento científico. Continuar utilizando la transferencia y la actualización solamente para metas iniciales de asimilación y de corto plazo conduce a una “dictadura del incrementalismo”, es decir, a la repetición de la actualización tecnológica que impulsa soluciones patron, imitativas, como si la tecnología fuera estática (Machado, 2000). Para salir de esa “dictadura del incrementalismo” es necesario asumir que para innovar se necesita adoptar y aplicar el conocimiento generado en otra parte, pero también que la eficacia con que las tecnologías externas son utilizadas depende de los esfuerzos internos para profundizar la plataforma de absorción (Katz, 1974), que no son sino el conjunto de capacidades acumuladas (Lall, 2001). Tales evidencias permiten afirmar que se está hablando de una debilidad en la TC entre los elementos que se constituyen “productores del conocimiento” (ámbito científico) y los elementos que se constituyen “utilizadores del conocimiento o innovadores” (ámbito empresarial-industrial,

---

<sup>1</sup> Periódico la Jornada, 11 de Julio del 2005

incluyendo el ámbito tecnológico y de servicios). Por lo tanto, tomando en cuenta el escenario anteriormente descrito, el propósito de esta Tesis Doctoral es contribuir al estudio de la TC en México, a través del análisis de los diferentes mecanismos utilizados por los diferentes actores involucrados en dichos procesos de TC.

De lo anterior se desprenden las siguientes preguntas de la investigación:

1. ¿Cuál es el grado de comprensión de los procesos de TC y su importancia en los ámbitos económico, cultural y social por parte de los ámbitos científico y empresarial-industrial?.
2. ¿Cuáles son las razones por las que la mayoría de los centros universitarios de investigación, limitan sus actividades de investigación al ámbito de la ciencia básica?.
3. ¿Cuáles son los mecanismos actuales que emplean los centros de investigación (públicos y privados) para realizar la TC hacia el ámbito empresarial-industrial?.
4. ¿Cuáles son los mecanismos actuales que emplea el ámbito empresarial-industrial para hacerse de los resultados obtenidos en los centros de investigación (públicos y privados)?.
5. ¿Cuáles son los procesos actuales que utilizan los centros de investigación (públicos y privados) para desarrollar la I+D, y generar el conocimiento?.
6. ¿Qué factores han influido en aquellas empresas que han aplicado mecanismos de TC obteniendo resultados exitosos?.
7. ¿Cuáles son los procesos actuales que utiliza el ámbito empresarial-industrial para aplicar el conocimiento y desarrollar la innovación?.
8. ¿Cuáles son los principales obstáculos a los que se enfrenta el proceso de TC entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial?.

Para responder dichas preguntas se deben analizar los procesos llevados a cabo para realizar la Transferencia de Conocimiento entre los ámbitos científico y empresarial-industrial, sin dejar de analizar el nivel tanto tecnológico como científico de ambos, evaluando los procesos de generación, transformación y aplicación de conocimiento. Por tanto, se plantean los siguientes objetivos:

1. Identificar los lineamientos sobre los que se guían tanto los Centros de Investigación como las empresas.
2. Identificar la cultura tecnológica de los Centros de Investigación y la cultura científica de las empresas participantes en el estudio.
3. Identificar los procesos llevados a cabo por las empresas para desarrollar la innovación.
4. Determinar los mecanismos que utilizan tanto los Centros de Investigación para transferir el conocimiento hacia el sector empresarial-industrial, como los mecanismos que utilizan las empresas para absorber el conocimiento del sector científico.
5. Identificar las condiciones necesarias para llevar a cabo la Transferencia de Conocimiento entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial.
6. Diseñar un modelo conceptual de Transferencia de Conocimiento que permita dinamizar dicha colaboración entre ambos ámbitos.

## Estructura de la investigación

La presente investigación está organizada en tres partes.

La primera parte provee las bases que sustentan la investigación, justificando la relevancia del tema de estudio. En este sentido, el objetivo de estos capítulos es presentar el resultado de la revisión de la literatura especializada, referente al conocimiento, los sistemas nacionales de innovación, y la transferencia del conocimiento llevada a cabo dentro del denominado enfoque de los SNI. Dicha revisión se realiza a través de destacar las principales aportaciones realizadas por diferentes autores, enfatizando las características, los enfoques propuestos, y las ventajas y debilidades identificadas de cada tópico desarrollado. Con este enfoque se permite comprender y evaluar la relación existente entre éstos, con el objetivo de facilitar la identificación de aspectos clave con respecto a la influencia de sus relaciones y su posterior evaluación.

La segunda parte comienza con el análisis del sistema de ciencia, tecnología e innovación en México, caracterizando dicho sistema a través de analizar a todos y cada uno de los elementos pertenecientes al mismo, además de las relaciones existentes entre éstos. En este sentido, tal caracterización permite identificar la debilidad de las relaciones existentes entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial. Tal evidencia permite plantear el siguiente capítulo (5), el cual define el modelo y la metodología del estudio a través del cual se analizará dicha problemática, al incluir las diferentes unidades de análisis y la definición de los diferentes mecanismos de cooperación, como medio de dinamización de tales relaciones.

Finalmente, la tercera parte está dedicada a explicar el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación realizada en el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial en el contexto de la Transferencia de Conocimiento. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## Parte I

# Transferencia de conocimiento. Estado del arte.



## Capítulo 1

# La Gestión del Conocimiento Científico Tecnológico.

### 1.1. La relevancia del conocimiento

La generación del nuevo conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación son factores determinantes en el crecimiento de una economía. Los países industriales de hoy en día experimentan procesos que tienden a formar sus sociedades e industrias en Economías basadas en el Conocimiento. En este desarrollo el flujo de bienes en la mayoría de los campos económicos es y será sustituido pronto por el flujo de conocimiento e información. Debido a la cada vez más intensa competitividad internacional, los países y las regiones son apremiados por mejorar sus capacidades de generar rápidamente y difundir el conocimiento. Consecuentemente, el reconocimiento de la naturaleza interactiva de los procesos de innovación ha resultado en la diferenciación temprana entre la innovación (producción del conocimiento) y la difusión (flujo del conocimiento). Y, de hecho, para países a la vanguardia de la economía mundial, el equilibrio entre conocimiento y recursos ha cambiado hasta ahora hacia la formación de conocimiento, el cual se ha hecho quizá el factor más importante que determina el estándar de vida - más que la tierra, las máquinas y la mano de obra. El aumento de la importancia del conocimiento es mostrado por el hecho de que muchas inversiones de los sectores en recursos intangibles ahora son mucho más grandes que aquellas en equipo de capital fijo. Hoy en día, las economías tecnológicamente más avanzadas son verdaderamente basadas en el conocimiento. En las últimas décadas los intentos por obtener un mejor entendimiento tanto de la economía basada en el conocimiento como de la economía del aprendizaje han creado un fundamento teórico más satisfactorio para el entendimiento de los Sistemas de

Innovación. En estas economías el principal argumento no es otro que: en las economías globalizadas el conocimiento es el recurso estratégico más importante y el aprendizaje la actividad más fundamental para la competitividad (Lundvall, 1992; OECD, 1996). De hecho, la característica más destacada de la producción de conocimiento resultante en la innovación es el hecho de que el conocimiento, en términos de habilidades y capacidades, es el insumo más importante.

No obstante, aunque la creación del conocimiento y su asimilación forman parte de un único proceso; las empresas necesitan absorber, crear e intercambiar conocimiento de manera interdependiente. En otras palabras, la innovación y la difusión usualmente emergen como resultado de un proceso interactivo y colectivo dentro de una red de conexiones personales e institucionales las cuales evolucionan con el tiempo Fisher (2001). Desde el punto de vista de la cooperación, es justamente esta naturaleza sistémica e interactiva de la innovación la que lleva a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes. En consecuencia, la relación entre la ciencia y actividad productiva es cada vez menos casual y más sistémica.

Así, el objetivo del presente capítulo es presentar el resultado de la revisión de la literatura especializada, referente a los ámbitos del conocimiento, la innovación, y la transferencia del conocimiento llevada a cabo dentro del denominado enfoque de los SNI. Dicha revisión se realiza a través de destacar las principales aportaciones realizadas por diferentes autores, enfatizando las características, los enfoques propuestos, y las ventajas y debilidades identificadas de cada tópico desarrollado. De tal manera que permite comprender y evaluar la relación existente entre estos, con el objetivo de facilitar la identificación de aspectos clave con respecto a la influencia de sus relaciones y su posterior evaluación.

## 1.2. Aspecto conceptual del conocimiento

Un concepto complejo tal como el "Conocimiento" es difícil de definir de una manera precisa. El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (1993) define al término conocimiento como "acción y efecto de conocer", donde "conocer" es definido como "averiguar por el ejercicio de las facultades intelectuales la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas". Desde el punto de vista de Nonaka (1994) el conocimiento es un concepto multifacético con múltiples significados. La definición típica del Diccionario "The American Heritage Dictionary" (1983) define al conocimiento como: Familiaridad, conciencia, o entendimiento ganado de la experiencia o el estudio (The American Heritage Dictionary, 1983). Y, desde el punto de vista de la economía el conocimiento puede ser definido como: Un tipo de "instrucción o fórmula" que presenta cuanto de un bien o servicio puede ser producido (Jones, 2004).

Davenport y Prusak (1998) unifican e integran las dos definiciones anteriormente mencionadas de la siguiente manera: El conocimiento es una mezcla de experiencia, valores, información y "saber hacer" que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información, y es útil para la acción. Se origina y aplica en la mente de los



conocedores. En las organizaciones con frecuencia no sólo se encuentra dentro de documentos o almacenes de datos, sino que también esta en rutinas organizativas, procesos, prácticas, y normas.

Sveiby (1997) afirma que no existe un consenso, ni aceptación de modo general, de ninguna definición de dicho término. Refuerza también los diferentes significados que el término conocimiento tiene en diferentes lenguas y que la definición dependería del contexto en donde se aplicara. De hecho, Spender (2000) considera que parte de la referida dificultad responde a que el conocimiento es un “término fluido y difícil de ser definido”.

Otras definiciones del conocimiento se refieren básicamente a visiones menos prácticas y más filosóficas que se tiene del mismo (Nonaka & Takeuchi, 1995). Así se tiene que:

- Desde el punto de vista Occidental, se establece que el conocimiento son las “creencias justificadas por la verdad”, concepto introducido por Platón. Bajo esta idea se entiende que conocimiento son las creencias, aunque erradas, que son respaldadas por la verdad aparente.
- Hessen (1926) establece que el conocimiento es la imagen percibida por el sujeto conforme al objeto observado, dado que le es imposible conocer la totalidad del objeto.
- Desde el punto de vista Oriental, se establece la inseparabilidad entre el ente pensante y su hábitat, con lo que se establece que el conocimiento refleja la percepción del objeto en observación a través del medio que permite conocerlo. Dicha visión representa en gran parte el pensamiento de Hessen.
- Desde el punto de vista filosófico, el término conocimiento ha ocupado un lugar importante dentro del trabajo de muchos pensadores a través de la historia, tales como Platón, Aristóteles, Santo Tomas de Aquino, Descartes, Kant, Hegel, Marx, Nietzsche, Heidegger, Sartre, entre otros.

No obstante, la definición del término conocimiento está muy lejos de ser única y precisa. En general, diferentes teorías del conocimiento (Wentscher, 1927; Hessen, 1926) representan el pensamiento de las diferentes escuela pensadoras, quienes debaten las bases de certezas (existencia del sujeto, existencia del objeto, totalidad de la capacidad cognitiva, etc.) que definen sus teorías en torno al sujeto, el objeto, el medio y el mensaje (Fig.1.1).

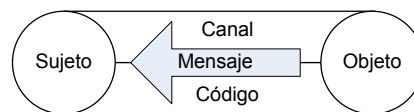


Figura 1.1: El concepto del conocimiento.  
(Fuente: ?)

De hecho, todo conocimiento es una relación compuesta principalmente por el sujeto y el objeto. La epistemología estudia la relación entre el sujeto y el objeto y todos los problemas que esa relación plantea. Se plantea preguntas como por ejemplo: si esa relación es posible, cuál es el origen de ésta, si tiene límites, etc. y, por lo tanto, ninguna de estas respuestas se da de forma aislada, pues todas las respuestas se encuentran relacionadas. La relación de un determinado conocimiento no puede estudiarse dejando del lado al sujeto y al objeto.

### Conocimiento común y conocimiento científico.

Atendiendo al significado etimológico del término ciencia como “saber o conocimiento” en general, se encuentran dos acepciones: una como saber científico y otra como saber ordinario o común. Desde este punto de vista (etimológico) se entiende por conocimiento “aquel saber consciente y fundamentado que somos capaces de comunicar y discutir” distinguiéndose así del conocimiento ordinario o común el cual es simplemente recordado y no se puede someter a crítica.

Para un naturalista lo que la ciencia obtiene no son las cosas mismas sino las relaciones que existen entre las cosas, y fuera de estas relaciones no hay una realidad que conocer. La ciencia de hecho es el conocimiento ordenado y mediato de los seres y sus propiedades, por medio de sus causas. Una definición más concreta es: “la ciencia busca explicar la realidad mediante leyes, las cuales posibilitan además predicciones y aplicaciones prácticas (la tecnología) (Díaz & Heler, 1985). Bunge (1975) define a la ciencia como “conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible”. Considera que ciencia es “un bien por sí mismo, esto es, como un sistema de ideas establecidas provisionalmente -conocimiento científico-”. Así, el saber científico no aspira a conocer las cosas superficialmente, sino que pretende entender sus causas porque de ese manera se comprenden mejor así sus efectos. De hecho Bunge (1980) considera que la verdadera diferencia existente entre la ciencia y la no-ciencia se encuentra en el método científico y la finalidad a la cual se aplica, asegurando que “donde no hay método científico, no hay ciencia”<sup>1</sup>.

Si bien se puede entender que la ciencia implica conocimiento, se debe tener presente que no todo conocimiento puede percibir el calificativo de “científico”, por lo que hay que señalar cuales son los atributos que debe reunir el conocimiento científico para ser tipificado como tal. En este sentido, Bunge (1980) distingue entre dos formas de presentarse el conocimiento: común y científico, señalando, al respecto, que “parte del conocimiento previo de que arranca toda investigación es conocimiento ordinario, esto es conocimiento no especializado, y parte de él es conocimiento científico, o sea, se ha obtenido mediante el método de la ciencia y puede volver a someterse a prueba, enriquecerse y, llegado el caso, superarse mediante el mismo método. A medida que progresa, la investigación corrige o hasta rechaza porciones del acervo del conocimiento ordinario. Así se enriquece este último con los resultados de la ciencia: parte del sentido común de hoy día es resultado de la investigación científica de ayer”. Shulman (1986) en línea con lo anterior, afirma que “el conocimiento no crece de

---

<sup>1</sup>Gibson (1982) define el método de investigación como científico si posee las siguientes características:

1. Abstracción. El método científico implica una abstracción, necesaria para entender el funcionamiento de la realidad. En el proceso de abstracción omitimos detalles y establecemos hipótesis y esquemas lógicos que permiten relacionar los hechos.
2. Generalidad. Se trata de un método que, además de buscar la descripción de las cosas en particular, elabora afirmaciones de tipo general.
3. Evidencia Experimental. Es un método que utiliza la observación experimental para apoyar las afirmaciones elaboradas.
4. Neutralismo ético. Se ajusta a los hechos, omitiendo juicios de valor.
5. Objetividad. Es un método objetivo, nadie puede estar influido por las circunstancias generales en que se desenvuelve la investigación cuando se elaboran afirmaciones que se deducen de la experiencia.

forma natural e inexorable. Crece por las investigaciones de los estudiosos (empíricos, teóricos, prácticos) y es por tanto una función de los tipos de preguntas formuladas, problemas planteados y cuestiones estructuradas por aquellos que investigan.

El conocimiento ordinario o común apunta a resolver todo aquel cúmulo de problemas de orden esencialmente práctico, que da solución a problemas inmediatos y que exigen una rápida respuesta. En este sentido, los problemas que se solucionan son generalmente simples, no piden una gran teorización ni reflexión: se vale para resolver sus dificultades de los medios que posee al alcance de la mano y que signifiquen la mayor economía de trabajo posible. Así, este tipo de conocimiento, al no proyectarse en la eventualidad de sucesos futuros, necesariamente se agota en el acto de su propia ejecución.

A diferencia del conocimiento ordinario o común, el conocimiento científico es superior, no obstante este último no es posible suponerlo sin el primero; pues de las carencias del conocimiento ordinario surgen la necesidad del conocimiento científico. La investigación científica empieza en el lugar mismo en que la experiencia y el conocimiento ordinario dejan de resolver -o al menos plantear- problemas. No obstante el conocimiento científico no es una mera prolongación o un simple afinamiento del conocimiento ordinario, pues el conocimiento científico no está basado en supuestos. Se distingue así el conocimiento científico del conocimiento ordinario o común.

Algunos investigadores argumentan que el conocimiento científico necesita ser formalizado, debido a que este es esencialmente de naturaleza fragmentaria y provisional (Arce & Long, 1992). Y es precisamente en esta fase de formalización que los problemas con respecto a su aplicación son más evidentes. Para Díaz y Heler (1985) el conocimiento científico es un conocimiento objetivo que se estructura en sistemas verificables, obtenidos metodológicamente y comunicados en un lenguaje construido con reglas precisas y explícitas donde se evita la ambigüedad y los sin sentidos de las expresiones. Wartofsky (1978) afirma que la característica más importante del conocimiento científico se concreta en ser explícito y rentable.

El conocimiento ordinario usualmente es visto como la parte opuesta del conocimiento científico. Estudios centrados en la naturaleza complementaria de los sistemas de conocimiento (Richards, 1985) apuntan hacia las ligas entre estos conocimientos (Chambers, Pacey & Thrupp, 1991) y los estudios enfocándose en sus interfases sociales ocasionalmente han tendido a reforzar estas diferencias (Long, 1989). La más importante aportación de estos estudios está relacionada a como el conocimiento tradicional o el conocimiento científico es adquirido (experiencia de la vida VS. entrenamiento formal), y como el conocimiento es usado sobre las bases del día a día (local VS. no-local).

Ciertas dicotomías a partir de diferentes raíces del conocimiento tradicional y el conocimiento científico pueden ser realizadas (Agrawal, 1996):

- **Sustantivas:** debido a la importancia y las características del conocimiento científico y tradicional.
- **Metodológicas y epistemológicas:** debido a que estas dos formas de conocimiento emplean diferentes métodos para investigar la realidad.

- **Contextual:** debido a que el conocimiento ordinario se encuentra profundamente enraizado en su entorno (Chambers, 1980; Howes & Chambers, 1980; Warren, 1990; Banuri & Apffel-Marglin, 1993).

Otro tipo de dicotomía puede ser la mostrada por Johnson-Laird (1983) con respecto a los elementos cognitivos del conocimiento (Cuadro 1.1).

Conocimiento ordinario	Conocimiento científico
Tácito (subjetivo)	Explícito (objetivo)
De la experiencia (cuerpo)	De la racionalidad (mente)
Simultáneo (aquí y ahora)	Secuencial (ahí y entonces)
Análogo (práctico)	Digital (teórico)

Cuadro 1.1: Dicotomías del conocimiento ordinario y el conocimiento científico  
(Fuente: Johnson-Laird, 1983)

Bunge (1975) establece un amplio abanico de características de los elementos que identifican a la ciencia y el conocimiento científico:

1. **El conocimiento científico es fáctico:** “parte de los hechos, los respeta hasta cierto punto, y siempre vuelve a ellos”. Toda ciencia empírica comienza con una observación de los hechos y fenómenos que le interesan y los estudia sin modificarlos, si ello no es posible, los cambios serán objetivos, nunca arbitrarios.
2. **El conocimiento científico trasciende los hechos:** “descartar los hechos, produce nuevos hechos y los explica”. Una vez descritos los fenómenos procedemos a su clasificación. Pero no sólo seleccionan y controlan los hechos los científicos, sino que siempre que se pueda se reproducen e incluso se obtienen hechos nuevos. Además, el conocimiento científico racionaliza la experiencia en lugar de limitarse a describirla. Es decir, la ciencia no se limita a la mera clasificación de los fenómenos, sino que los explica formulando hipótesis y teorías.
3. **La ciencia es analítica.** La investigación científica, al estudiar los objetos los descompone para ver claramente sus elementos integrantes y sus interdependencias. Pero esta división debe hacerse de tal manera que no se pierda la visión de totalidad del objeto estudiado (“Lejos de disolver la integración, el análisis es la única forma conocida de describir cómo emergen, subsisten y se desintegran los todos. La ciencia no ignora la síntesis, pero rechaza la pretensión irracionalista de que la síntesis pueden ser aprendidas por una intuición especial, sin previo análisis”).
4. **La investigación científica es especializada.** La ciencia está dividida en sectores, en cierta medida independientes. Pero a pesar de esta especialización, existe unidad metodológica. Además, superando esta especialización, hay áreas de la ciencia que son interdisciplinarias, como por ejemplo la Bioquímica, la Investigación Operativa, la Psicología Social, por poner solo algunos.
5. **El conocimiento científico es claro y preciso.** Evita, en la medida de lo posible, la vaguedad, la inexactitud y la superficialidad. En aras de la precisión y de la exactitud, la ciencia realiza una formulación clara de los problemas, define claramente los conceptos, respeta esas definiciones. La ciencia utiliza lenguajes artificiales y simbólicos. La ciencia busca la medición de los hechos.

6. **Un requisito esencial del conocimiento científico es su verificabilidad.** Con el fin de explicar un fenómeno, el científico aventura conjeturas que deben ser puestas a prueba de forma empírica para probar su veracidad.
7. **La investigación científica es metódica.** No es errática, sino planeada. Los investigadores no tantean en la oscuridad sino que saben lo que buscan y cómo encontrarlo.
8. **El conocimiento científico es sistemático.** Una ciencia no es un agregado de informaciones inconexas, sino un sistema de ideas conectadas entre sí de un modo lógico.
9. **El conocimiento científico es general.** Ubica los hechos singulares en pautas generales y los enunciados particulares en esquemas amplios. Al científico no le interesan los hechos aislados si no es para generalizarlos, para hallar características comunes, las cualidades esenciales y las relaciones con marchamo de uniformidad.
10. **El conocimiento científico es legal,** se esfuerza en descubrir y aplicar leyes. La ciencia encuentra la esencia en las variables relevantes y en las relaciones invariantes entre ellas.
11. **La ciencia es explicativa.** Intenta explicar los hechos en términos de leyes y las leyes en términos de principios. Los científicos, además de saber como son los fenómenos buscan sus causas.
12. **El conocimiento científico es predictivo.** Transciende la masa de los hechos de experiencia, imaginando como ha sido el pasado y como puede ser el futuro. La predicción se fundamenta sobre leyes y sobre informaciones específicas fidedignas relativas al estado de cosas actuales o pasado.
13. **La ciencia es abierta.** El acervo de los conocimientos científicos no es irrefutable, cerrado y concluido, por el contrario, el conocimiento científico puede ser siempre refutado y así, hasta el principio más sólido puede ser sustituido. El progreso científico se debe, entre otros factores, a que en la ciencia no hay dogmatismo y todo está abierto a la controversia.
14. **La ciencia es útil.** Busca la verdad y por ello la ciencia es eficaz para proveer herramientas para el bien o para el mal.

Si bien se encuentran diferencias sustanciales respecto de un conocimiento (científico) a otro (ordinario o común), ambos tipos de conocimiento comparten una cuestión en común: un escenario social complejamente interconectado y una realidad de alta incertidumbre que deja atrás los modelos más avanzados de aprehensión cognitiva. Ello hace que deba plantearse necesariamente una reinvención de los modelos de conocimiento. Tanto el conocimiento científico como el común tienen que lidiar con una realidad que les desborda, con una pasmosa infinitud de variables interconectadas que la hace prácticamente imprevisible (Capra, 1991).

Para Marcuse (1969) la integración de conocimientos rompe la perspectiva unidimensional de los paradigmas basados en el predominio del saber científico-técnico y permite articular otro tipo de procesos como los culturales, tecnológicos, ecológico e inclusive políticos, como parte de un todo. El acercamiento entre ambos permitirá, por una parte, abordar la compleja realidad para generar soluciones a problemas multidimensionales generando decisiones oportunas y pertinentes a diversos niveles, y, por otra parte, permitirá acercar la producción científica al llamado "mundo de los actores sociales".

Para Leff (1986) el replanteamiento de cuestiones tales como la multidisciplinaria, la interdisciplinaria y la transdisciplinaria está asociado con la idea de construir una nueva racionalidad productiva (opuesta a la racionalidad dominante) en la que se consideren los valores culturales de las comunidades, las condiciones ecológicas de las diversas regiones y las estrategias políticas de desarrollo de un país.

Desde el punto de vista de la tecnología, la necesidad de insertar el conocimiento científico técnico en un nuevo marco epistémico de conocimiento integrado va más allá de “una concepción errónea sobre la fusión de la ciencia con la tecnología, que reduciría el conocimiento de lo real a un saber como transformar, dominar y controlar la realidad” (Leff, 1994). No es posible seguir ubicando a la tecnología (que toma como fundamento el conocimiento científico-técnico) como “un parámetro constante administrado por una secta especializada” (Tudela, 1991). Esta es una variable que interrelacionada con otras variables permite explicar, desde una perspectiva multidimensional, la realidad a partir de recortes conceptuales, espaciales y temporales.

### Datos, información y conocimiento.

Si bien el conocimiento no ha sido muy discutido en las principales corrientes económicas, la economía ha mostrado desde siempre un interés especial por entender las razones de la riqueza de los países; no en vano el trabajo pionero de Adam Smith llevaba por título “The Wealth of Nations”. Este más bien ha sido enfocado desde el punto de vista de la información, debido a que para ser tratado como bien, el conocimiento debe ser colocado de forma que permita ser circulado e intercambiado. La principal transformación considerada por los economistas es la transformación del conocimiento en información, por ejemplo, la codificación de conocimiento. Sin embargo, el conocimiento es diferente de la información. El conocimiento se basa en los datos y en la información (Fig. 1.2). En la práctica no es sencillo separar los datos, la información y el conocimiento; en el mejor de los casos, es posible construir un continuo de los tres. No obstante, precisar definiciones de trabajo de estos tres términos representa un punto de partida útil.

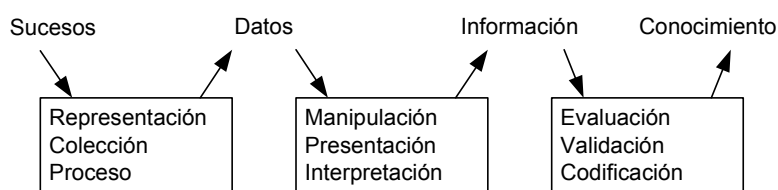


Figura 1.2: El proceso de conceptualización del conocimiento  
(Fuente: Earl, 1997)

Los datos representan observaciones o hechos que, fuera de contexto, no tienen significado por sí mismos. Davenport (1999) define los datos como “observaciones de los estados del mundo”. La información se obtiene al situar los datos en un contexto apropiado, a menudo en forma de un mensaje; Druker (1988) define la información como “datos dotados de pertinencia y propósito” y, a diferencia de los datos, la información requiere una unidad de análisis. Por su parte el conocimiento involucra un amplio proceso que incluye estructuras

cognitivas que asimilan la información y ponen esta en un contexto más amplio. No obstante, comúnmente ambos términos (información y conocimiento) en la literatura y en la práctica han sido utilizados de manera intercambiable. Sin embargo, el conocimiento es información con valor y, en consecuencia, representa la forma más difícil de manejar. El conocimiento es información que ha sido trasladada al entendimiento humano. No se puede decir que el conocimiento fluye, pero si se puede decir que es “compartido” y es “transferido” (Howells & Roberts, 2000). En última instancia la información es un término colectivo para designar estos tres conceptos y también es la conexión existente entre los datos sin procesar y el conocimiento que se obtiene con el tiempo.

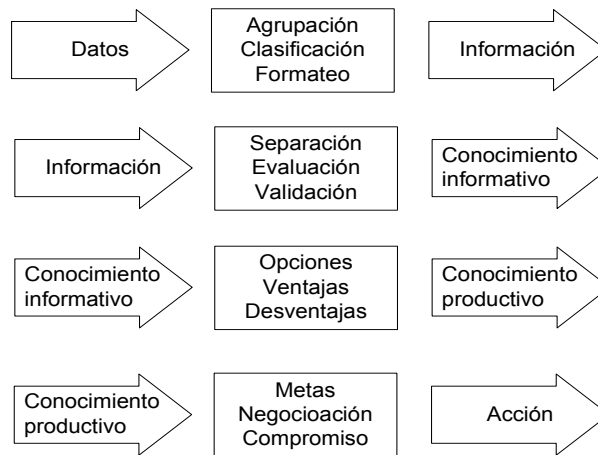


Figura 1.3: De los datos a la acción.  
(Fuente: Ponjuán, 1998)

Earl (1997) describe el proceso del conocimiento como un continuum que se inicia en los sucesos de la vida cotidiana y, pasando por diversas fases desemboca en conocimiento (Fig.1.2). Otra manera interesante de ver el conocimiento es la presentado por Ponjuán (1998) (Fig.1.3). Dicho enfoque presenta la visión del conocimiento en torno a la perspectiva del Valor Agregado establecido por Robert Taylor (1986). Este enfoque “se fundamenta en la trasferencia de información como respuesta intensiva a un proceso humano, tanto en las actividades formalizadas a las que llamamos sistemas, como en el uso y usos de la información que son las salidas de estos sistemas.” (Ponjuán, 1998). El concepto de valor agregado se establece a partir de los procesos en torno a los elementos de la cadena informacional.

### 1.3. Naturaleza y creación del conocimiento

Un aspecto importante es que el conocimiento no es necesariamente transferido fácilmente. Incluso el conocimiento científico no es transferido sistemáticamente y es replicado con altos costos: diferentes científicos en un laboratorio diferente pueden producir diferentes resultados. De hecho, el proceso de creación de nuevo conocimiento presume que los individuos reconocen datos útiles e información los cuales están disponibles para ser transformados,

a través de ciertos procesos, del conocimiento que trae el valor de futuro a la organización (Senge, 1990; Storey & Kelly, 2002).

Algunas características claves del conocimiento son las siguientes:

- **El conocimiento no es un recurso escaso:** Este puede ser expandido infinitamente. El conocimiento es acumulativo, con cada idea creada al final; mientras que las máquinas se deterioran y deben ser reemplazadas (Grossman & Helpman, 1991).
- **El conocimiento es un bien no-rival:** Esta característica implica retornos de escala crecientes en la producción y el potencial para las derramas de conocimiento.
- **Los costos del conocimiento son fijos o marginales:** Si bien el coste marginal de la producción del conocimiento en un inicio es relativamente elevado, una vez desarrollado el nuevo conocimiento el coste marginal de reproducción, codificación y transmisión es prácticamente nulo o se reduce significativamente.
- **El conocimiento no es exclusivo:** Además, puede ser apropiado si no es protegido legalmente. El conocimiento tácito es imperfectamente apropiable: la reingeniería de productos puede permitir a una empresa descubrir el conocimiento tácito incrustado en el nuevo producto de una compañía rival.
- **El conocimiento es difícil de comprender ya que este puede tomar varias formas:** este puede estar integrado en productos, protegido por derechos legales o puede tomar forma de activos organizacionales. Esto crea un problema a la hora de evaluarse. Es difícil decir cuanto conocimiento esta integrado en un producto, y es difícil decir que tanto conocimiento contribuye al desempeño de la empresa.

De tal manera que el conocimiento aplicado a las actividades económicas permite dotar de productos y servicios a un mayor número de personas a menor costo, sin mermar la calidad de vida ni los recursos naturales de un país.

Central a la emergencia del conocimiento como recurso clave es la distinción de Michael Polany entre conocimiento tácito y conocimiento explícito (Kogut & Zander, 1992):

- **El conocimiento tácito** es subjetivo y experimental y difícil de formalizar. Creencia, perspectiva, modelos mentales, ideas e ideales son ejemplos de conocimiento tácito.
- **El conocimiento explícito** es objetivo, conocimiento racional y puede ser expresado en formas tales como datos, fórmulas científicas, acciones específicas y manuales.

Esta distinción clásica puede ser utilizada para elaborar dicotomías adicionales de conocimiento (Cuadro 1.2). Sin embargo, como un esfuerzo por ir más allá de las dicotomías y entender un poco más el rol de conocimiento y su gestión Lundvall y Johnson (1994) proponen un grupo de distinciones más complejas:

- **Conocer que (Know-what)** se refiere al conocimiento acerca de los hechos. Como vive la gente en cierta región o en cierto país, cuales son los ingredientes de la receta, y cuando fue tal o cual acontecimiento. Aquí el conocimiento se encuentra estrechamente ligado a lo que comúnmente se llama información.
- **Saber porqué (Know-why)** se refiere al conocimiento científico de ciertos principios y leyes ya sea en la naturaleza, la mente o en la sociedad; pero también se refiere a los marcos interpretativos basados en la experiencia y la intuición. Este tipo de



Conocimiento tácito (Subjetivo)		Conocimiento explícito (Objetivo)
Integrado		No - integrado
Basado en la I+D		Basado en la experiencia
Colectivo		Individual
Interno	VS	Externo
Es secuencial		Es situacional: presente aquí y ahora
Funcionamiento digital		Su funcionamiento es analógico
Sistemático y estructurado		Personal y poco estructurado
Fácilmente comunicado y compartido		Difícil de comunicar

Cuadro 1.2: Dicotomías del conocimiento.  
(Fuente: Andersen, 1993; Riesco, 2007)

conocimiento ha sido extremadamente importante para el desarrollo tecnológico en ciertas áreas tales como la industria química, eléctrica o la electrónica. Este tipo de conocimiento varía de individuo a individuo reflejando su formación preliminar, así como su posición dentro de las organizaciones afectando sus marcos interpretativos.

- **Saber cómo (Know-how)** se refiere a las habilidades, tal como la capacidad de hacer algo. Este puede ser relativo tanto a las más elementales tareas de producción como a otras tantas actividades económicas. Aplicado tanto a las habilidades prácticas como teóricas el “know-how” se encuentra estrechamente relacionado a lo que usualmente es referido como “competencia”.
- **Saber quién (Know-who)** se refiere a una mezcla de diferentes tipos de habilidades incluyendo las habilidades sociales. El “know-who” involucra información acerca de “quien sabe que” y “quien sabe hacer que”. También involucra la formación de relaciones sociales especiales de los expertos que hacen posible obtener acceso al, y utilizar el conocimiento eficientemente. el “know-who” colectivo se refleja tanto en las relaciones de redes internas como externas que las empresas han establecido.

Desde un punto de vista organizacional el “conocimiento organizacional” esta enclavado en las reglas, prácticas y normas de la organización, pero también puede ser almacenado en documentos y dispositivos técnicos, el “conocimiento colectivo” puede ser caracterizado como la mente de la organización. Dependiendo del tipo de organización, este puede estar centralizado o compartido y distribuido entre los miembros de la misma. En este segundo caso, el conocimiento esta representado en un estado del flujo, el cual emerge de la interacción de los miembros de la organización (Schienstock, 2001).

Una de las contribuciones clave con respecto a la emergencia del enfoque del conocimiento y su rol estratégico son los estudios de la creación del conocimiento organizacional llevados a cabo por Nonaka y Takeuchi (1995). En dichos estudios se profundiza y estructura su teoría, afirmando que en la creación del conocimiento hay que distinguir primeramente dos dimensiones: una epistemológica y otra ontológica. Mientras que la primera hace referencia a la naturaleza del conocimiento, el cual puede clasificarse en tácito y explícito. La segunda tiene que ver con las fuentes y la ubicación del conocimiento: individuos, grupos, organizaciones y contexto. Nonaka y Takeuchi proponen que el conocimiento puede

ser creado a través de cuatro procesos interactivos: a) **socialización (tácito a tácito)**, b) **externalización (tácito a codificado)**, c) **combinación (codificado a codificado)**, y d) **internalización (codificado a tácito)**. Esta perspectiva "SECI" sugiere que la creación de conocimiento organizacional tiene lugar entre tres niveles: individual, equipo y organización. La espiral representa el proceso dinámico, iniciando en el nivel individual y expandiéndose mediante el movimiento a través de comunidades de interacción que trasciende límites sectoriales, departamentales, divisionales e incluso organizacional (Fig.1.4).

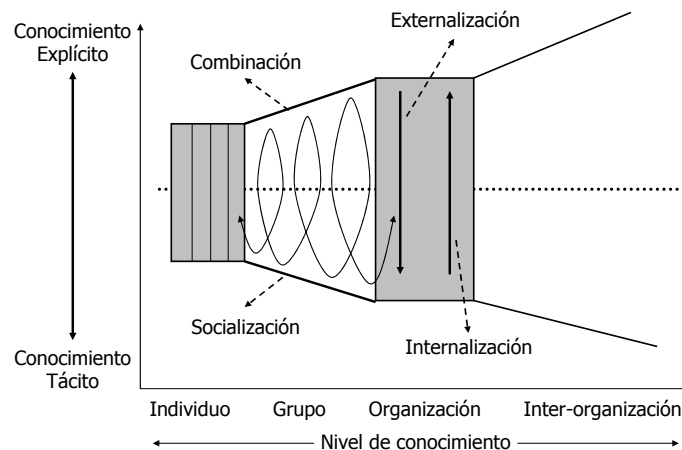


Figura 1.4: Espiral de creación de conocimiento organizacional.  
(Fuente: Nonaka y Takeuchi, 1995)

Sveiby (1997) argumenta que el conocimiento tiene cuatro características. Primero, el conocimiento especialmente práctico es, en un alto grado, tácito por naturaleza; esto es, es difícil de expresar en palabras. Segundo, el conocimiento es orientado a la acción y caracterizado de una manera natural parecida a un proceso. Una entidad es percibida al analizar los detalles de esta y los elementos que la integran en reflejo a experiencias previas. Tercero, el conocimiento se encuentra sostenido por reglas. Experiencias anteriores se acumulan en forma de modo de pensamiento que ayuda posteriormente a desarrollar diferentes actividades de manera efectiva. La práctica de hecho redefine estas reglas.

Finalmente, el conocimiento cambia de manera constante. La externalización del conocimiento tácito lo hace estático, y de esta manera, posible de reflexionar, distribuir y criticar. No obstante, el conocimiento es desarrollado a través de estas acciones. Así de manera resumida, el conocimiento prácticamente puede ser definido como "una capacidad para actuar".

No obstante, Polanyi (1966) ya diferenciaba el conocimiento en tácito o personal y explícito o codificado, destacando el papel dinámico del conocimiento y pasando a analizar lo que denomina el "conocer", considerando que el conocimiento es un flujo continuo. Para Polanyi, el conocimiento tácito engloba información que es difícil de expresar, formalizar o compartir. Su carácter promueve la diferenciación y dificulta la copia. Las características del conocimiento tácito pueden ser descritas de la siguiente manera:

- Capacidades difíciles de concretar, know-how, “alma” .
- Modelos mentales, cómo se entienden las conexiones causa-efecto, que significado se le da a los fenómenos, cómo se forman los juicios.
- Formas de aproximarse a los problemas, árboles de decisión, razonamiento basado en casos. Posible empleo de instrumental analítico.
- Rutinas organizacionales, procedimientos operativos, marcos de competencias. El conocimiento se encuentra en la intuición de qué datos emplear y de qué prioridad conceder a demandas competitivas.

El conocimiento explícito por otra parte solo representa una pequeña porción (la punta del iceberg) de lo que puede ser expresado en palabras y números del cuerpo entero del conocimiento. El conocimiento explícito es consciente y es expresable con el lenguaje. En suma, el conocimiento explícito solo puede hacerse en conocimiento práctico cuando los individuos pueden aplicar su propia experiencia y entendimiento conceptual al interpretar los detalles y las implicaciones a la acción (Brown & Duguid, 1991; Weick, 1995). El conocimiento tácito es saber cómo, mientras que el conocimiento explícito es saber que.

En el sector industrial, Leonard-Barton (1995) desarrolla un modelo de creación y difusión del conocimiento, el cual apunta a cuatro áreas de actividad dentro de las empresas en donde el conocimiento es sintetizado o transferido i) la importación y la absorción de conocimiento tecnológico del exterior de firma, ii) la solución de problema de manera compartida y creativa, iii) la experimentación y el diseño, y iv) la integración y la implementación de nuevas metodologías y herramientas. Si bien este modelo puede ser aplicado en el área de la investigación industrial, al mismo tiempo dicho modelo puede traslaparse sobre el ámbito de los sistemas relacionados a la conexión entre los científicos, las organizaciones industriales, las universidades y otros agentes relacionados a la creación y la transferencia de conocimiento; en lugar de ser utilizado de manera aislada dentro de una sola organización industrial.

Nonaka, Tomaya y Konno publican en el año 2000 un modelo evolucionado del modelo anterior (SECI). Este nuevo modelo consiste de tres elementos: 1. el proceso SECI, 2. el contexto para la creación del conocimiento, y 3. los activos de conocimiento, que son las entradas, salidas y moderadores del proceso de creación de conocimiento. Este proceso se define como una espiral que crece a partir de estos elementos (Fig.1.5).

Los autores indican que los individuos influyen en la creación de conocimiento y que, a su vez, están influenciados por el entorno con el que interactúan. A este entorno lo denominan *ba* (lugar), siendo el que proporciona el contexto en el que se genera el conocimiento. El conocimiento se crea a través de las interacciones entre los propios individuos o entre los individuos y sus entornos, y no por la actuación de un único individuo. El *ba* es el contexto compartido en el cual los individuos interactúan entre ellos, evolucionando de tal manera que crean nuevo conocimiento.

En cuanto a los activos de conocimiento, son definidos como recursos específicos de la organización, que son indispensables para la misma en la creación del valor. Los autores describen 4 tipos de activos del conocimiento:

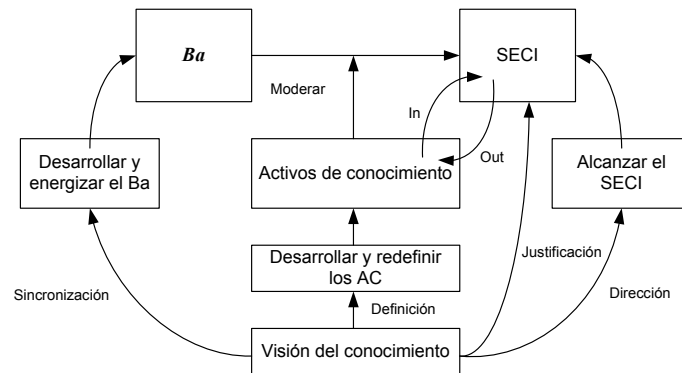


Figura 1.5: Modelo unificado de creación de conocimiento organizacional.  
(Fuente: Nonaka, Toyama & Konno, 2000)

- **Experimentales.** Conocimiento tácito compartido a través de experiencias comunes.
- **Conceptuales.** Conocimiento explícito articulado a través de imágenes, símbolos y lenguaje.
- **Sistémicos.** Conocimiento explícito sistematizado y empaquetado.
- **Rutinarios.** Conocimiento tácito rutinario y encapsulado en acciones y practicas.

Utilizando los activos de conocimiento existentes en un momento dado, la organización crea un nuevo conocimiento a través del proceso SECI, que tiene lugar en el *ba*. Este conocimiento generado pasa a formar parte de los activos de conocimiento de la organización, convirtiéndose en la base de una nueva espiral para la creación de conocimiento (Nonaka, Toyama & Konno, 2000).

El hecho de ampliar el modelo inicial (Nonaka & Takeuchi, 1995) con dos nuevos componentes, *ba* y activos de conocimiento, responde a la detección de la necesidad e importancia de tener en cuenta la estructura o contexto en el que tiene lugar la creación de conocimiento, y no solo la clasificación del mismo en tácito y explícito y el estudio del proceso de su creación. El método más obvio de creación de conocimiento es la I+D formal. La OECD (2002b) lo define de la siguiente manera: “La Investigación y Desarrollo experimental (I+D) comprende el trabajo creativo emprendido sobre una base sistemática con el fin de aumentar las reservas de conocimiento, incluyendo el conocimiento de las personas, la cultura y la sociedad, y el uso de esa reserva de conocimiento con el fin de concebir nuevas aplicaciones”. No obstante, esta manera formal representa solo una pequeña porción de la creación del conocimiento.

El conocimiento también puede ser creado de manera informal tal como se hace por ejemplo través de la generación de ideas en el trabajo. No se puede negar el hecho de que el rápido progreso a corto plazo se pueda deber simplemente a la aplicación del conocimiento existente (Freeman & Soete, 1997). Por lo tanto, la creación de conocimiento es un fenómeno mucho más grande y sistémico, aunque las instalaciones formales expliquen un gran porcentaje de los resultados.

En general, el conocimiento tecnológico involucra diferentes grados de especificidad, tacitividad, complejidad e interdependencia. Entre más específico, tácito, complejo e interdependiente sea el conocimiento, más difícil será de compartirse y transferirse. En el caso contrario, si el conocimiento es más explícito, simple, inespecífico e independiente será más fácil de compartirse y transferirse (Polanyi, 1966).

## 1.4. La gestión del conocimiento

El estudio del conocimiento y su gestión (GC) ha suscitado un amplio interés desde diferentes puntos de vista, lo que ha hecho que el mismo sea tratado desde perspectivas muy diferentes como los sistemas de información, el aprendizaje organizacional, la dirección estratégica o la innovación. De hecho, existe una amplia variedad de ámbitos y disciplinas muy diferentes y con múltiples objetivos de las cuales se ha nutrido y han influenciado y desarrollado el pensamiento y la praxis de la GC. Entre tales disciplinas se pueden encontrar las ciencias cognitivas, sociales, administrativas, de la información, ingeniería del conocimiento, la inteligencia artificial, y la economía (Oltra, 2002). Esta visión tan amplia ha alimentado la incredulidad de algunos investigadores en relación con este tópico.

En este sentido, (2001) afirman que la GC es como una etiqueta que abarca una diversidad de fenómenos, pudiendo ser interpretado como un intento de re-etiquetar fenómenos estudiados en términos de conocimiento. Estos autores citan la tipología de Blackler (1995) como ejemplo de dicha concepción: el conocimiento incorporado (embodied) re-etiqueta las habilidades prácticas, el conocimiento incorporado en la cultura (encultured) es un nuevo término para la cultura, etc. Este ejercicio de re-etiquetar puede inspirar nuevas formas de pensar, otros puntos de vista, otra forma de plantear los estudios.

La concepción de la GC deriva principalmente del modelo de creación de conocimiento desarrollado por Nonaka y Takeuchi (1995) y descansa primeramente, en que el conocimiento forma parte de distintos procesos organizativos que aportan valor a la organización, y segundo, estos procesos comprenden una serie de actividades de gestión de dicho activo. Por tanto, se entiende de forma general que la GC engloba un conjunto de actividades que permiten a las organizaciones crear valor a partir de activos de conocimiento. Estas ideas apuntan la importancia del estudio de la GC para las organizaciones. En este sentido, Bueno y Salmador (2000) señalan que el valor o la utilidad de la GC consiste en ayudar a construir una teoría que explique los procesos que facilitan la gestión eficiente del conocimiento en la organización.

De hecho, desde que Druker (1988) describiera al trabajador del conocimiento y Masuda (1990) introdujese los términos “sistemas de economías sinérgicas” y “democracias participativas” basadas en el trabajo de la información en red, la literatura sobre el tema se ha desbordado (Itami, 1980; Teece, 1986; Druker, 1988; Senge, 1990; Quinn, 1992; Davidow & Malone, 1992; Wiig, 1993; Kuhn, 1993; Hammer & Champy, 1994; Ackoff, 1994; Nonaka & Takeuchi, 1995; Prusak, 1997; Brooking, 1997; Davenport & Prusak, 1998; Leibowitz, 1999; Cope, 2000; Stewart, 1997; Edvinsson & Malone, 1997; Sveiby & Lloyd, 1987).

En general, las aportaciones mencionadas pueden clasificarse en cinco grandes etapas i) orientación hacia la información y los resultados, ii) enfoque centrado en los clientes, iii) enfoque hacia la interacción, iv) enfoque sobre las personas, y v) el movimiento del capital intelectual.

Algunas de las definiciones representativas que se pueden encontrar en la literatura acerca de la GC se encuentran las siguientes:

- Para Davenport (1998), es el proceso sistemático de buscar, organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en una específica área de interés.
- Para Malhotra (1997), la GC encarna el proceso organizacional que busca la combinación sinérgica del tratamiento de datos e información a través de las capacidades de las Tecnologías de Información, y las capacidades de creatividad e innovación de los seres humanos.
- Sveiby (1990) define a la GC como, el arte de crear valor con los activos intangibles de una organización.
- Para Revilla (1996), significa gestionar los procesos de creación, desarrollo, difusión y explotación del conocimiento para ganara capacidad competitiva.
- Según Garvin (1998), la GC obtiene y comparte bienes intelectuales, con el objetivo de conseguir resultados óptimos en términos de productividad y capacidad de innovación de las empresas. Engloba los procesos de generar, recoger, asimilar y aprovechar el conocimiento, con vistas a generar una empresa más inteligente y competitiva.
- Bueno (1998), define a la GC como la función que planifica, coordina, y controla los flujos de conocimiento que se producen en las organizaciones en relación co sus actividades y con su entorno, con el fin de crear ciertas competencias esenciales.

Aunque la GC no es un tema nuevo, dicho campo ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años, tal situación puede ser confirmada por las siguientes causas (Oltra 2002):

- A diferencia de otras corrientes del desarrollo del conocimiento, la GC excede en gran medida el ámbito de la investigación académica. Se trata en sí de un campo en el que participan simultáneamente academia y empresa, ciencia y práctica, de un modo desconocido anteriormente en la dirección de empresas.
- La propagación de la expresión "gestión del conocimiento" parece avanzar much más velozmente que la comprensión de su contenido, su estudio y su aplicación fehaciente en la empresas.
- El desarrollo simultáneo de los cimientos de la gestión del conocimiento en tres países líderes (E.E.U.U., Suecia y Japón) añadido a la gran heterogeneidad de concepciones teóricas y prácticas de la GC, contribuyen a que una desmesurada cantidad de literatura, iniciativas empresariales y otros tipos de producción puedan calificarse como pertenecientes al ámbito de la GC.
- La creciente importancia de las tecnologías de la información (TI) que afecta a todos los ámbitos de la economía y, en general de la vida diaria del siglo XXI, ha dado un importante espaldarazo a la GC, existiendo importantes enfoques de GC, especialmente vinculados a herramientas de gestión de la información, que precisamente se desarrollan a partir de estas cuestiones.

- La cuestión de las diferencias entre los valores contables y de capitalización bursátil de las empresas intensivas en conocimiento y, en este contexto la gran actualidad de la discusión acerca de la relevancia crucial de los activos intangibles, han contribuido a enriquecer el campo de la GC con los múltiples esfuerzos efectuados hacia la medición formal del capital intelectual.
- La convergencia entre, por un lado las consideraciones general acerca de la relevancia de los intangibles y, por otro de los enfoques más avanzados de dirección estratégica de recursos humanos supone un caldo de cultivo muy interesante para el desarrollo de la GC desde un enfoque centrado en las personas, especialmente en el contexto del denominado “trabajo del conocimiento”.
- Por último, en términos más amplios diversos conceptos de gran actualidad tales como “sociedad de la información”, “sociedad del conocimiento”, “economía global” o “nueva economía”, han contribuido a reforzar la popularidad de la GC, especialmente en cuanto al uso de dicha expresión en múltiples foros, conferencias, publicaciones, etc., relacionados a dichos conceptos mencionados.

No obstante, una gran parte de las definiciones que podemos encontrar en la literatura sobre GC inciden principalmente en la aplicación del conocimiento en la empresa, ya sea a través del capital humano, o en activos depositados en la empresa tales como patentes, rutinas, bases de datos, etc., con el fin de crear valor (Palacios, 2002).

De hecho, a nivel mundial la GC ha tomado cada vez mayor relevancia en el desarrollo sustentable de las organizaciones. Estudios realizados por distintas consultoras a nivel internacional así lo demuestran (KPMG, 1998; KPMG, 2000). Empresas del nivel de Microsoft (Davenport, 1997*b*), Hewlett Packard (Gannon, 1998), Ernst & Young (Davenport, 1997*a*) y Chevron (Ilee, 1997), entre otras, han iniciado programas de gestión del conocimiento orientados a fortalecer sus negocios y competencias.

#### **La empresa basada en el conocimiento.**

La proliferación de estudios sobre gestión del conocimiento ha llevado a la utilización del término “empresas basadas en el conocimiento”, recogiendo, de esta forma, la importancia que el conocimiento tiene para la organización. Zack (2003) apunta que un componente principal de los productos y servicios que desarrollan las empresas es el conocimiento, por tanto, las organizaciones se encuentran “basadas en el conocimiento”. En este sentido, desde el punto de vista del conocimiento al intentar organizar las actividades productivas e innovadoras, toda empresa debe analizar y comprender primeramente el proceso estratégico de creación del conocimiento.

Hoy en día, las empresas exitosas crean valor sostenible a través de la creación y el uso del conocimiento y el know-how. La esencia de la creación del conocimiento para estas empresas es la interacción entre el conocimiento tácito y explícito más que la actuación misma de estos tipos de conocimiento de manera separada. Esta es la interacción dinámica que genera innovación, y más aún conocimiento organizacional. La “innovatividad” organizacional no es meramente el proceso de información prevaleciendo a realizadas externas, sino que las empresas también crean nuevo conocimiento e información al redefinir internamente tanto los problemas como las soluciones encontradas. El conocimiento es creado a través de la

interacción tanto interna entre los miembros de la organización, como externa en relación al entorno. En este proceso de interacción también todos los participantes se ven autodesarrollados así mismos (Nonaka & Takeuchi, 1995).

El conocimiento es un proceso continuo y enclavado que puede ser adoptado para beneficio, o reprimido para su perjuicio. La racionalidad de la empresa en términos de gestión del conocimiento será la que determinará en última instancia su "modus operandi". Si éste se basa en sus beneficios al compartir y en flujos de conocimiento abundantes, y este se organiza por sí mismo como tal, entonces estará acorde con el fundamento básico de las economías basadas en el conocimiento, el cual se funda en la ética de compartir, y en la ética de dar (Styhre, 2003). Uno de los elementos de clave de una empresa exitosa es su capacidad para utilizar su base de conocimiento y para promover un entorno que pueda conducir al aumento del conocimiento. Otro elemento importante en cualquier organización es el descubrimiento y compartición de nuevo conocimiento (Tidd & Pavitt, 2001). La necesidad de conocimiento es ubicuo a través de la compañía, especialmente debido a que mucho del conocimiento de hoy en día es técnico.

Con el fin de establecer un patrón de referencia, Zack (2003) delinea las características de este tipo de empresas en torno a cuatro parámetros:

1. **Compartir y crear conocimiento.** Una organización basada en el conocimiento se ocupa de dos procesos relacionados: la aplicación eficiente del conocimiento existente y la creación de nuevo conocimiento. Con estos procesos la empresa se plantea distintos retos: a) asegurar que el conocimiento de una parte de la empresa sea aplicado a actividades de otras partes; b) asegurar que el conocimiento sea compartido en el tiempo con el fin de que la empresa se beneficie de la experiencia pasada; c) hacer posible que las personas de varias partes de la organización se encuentren y colaboren para crear nuevo conocimiento; d) facilitar oportunidades e incentivos para la experimentación y el aprendizaje.
2. **Establecer los límites del conocimiento.** Partiendo de que el conocimiento es producido y compartido a través de interacciones con distintos colectivos (clientes, socios de alianzas, proveedores, competidores), la empresa basada en el conocimiento no restringe los procesos de creación y aplicación del conocimiento, por tanto, sus límites de interacción son "difusos" y dinámicos. Eso es así porque la organización busca conocimiento dentro y fuera de la empresa, en este último caso, se asocia con quien pueda ayudarle a aprender lo que necesita.
3. **Desarrollar una estrategia de conocimiento,** alineando los procesos de gestión de conocimiento con la estrategia de la empresa, esto significa que dichas empresas tienen su propia estrategia de conocimiento, que se define en función del vacío entre lo que la empresa sabe y lo que necesita saber. Por tanto, las empresas deben tratar de cerrar esos gaps recurriendo a fuentes externas e internas de conocimiento y más rápidamente que sus competidores.
4. **Desarrollar una visión del conocimiento,** es decir, utilizar el conocimiento y el aprendizaje como criterios principales para evaluar como organiza, que hace, como se relaciona con los clientes, que imagen proyecta, etc. Esto implica que la empresa analice cada operación desde el punto de vista del conocimiento.



Para Nonaka (1991) una empresa generadora de conocimiento es un lugar en donde todos aprenden, todos crean conocimiento y todos buscan la verdad. El aprendizaje no es una actividad especializada de unos pocos..., es un estilo de conducta, un modo de actuar, una forma de ser en donde todos son trabajadores del conocimiento. Dicha afirmación anterior ha permitido acuñar el término "learning organizations" (Senge, 1990; Garvin, 1993). No obstante, mientras que para Garvin una organización que aprende es una organización experta en crear, adquirir y transmitir conocimiento, y en modificar su conducta para adaptarse a esas nuevas ideas y conocimiento, Senge concibe una "organización que aprende" como una "organización inteligente" en donde ve a ésta como un ámbito donde la gente aprende continuamente a crear y modificar la realidad, donde se cultivan nuevos patrones de pensamiento, donde la aspiración colectiva queda en libertad y donde la gente, de manera permanente, aprende a aprender en conjunto. El interés de las empresas por el aprendizaje está motivado por una inquietud de mejora y supone un cambio de perspectiva y un cambio en el modo de hacer las cosas.

Pedler et al. (1991) define a la organización que aprende como "una organización que facilita el aprendizaje de todos sus miembros y conscientemente se transforma a si misma y su contexto". La capacidad de aprendizaje de una organización debe ser dinámica para ser capaz de manejar la complejidad de la creación de conocimiento. No obstante, no se puede olvidar que el aprendizaje también involucra interacción entre los individuos de la organización, interacción entre las organizaciones como entidades, e interacción entre las organizaciones y su contexto (Nonaka, Toyama & Konno, 2000; Wang & Ahmed, 2003).

Las empresas basadas en el conocimiento, específicamente las empresas basadas en tecnología, han jugado un papel muy importante en el desarrollo de países como Estados Unidos, Francia, Japón, Reino Unido y Suecia, por mencionar algunos. Se puede observar por experiencias en estos países, que las empresas de alto crecimiento son comunes en los sectores de servicios de servicios intensivos en conocimiento (Góngora, 2003). También suelen integrarse en redes formales e informales de empresas y otro tipo de organizaciones; aquí es donde los activos intangibles cobran importancia, estas empresas capitalizan sus relaciones.

Muller y Watts (1993) al haber estudiado el concepto de las organizaciones que aprenden en diferentes países, revelan que Japón y Estados Unidos tienen distintos enfoques acerca del aprendizaje. Los holandeses y los escandinavos subrayan el aspecto humano de las organizaciones; y en Alemania combinan lo académico con lo práctico. De estos hallazgos se deduce que el significado y la aplicación del aprendizaje varía en función del contexto de su uso. Cada empresa tiene su propia manera de aprender y un lenguaje propio para transmitir conocimiento. Las empresas como organizaciones de aprendizaje, deben ejercitar tanto su capacidad intelectual como el conocimiento experto (expertise) derivado del análisis de los procesos productivos. Es así como el conocimiento adquirido mediante el aprendizaje se convertirá en un activo con valor añadido, un activo de conocimiento. Por lo tanto, una empresa puede ser considerada una "red de valor" cuando crea bienes tangibles e intangibles y crece a medida que desarrolla y transfiere conocimiento. El conocimiento que una persona adquiere de alguien se agrega al conocimiento que ya tenía, pero sigue estando presente en el otro. Así, desde el punto de vista de la organización el conocimiento se ha multiplicado. La clave para la creación de valor descansa en la eficacia de la comunicación entre el conocimiento tácito y el explícito y en la conversión de un tipo de conocimiento a otro (Nonaka & Takeuchi, 1995).

## 1.5. El conocimiento como bien intangible

En línea con lo anterior, literalmente, es fácil mostrar el rol que ahora juega el conocimiento en relación a la competitividad de las empresas. Muchas empresas particularmente de alta tecnología y sectores de alto valor añadido muestran un gran vacío entre el valor del stock de mercado de la compañía y el valor en libros de sus activos intangibles. Esto refleja el valor de los recursos intangibles de las empresas, la mayoría de los cuales consisten de los stocks de conocimiento el cual ha construido o adquirido la empresa. La creciente relevancia de los activos intangibles genera importantes implicaciones en los sistemas de valoración y gestión de las empresas. La década de los noventa constituye un punto base, sobre las iniciativas en el ámbito internacional acerca de la medición y gestión de los activos intangibles en los aspectos micro y macroeconómico. No obstante, se afirma que, si bien las organizaciones difieren ampliamente, con el tiempo se ha aprendido acerca de algunos factores los cuales proporcionan un mayor o menor contexto. Entre estos factores se encuentran: la estructura de la organización, los roles de los individuos clave, el entrenamiento y desarrollo del personal, la organización del trabajo (grupo de trabajo, proyectos, etc.), la medida en la que la gente está involucrada en los procesos de innovación, y como la organización por sí misma aprende y comparte el conocimiento (Tidd & Pavitt, 2001).

Actualmente, las economías basadas en el conocimiento (EBC) se encuentran en un proceso continuo de "des-materialización": las estructuras de costos de los bienes está siendo dominada de manera creciente por elementos de carácter intangibles. Tales elementos (activos) intangibles se han vuelto tan importantes como los activos tangibles, y una gran porción del valor de los activos tangibles esta basado en inversiones intangibles. Al mismo tiempo, los activos intangibles se ven reflejados en un incremento del predominio del sector de servicios. Actualmente, la mayoría de la población trabajadora en las economías más avanzadas tienen un trabajo en dicho sector, y tres cuartas partes del empleo total está dado por empleos de actividad mental que requieren conocimientos especializados. De hecho, muchas economías modernas muestran una contribución predominante del sector de servicios al Producto Interno Bruto (PIB). Sin embargo, para las EBC, el aumento de los activos intangibles y la reflexión en su naturaleza y efectos tiene dos importantes implicaciones: i) es necesario incluir los activos intangibles en el marco teórico económico, y ii) la consecuencia fundamental de incluir intangibles en el marco teórico es apuntar a numerosas complementariedades cuyos tipos y efectos deberán ser examinados detenidamente. Tales complementariedades incluyen el cruce entre actividades, instituciones y políticas. La combinación tierra - capital - trabajo, hoy en día no significa éxito si esta carente de un elemento tan intangible y vital como lo es el conocimiento (Fig 1.6).

De hecho, para gestionar el conocimiento de la forma más eficiente es necesario identificar las diferentes formas en que puede encontrarse en la organización, ya sea como capital humano, capital estructural o capital relacional (Edvinson & Sullivan, 1995) (Cuadro 1.3):

- El **capital humano** puede entenderse como el conjunto de conocimientos tácitos y explícitos, habilidades, competencias y experiencias que el personal de una organización ha adquirido en su desempeño laboral. A diferencia del capital tradicional de las empresas, éste se caracteriza por ser propiedad del individuo y renovable, pues debido a la obsolescencia del conocimiento, las organizaciones innovadoras han comenzado a crear

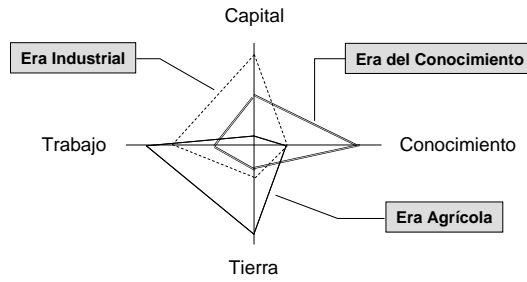


Figura 1.6: De la era agrícola a la era del conocimiento. (Fuente: Savage, 1996).

el ambiente apropiado para que su personal aprenda constantemente y desarrolle las capacidades y habilidades para producir conocimiento,

- El **capital estructural** comprende el conocimiento capturado e institucionalizado por los agentes organizacionales y que en consecuencia se ha logrado explicitar, estructurar, sistematizar e internalizar en la organización. Comprende los procedimientos, manuales, bases de datos, proyectos, rutinas organizativas, etc. Algunos pueden protegerse legalmente y convertirse en propiedad industrial, como las patentes, los modelos de utilidad o las marcas; otros, por el contrario, son objeto de derechos de autor registrados como el software, y
- el **capital relacional** comprende el valor que para una organización tiene i) el conjunto de relaciones que mantiene con su entorno (proveedores y clientes), ii) la lealtad del cliente, iii) los contratos desarrollados, iv) los canales de distribución del bien, y v) los acuerdos de licencias y franquicias, entre otros aspectos.

Capital		
Humano	Estructural	Relacional
- Saberes	- Manuales	- Lealtad
- Experiencias	- Procedimientos	- Confianza
- Capacidades	- Proyectos	- Capacidad de negociación
- Habilidades	- Patentes	- Satisfacción de clientes
- Motivación	- Rutinas organizativas	- Acuerdos de cooperación
Individual	Organizacional	Organizacional/Individual

Cuadro 1.3: Formas en que el conocimiento se encuentra en la organización. (Fuente: Hidalgo & León, 2006)

En su conjunto, el conocimiento es más que la suma de los elementos que lo integran y creando las conexiones adecuadas entre los mismos se genera valor para la organización (Roberts, 1999). Por tanto, la conectividad entre los capitales humano, estructural y relacional se convierte en un factor clave para el desarrollo del conocimiento. Si bien esta visión es estática y, por tanto, no muy operativa, hay que tener presente que las fronteras no están muy definidas y que existe una interacción continua entre todas. Precisamente, las técnicas

de gestión en las organizaciones deben permitir que exista una efectiva transición entre el conocimiento individual y el conocimiento organizativo, lo que implica facilitar un conjunto de condiciones orientadas a su creación y conversión o transferencia (Hidalgo & León, 2006):

- Diseñar los objetivos o aspiraciones de la organización, es decir, conceptuar qué conocimientos estratégicos y, a partir de ellos, los de carácter táctico ligados a las actividades que desea realizar la organización, que deben ser desarrollados e implementados.
- Crear las condiciones para que se desarrollen nuevos conocimientos a través de un elevado nivel de autonomía a nivel individual y grupal.
- Promover la creatividad y la capacidad de cuestionar la validez de los supuestos existentes mediante procesos organizados de reflexión que favorezcan la búsqueda de nuevos modelos o marcos de referencia.
- Reducir las contingencias que puedan presentarse a los miembros de la organización mediante el acceso fácil a información.
- Amplificar los resultados que se generen (conceptos o procesos) hacia otras áreas de la organización, lo que permitirá su internalización y socialización, es decir, que se lleve a cabo el proceso de conversión necesario. Esta amplificación debería ser institucionalizada mediante procedimientos o rutinas.

Sveiby (1997) ubica los activos intangibles en tres tipos: la organización misma, las personas y el entorno. De aquí deduce que adquirir conocimiento y hacerlo propio exige un esfuerzo de captación y transferencia del mismo desde sus fuentes originales (Cuadro 1.4). Finalmente, cuando se considera la gestión de los activos intangibles, es esencial entender que ninguno de los componentes de los activos intangibles per se es suficiente para el desarrollo exitoso; dichos activos de manera separada necesitan ser combinados dentro del mejor balance posible. Si bien, la economía ha considerado a otros activos intangibles (además del conocimiento) tales como la innovación, el capital humano y la organización, dicha consideración se ha realizado de manera individual. En realidad, uno puede argumentar que todos los activos intangibles (innovación, capital humano y organización) se combinan para crear el valor de la empresa: innovación (nuevo conocimiento); no obstante, tal innovación no tienen ningún valor a menos que esta sea transformada en un producto el cual sea vendido en el mercado. En otras palabras, la innovación, la organización de las actividades de producción, la organización de las actividades comerciales, y el capital humano contribuyen al valor creado a través de esta innovación.

## 1.6. La importancia del capital intelectual

Hoy en día disponer de una infraestructura adecuada no es condición suficiente para asegurar el éxito en un entorno cada vez más competitivo y turbulento. Existen otros factores como las capacidades y competencias de los empleados, la credibilidad de la empresa frente a sus cliente o saber retener a los mejores directivos, entre otros, que posean carácter intangible y que se están convirtiendo en los factores críticos de éxito en esta nueva economía basada en el conocimiento (EBC).

La organización
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estructura organizativa, roles, responsabilidades y relaciones,</li> <li>▪ Tradiciones e historia de la organización,</li> <li>▪ Flujo y rutinas de procesos,</li> <li>▪ Cultura, valores y creencias,</li> <li>▪ Patentes, know-how, memoria corporativa,</li> <li>▪ Investigaciones, evaluaciones, bases de datos y memorias corporativas,</li> <li>▪ Procesos y acciones de formación, simulación y modelación,</li> <li>▪ Naturaleza y futuro del negocio: misión, visión, valores, principios, filosofía,</li> <li>▪ Estrategia del negocio: competencias clave, ubicación de recursos, planes y predicciones,</li> <li>▪ Planes de mejora, de calidad, de reingeniería, y</li> <li>▪ Lecciones aprendidas.</li> </ul>
El entorno
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Satisfacciones, quejas, sugerencias, necesidades y retención de clientes y proveedores,</li> <li>▪ Centros de investigación y creación de conocimiento: universidades, experiencias,</li> <li>▪ Costos de mercado, productos, servicios,</li> <li>▪ Benchmarking de empresas del sector y mejores prácticas,</li> <li>▪ Políticas y legislación,</li> <li>▪ Tendencias económicas, sociales, demográficas, tecnológicas, gubernamentales,</li> <li>▪ Investigación en Internet y otros media,</li> <li>▪ Publicaciones,</li> <li>▪ Expertos y consultores,</li> <li>▪ Congresos,</li> <li>▪ Bases de datos y sistemas de expertos, y</li> <li>▪ Cursos de formación.</li> </ul>
Las personas
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Formación,</li> <li>▪ Experiencia, y</li> <li>▪ Contacto con los clientes.</li> </ul>

Cuadro 1.4: Tres tipos de activos intangibles.  
(Fuente: Sveiby, 1997)

Un claro ejemplo se puede ver diariamente en las cotizaciones bursátiles de las empresas. Sin duda existe una diferencia significativa entre el valor de sus libros contables y el valor del mercado. Por ejemplo, en 1995 el valor de mercado de la empresa Mc Donalds era de 26,2 billones de dólares, mientras que sus activos tangibles, es decir, aquellos recogidos en la contabilidad tenían un valor de 6,2 millones. ¿cual es la razón de tal diferencia existente entre el valor de mercado y el valor contable de la empresas?. La respuesta está en los activos intangibles de la empresa no reflejados por la contabilidad, es decir, el “capital intelectual organizativo”.

Las siguientes razones, hacen que el Capital Intelectual se este convirtiendo en un tema crítico (Ulrich, 2001):

- Es el único bien revalorizable de una empresa, mientras que los otros bienes (edificios, equipos, maquinarias, etc.) comienzan a perder valor desde que son adquiridos.
- El trabajo ligado al conocimiento esta aumentando conforme crece el sector servicios, incrementándose así la importancia del capital intelectual.
- Los empleados se han convertido prácticamente en voluntarios, ya que tienen oportunidades de trabajo en varias empresas y han decidido permanecer en una empresa en particular por el compromiso emocional que tienen con dicha firma.

- Los directivos no siempre aprecian suficientemente el capital intelectual, por lo que la vida profesional de los empleados con mayor capital intelectual no siempre ha mejorado.
- Los empleados con mayor capital intelectual son a menudo los menos apreciados. Así, en algunas grandes empresas, la impresión que el cliente tiene de dicha empresa proviene de los empleados que atienden al público, que a menudo son temporales y sin la dedicación o competencia suficiente, empeorando la imagen general de la organización.
- Las actuales inversiones en capital intelectual se basan en la premisa errónea de que solo una vez hecho el trabajo real, se dedica algún tiempo a las inquietudes sociales de los empleados, no siendo esta la mejor forma de incrementar el compromiso emocional con la empresa.

## 1.7. El capital intelectual de las naciones

En el nivel nacional, en las economías más desarrolladas la creciente importancia del conocimiento, ha significado que el stock neto de capital intangible (ejem. educación e I+D) creciera más rápidamente que el capital tangible (ejem. edificios, transportes, carreteras, y maquinaria). Esto tiende a ser igualmente verdad en las empresas. En un gran número de industrias, las iniciativas de los negocios están sintiendo una creciente necesidad para emprender importantes inversiones en sus recursos humanos, nueva tecnología, I+D y publicidad, para seguir un nuevo proceso e innovación de producto así como para desarrollar y mantener sus amplias capacidades para asimilar y explotar externamente información disponible (Cohen & Levinthal, 1989). Para las empresas de innovación jóvenes en entornos altamente competitivos, los activos a largo plazo más importantes serán los activos intangibles tales como el conocimiento de sus empleados, la tecnología en desarrollo, los planes de fabricación, la publicidad y los sistemas de distribución, los cuales están ausentes de las declaraciones financieras (Brennan, 1992). Los intangibles están entre determinantes fundamentales del valor de las iniciativas de negocios (Mortensen, Eustace & Lannoo, 1997).

De hecho, la creciente importancia del conocimiento es mostrada por el hecho de que muchas inversiones de los sectores en recursos intangibles ahora son mucho más grandes que aquellas en equipo de capital fijo. Hace treinta años las economías industriales fueron dominadas por sectores tales como el acero, químico y energético los cuales invirtieron grandes montos en maquinaria y equipo. Por el contrario los sectores de crecimiento acelerado de 1990 tal como el electrónico, farmacéutico y de telecomunicaciones invirtieron principalmente en I+D, tecnología informática y de software, publicidad y capacitación. Muchas empresas y organizaciones incluyendo la OECD están orientando sus esfuerzos hacia la mejora de la medición tanto de los recursos intangibles como de los retornos de las inversiones en la adquisición y creación de conocimiento tal como la I+D y la capacitación (Barber & Lambert, 1998).

La mayoría de los pocos y recientes estudios que discuten la definición, medición e impacto de los activos intangibles concluye que la creciente importancia de los activos intangibles se refleja en el hecho de que el conocimiento se ha convertido en un factor clave en la economía (Vickery, 2000; on the Intangible Economy, 2001). De cierto, se piensa que el común denominador en las discusiones de los activos intangibles y sus varios generadores y

formas puede ser el conocimiento: i) la innovación es creación de nuevas ideas, por lo tanto de conocimiento, ii) el capital humano es el stock de conocimiento y la capacidad para crear nuevo conocimiento y iii) la ventaja de la organización puede estar sostenida primeramente en su capacidad para coordinar el intercambio y la creación de conocimiento.

La consideración de los activos intangibles también implica la consideración de todos los factores y canales través del cual el conocimiento puede fluir, así como los posibles obstáculos a tales flujos. Un ejemplo es la consideración del capital humano, y su capacidad para emprender como un canal de transferencia tecnológica. Otros canales incluyen las licencias de tecnología, la divulgación de patentes, publicaciones o reuniones técnicas, conversación con empleados de empresas innovadoras, posiblemente en el contexto de redes informales, contratación de empleados de empresas innovadoras, ingeniería de reversa, etc. (Mansfield, 1986).

El capital intelectual nacional y los intangibles han sido analizados de manera amplia en la literatura económica dentro del marco de la economía de la innovación. No obstante, parecen existir pocos acuerdos en algunos temas tales como su naturaleza económica, definición y clasificación, la forma en la que ellos afectan el valor de las empresas por ejemplo, o el criterio que deberían adoptar para su reconocimiento, medición y depreciación. Al nivel nacional sucede algo similar. De hecho, diferentes modelos de medición de los activos de conocimiento al nivel nacional han sido propuestos y desarrollados por varias organizaciones mundiales tales como el Banco Mundial (2002), OCDE (2001a), APEC (2000), entre otros. Algunos de estos modelos han constituido los cimientos de la gestión y medición del conocimiento de algunos países y regiones del mundo. Lo destacado de dichos enfoques es que en general:

1. Toman en cuenta a todos aquellos elementos que constituyen el desarrollo económico de un país (económico e institucional, social y cultural, capital humano y educación, conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación, infraestructura de información y comunicación, empresas, etc.),
2. Proveen una base analítica útil para promover el uso efectivo, la creación y la difusión del conocimiento (Committee, 2000),
3. Identifican los problemas y las oportunidades desde las diferentes perspectivas de un país, hacia donde puede requerirse enfocar la atención de las políticas y las futuras inversiones (WBI, 2002).

Si bien, originalmente fueron desarrollados durante la época de la agricultura y la economía industrial, estos modelos permiten evaluar y comparar diferentes economías nacionales en el mundo a través de diferentes indicadores. Sin embargo, su enfoque inicial parece haber sido sobre los activos tangibles y el capital estructural. Por lo que algunos de estos modelos han evaluados el crecimiento nacional en términos de inversiones en TI o de inversión en otros activos estructurales que describen mejor la medición de las inversiones o los procesos en términos de resultados (WBI, 2002) (Cuadro 1.5).

<b>Indicadores de desempeño</b>
1. Tasa de crecimiento anual del PIB
2. Índice de Desarrollo Humano
<b>Régimen institucional e Incentivos económicos</b>
3. Barreras arancelarias y no arancelarias
4. Calidad de la Regulación y del ámbito institucional
5. Cumplimiento de la Ley
<b>Educación y recursos humanos</b>
6. Tasa de alfabetismo en adultos
7. Asistencia escolar secundaria
8. Asistencia escolar terciaria
<b>Sistema de innovación</b>
9. No. de Investigadores por millón de habitantes
10. No. de publicaciones científicas y tecnológicas por mil habitantes
11. No. solicitudes de patentes por mil habitantes
<b>Infraestructura de información</b>
12. No. de Teléfonos fijos por 1,000 habitantes
13. No. de computadores por 1,000 habitantes
14. Usuarios de Internet por 10,000 habitantes

Cuadro 1.5: Metodología de activos de conocimiento (KAM)  
(Fuente: WBI, 2002)

De hecho, en este sentido la OCDE afirma que, para entender completamente como trabaja una EBC, son requeridos nuevos conceptos económicos y medidas que sigan el fenómeno más allá de las transacciones de mercado convencionales. En general, la OCDE sugiere que para mejorar los indicadores de las EBC son necesarias las siguientes tareas:

1. **Medir los insumos de conocimiento.** Los principales indicadores de insumo de conocimiento son i) el gasto en la I+D, ii) el empleo de ingenieros y personal técnico, iii) las patentes; y iv) la balanza de pagos tecnológicos. De hecho, éstos en parte son indicadores de ciencia y tecnología (CyT) promulgados por la OCDE.
2. **Medir los stocks y los flujos de conocimiento.** La medición de los stocks de capital físico disponible a una economía es una tarea enorme, de modo que la medición de los stocks de capital de conocimiento podría parecer casi imposible. Como tal, la OCDE ha sugerido algunos de los indicadores indirectos. Este hecho también se aplica al flujo de conocimiento.
3. **Medir los resultados del conocimiento.** En cuanto a los resultados de conocimiento, nuevamente sólo se han desarrollado indicadores indirectos, incluyendo la delimitación de una lista de industrias de alta tecnología. En general, la OCDE ha intentado medir el conocimiento de manera directa. No obstante, se observa que el medir las EBC a través de utilizar tal enfoque podría plantear un gran desafío debido a que existen obstáculos sistemáticos a la creación de cuentas de capital intelectual paralelas a las cuentas de capital fijo convencional. En el centro de las EBC, el conocimiento en sí mismo es particularmente difícil de cuantificar.
4. **Medir las redes de conocimiento.** En cuanto a medición de las redes de conocimiento, los indicadores de creación y distribución de conocimiento al nivel de las empresas, se aconseja que sea recogidos a través de las llamadas encuestas de innovación.



5. **Medir el conocimiento y el aprendizaje.** Finalmente, los indicadores para medir el conocimiento y el aprendizaje son necesarios para reflejar la eficacia y la equidad de la educación y entrenando en lo que también debe ser “una economía de aprendizaje”. A este respecto, la OCDE desarrolló indicadores de capital humanos apuntando particularmente a la medición de tasas de retorno privados y sociales sobre la inversión en educación y la capacitación.

## 1.8. La economía basada en el conocimiento (EBC)

Una **Economía basada en el Conocimiento (EBC)** es una economía en la cual la generación y explotación del conocimiento juega un papel predominante en la creación de la riqueza (DTI, 1998). El término economía basada en el conocimiento (EBC) resulta del reconocimiento total del papel del conocimiento y la tecnología en el crecimiento económico. El conocimiento, como parte integrante de los seres humanos (como “capital humano”) y en la tecnología, siempre han sido centrales al desarrollo económico. Pero solo hasta hace pocos años, su relativa importancia ha sido reconocida, en la misma medida en que crece su importancia (OECD, 1996). En la era industrial, la riqueza era creada a través del uso de máquinas al reemplazar a la mano de obra. Hoy en día mucha gente asociada a las EBC con industrias de alta tecnología tales como las TI y los servicios financieros, llamados “trabajadores del conocimiento” son definidos como “analistas simbólicos”, los trabajadores quienes manipulan símbolos más que máquinas. Estos incluyen arquitectos, diseñadores de moda, investigadores farmacéuticos, profesores y analistas políticos. Sin embargo, la EBC no es solo un grupo de nuevas tecnologías tales como: Información, Tecnología e Internet. La EBC es además un grupo de nuevos recursos de ventaja competitiva, particularmente la capacidad para innovar, crear nuevos productos y explotar nuevos mercados, aplicando a todas las industrias, alta y baja tecnología, fabricación y servicios, ventas y servicios. Los economistas hablan de la nueva era del conocimiento o de la sociedad de la información, en la que la correlación de fuerzas entre los recursos en los que se basa la economía mundial (tierra, capital, trabajo y conocimiento) cambia radicalmente.

Las EBC ponen gran énfasis en la creación, difusión y uso del conocimiento, pues los determinantes del éxito de una economía nacional como un todo son aún más dependientes de su efectividad para reunir y utilizar el conocimiento. De hecho, las distribuciones de producción y exportación en los sectores intensivos en conocimiento han aumentado drásticamente tanto en países desarrollados como en las nuevas economías industrializadas. El desarrollo de una EBC es un proceso acumulativo y evolutivo. Debido a que la transición exitosa hacia una sociedad basada en el conocimiento se encuentra necesariamente configurada y determinada por las circunstancias locales, el conocimiento tácito y las tradiciones tecnológicas ninguna EBC puede ser exactamente igual a otra no desarrollada de la misma manera como en algún otro país.

De acuerdo a la Organización del Banco Mundial (2005), los cuatro pilares de las EBC son los siguientes:

- Un régimen económico e institucional que provea incentivos para el uso eficiente del conocimiento, ya sea previo o nuevo.

- Una fuerza de trabajo educada y capacitada para crear, compartir y utilizar el conocimiento de manera efectiva.
- Un sistema de innovación eficiente que incluya centros de investigación, universidades, consultorías y otras organizaciones capaces de utilizar el conocimiento global, asimilarlo y adaptarlo a las necesidades locales, y al mismo tiempo, generar nueva tecnología.
- Una infraestructura dinámica de la información que facilite la comunicación, difusión y procesamiento de la información.

Actualmente las economías basadas en el conocimiento (EBC) se han encaminado hacia una economía conducida por el conocimiento (ECC). La economía conducida por el conocimiento es una idea reciente basada en la extensa evolución de conceptos previos tales como el conocimiento, la economía del conocimiento, etc. El aumento en la importancia del conocimiento esta cambiando la forma en que las empresas compiten y el origen de la ventaja comparativa entre los países. Esta es una realidad de la economía mundial para los países a la vanguardia, el balance entre el conocimiento y los recursos ha cambiado radicalmente hacia el primero en donde el conocimiento ha sido quizá el factor más importante que determina el estándar del nivel de vida. De hecho, las economías tecnológicamente más avanzadas están verdaderamente basadas en el conocimiento.

No obstante, el desarrollo de una economía conducida por el conocimiento involucra un periodo de ajuste y cambio estructural. Este desarrollo cambia la forma en que compiten las empresas; un mejor acceso a los mercados globales es parte de la ecuación, pero son métodos alternativos de gestión y estructuras organizacionales. Tales desarrollos tecnológicos y cambio de enfoques están creando totalmente nuevos tipos de productos.

Las nuevas tecnologías de la información han venido a transformar más profundamente los procesos mismos de producción de la propia información y conocimiento, con lo cual el potencial de transformación existente se convierte en exponencial ya que permite establecer conexiones constantes en todos los dominios de la actividad humana, entre todos los elementos de los mismos y en todas las actividades que pueden desarrollar estos en aquellos. Desde aquí se ha ido forjando una EBC profundamente interconectada e interdependiente en la que cada vez más la lógica generalizada de funcionamiento consiste en una serie de bucles ininterrumpidos en los que la tecnología y su gestión se aplican una y otra vez a la tecnología, la innovación y el conocimiento mismos (Machlup, 1980; Machlup, 1982; Machlup, 1984; Dosi, Freeman & Nelson, 1988). Esta dinámica recursiva ha trastocado sustancialmente la concepción misma que tenían las sociedades que han experimentado este tipo de cambios profundos antes de que éstos se dieran.

Aunque las TI permiten incrementar la codificación del conocimiento, una gran cantidad de información descansa en el conocimiento tácito - integrado en la habilidad, competencias y experiencias de las personas-. El capital humano es, por lo tanto, crucial para la capacidad de las empresas al producir nuevos productos y aplicar nuevos procesos tecnológicos, así como para trabajar en entornos de trabajo estructurados. Por lo tanto, mientras las TI pueden moverse entre los límites del conocimiento tácito y explícito, estas también incrementan la importancia de adquirir un rango de habilidades o tipos de conocimiento. Así, en la emergente sociedad de la información, una gran y creciente proporción de fuerza de trabajo se encuentra ocupada en el manejo de la información de manera opuesta a los factores más tangibles

de la producción. No obstante, aunque las EBC son afectadas por el creciente uso de las tecnologías de la información, esto no significa que esto sea sinónimo de la llamada sociedad de la información. La economía basada en el conocimiento, como se puede apreciar, esta caracterizada por la necesidad de aprendizaje continuo tanto de información codificada como de competencias para usar esta información (OECD, 1996).

## 1.9. La economía basada en el aprendizaje (EBA)

La transición de una “Economía basada en el Conocimiento (EBC)” a una “Eco-nomía basada en el Aprendizaje (EBA)” no implica necesariamente un uso del conocimiento más intenso y extenso. Más bien implica que el conocimiento se crea y se destruye más rápidamente, volviéndose obsoleto más rápido que antes. Una combinación de TI, globalización, desregulación y competencia intensa llevan a una más rápida transformación y cambio en la economía. Para las empresas individuales esto significa que las formas organizacionales, así como el aprendizaje sostenido y las capacidades de innovación se vuelven más importantes.

Si bien el conocimiento constituye el elemento fundamental a partir del cual se articulan los procesos de aprendizaje; la introducción, la utilización y el aprovechamiento del mismo conocimiento dentro de la economía (y en la sociedad, en general) no puede hacerse solamente por dar acceso a la ciudadanía a los flujos de información a través de las redes de TI. Esto requiere del aprendizaje activo e interactivo por los individuos y las organizaciones que toman parte en los procesos de innovación de diferentes tipos. La eficiencia de estas actividades de aprendizaje, y por lo tanto, del desempeño de los procesos de innovación depende de las infraestructuras y las instituciones económicas, políticas y sociales. Este también depende de las experiencias pasadas las cuales son reflejadas en los aspectos tangibles e intangibles de las estructuras de producción y de los valores y las políticas (Johnson, Edquist & Lundvall, 2003).

De acuerdo a las nuevas teorías del crecimiento económico (Romer, 1986; Aghion & Howitt, 1998), la capacidad de un país para tomar ventaja de la economía del conocimiento depende de que tan rápido este se convierta en una Economía basada en el Aprendizaje. El aprendizaje significa no solo utilizar nuevas tecnologías para el acceso al conocimiento global. Esto también significa utilizar dichas tecnologías para comunicar (y desarrollar) junto con otras personas la innovación. Este nuevo contexto de la EBA se encuentra caracterizado más que nada por la velocidad en las tasas de cambio dando una fuerte importancia a los procesos de aprendizaje para el desempeño económico. En la economía del aprendizaje los individuos, las empresas y los países serán capaces de crear riqueza en proporción a sus capacidades para aprender y compartir la innovación (Foray & Lundvall, 1996; Lundvall & Johnson, 1994; Archibugi & Lundvall, 2001).

Desde el punto de vista de la innovación y el conocimiento, los procesos de innovación no solo producen nuevo conocimiento en forma de nuevos productos y proceso. Estos también producen competencias mejoradas tanto al nivel individual como al nivel organizacional a través de los procesos de aprendizaje, los cuales tienen lugar de manera concurrente con la creación de novedades. El nuevo conocimiento producido en los procesos de innovación no esta solamente incorporado en nuevos productos, procesos y servicios, sino que también

se encuentra internalizado por la gente involucrada en los procesos y al mismo tiempo se encuentra incorporado en las prácticas de la organización (Lundvall, 1992). De hecho innovación y aprendizaje son dos procesos estrechamente ligados, ellos representan las dos caras de la misma moneda. Mientras la innovación es el resultado de los procesos de aprendizaje de los actores sociales, la aplicación exitosa de las innovaciones, por otro lado, depende en gran medida de los procesos de aprendizaje de los actores sociales involucrados (Lundgren, 1993). Por lo tanto, los procesos de aprendizaje incluyen tanto la adquisición o autocreación de nuevo conocimiento (entendimiento/desarrollo cognitivo), y la aplicación de este nuevo conocimiento (hacer/desarrollo del comportamiento) (Stahl, Simpson & Hayes, 1992).

Algunas distinciones que pueden ser hechas con respecto a los diferentes tipos de aprendizajes existentes son las siguientes:

- **Aprender haciendo (Learning by doing)** (Garud, 1997). Durante el aprender haciendo, el saber-cómo (know-how) es adquirido. El saber-cómo (Know-how) reside en los individuos, en rutinas organizacionales y en prácticas de manufactura (Garud, 1997). El progreso tecnológico es en gran parte asunto de experiencia práctica. Freeman reformula el concepto de “aprender haciendo” en un concepto más específico denominado “Aprender produciendo” (Freeman & B.A., 1988).

- **Aprender usando (Learning by using)** (Rosenberg, 1982). Uno de los propósitos principales del aprender usando es determinar las características de representación óptimas de un producto duradero desde que ellas afecten la vida útil del producto. A menudo los actores envueltos en este tipo de aprendizaje son los usuarios de la tecnología (generalmente las empresas), como los desarrolladores de tecnología.

La diferenciación de estas dos últimas formas de aprendizaje reside en que el primero (learning by doing) genera un aumento basado en los procesos de producción (desarrollo de las habilidades en la producción), y el segundo (learning by using) genera un aumento como resultado del uso subsecuente del producto (el contexto de aplicación de un nuevo producto). Ambos aprendizajes caracterizan los tipos de conocimiento los cuales no pueden ser deducidos a partir de leyes y principios científicos y metodológicos. Este no puede ser aprendido mediante procesos de educación formales. Lo que los individuos adquieren es la capacidad para hacer o utilizar cosas efectivamente, así como para resolver problemas relacionados a los procesos de hacer (doing) y usar (using).

- **Aprendizaje por búsqueda (Learning by searching)**. Durante el aprendizaje por búsqueda, el saber-porqué (know-why) se adquiere. El aprendizaje por búsqueda está relacionado con la búsqueda sistemática y organizada de nuevo conocimiento. Las empresas pueden aprender por la búsqueda del conocimiento existente disponible, el cual, combinado con su stock de conocimiento puede llevar al desarrollo de nuevos productos y procesos. Sinónimos de aprendizaje por búsqueda son Investigación y Desarrollo (I+D), y “Aprendizaje por estudio” (Garud, 1997). Foray (1997) cita el “learning by organized searching” también como el conocimiento adquirido y asimilado de recursos externos. Johnson (1992) por su parte separa el “learning by searching” del “learning by exploring”.
- **Aprendizaje interactivo (Learning by interacting)** Él autor coloca el aprendizaje dentro de los SI en el centro del análisis y apunta específicamente a la importancia

del aprendizaje entre usuarios y productores. El argumento principal es que la innovación exitosa es en alto grado dependiente de contactos usuario-productor cercanos y persistentes. Andersen y Lundvall (1988) exponen que el aprendizaje interactivo es la base para muchas innovaciones incrementales, y que las experiencias de aprendizaje y menores innovaciones son prerrequisitos importantes para otras innovaciones más radicales.

Este último tipo de aprendizaje (interactivo) es particularmente importante para los procesos de innovación debido a la transferencia de conocimiento que se da entre los actores involucrados de dichos procesos. El aprendizaje no se limita exclusivamente a las universidades o a los profesionales, la realidad actual obliga a que los procesos de aprendizaje sean considerados por la sociedad en su conjunto la cual integra todo un sistema el sistema económico y consecuentemente todo el sistema innovador (SI). El proceso de innovación, como un proceso complejo y continuo, requiere de interconexión entre los distintos actores que participan en un proceso de aprendizaje mutuo<sup>2</sup>.

El proceso de creación de conocimiento es un proceso de aprendizaje continuo y acumulativo, en el cual el conocimiento acumulado anteriormente aumenta la capacidad para ganar más conocimiento y aprender subsecuentes conceptos más fácilmente (Bhatt, 2000). El aprendizaje y la creación de conocimiento pueden tener lugar en varios niveles sociales. De hecho tales niveles pueden ser diferenciados entre los procesos de aprendizaje individual y los procesos de aprendizaje colectivos. Si bien el aprendizaje es ante todo un proceso individual, este no tiene lugar solamente en el nivel individual. El aprendizaje debe ser visto como un proceso interactivo, co-dependiente de la comunicación entre la gente o las organizaciones con diferentes tipos de conocimiento requeridos. Por lo tanto, el aprendizaje también ocurre a través de las empresas y las organizaciones al aprender de manera inter-empresarial e inter-organizacional, de una manera institucional cruzada y finalmente en todo el sistema (Archibugi, Held & Kohler, 1998).

El aprendizaje individual se refiere a la adquisición de información, conocimiento, entendimiento, habilidades y competencias por los individuos a través de algunas formas de educación y entrenamiento (OECD, 2000). El aprendizaje de tipo individual puede tener una variedad de formas. De hecho puede ser diferenciado entre "**aprendizaje formal**" dentro de las instituciones educativas tales como escuelas, colegios, y universidades e instituciones de educación vocacional. O por otro lado, "**aprendizaje informal**" basado en la experiencia.

Si bien la educación formal concierne primariamente a la diseminación del conocimiento existente, nuevos enfoques apuntan de cada vez más a la creación de nuevo conocimiento basado en la combinación de la educación sobre las bases de los proyectos. "Know what" y "know why" son las formas de conocimiento que típicamente son aprendidas en los sistemas de educación formal (Lundvall & Johnson, 1994). El aprendizaje individual (junto al aprendizaje formal) también tiene lugar en una manera más informal, como procesos de aprendizaje los cuales pueden estar enclavados en las rutinas de las actividades económicas. Tales actividades involucran el "learning by doing", el cual aumenta la eficiencia de las operaciones

---

<sup>2</sup>La importancia de las interrelaciones entre los distintos actores, como elemento dinamizador que facilita los procesos de innovación ha sido analizado en profundidad por Saxenian (Saxenian, 1994), Scott (Scott, 1986) y Storper (Storper, 1989)

de producción (Arrow 1962), el “learning by using”, el cual incrementa la eficiencia del uso de sistemas complejos (Rosenberg, 1982) y el “learning by interacting”, el cual involucra a los usuarios y los productores en una interacción resultante en innovaciones (Lundvall, 1988).

El aprendizaje individual es naturalmente crucial con el fin de que las empresas aumenten su capacidad innovadora. No obstante, las empresas tienen que moverse más allá del aprendizaje individual y estimular el aprendizaje organizacional para soportar de una manera sostenible los procesos de innovación. El aprendizaje organizacional crea el conocimiento en un grado mucho mayor que el aprendizaje individual. El aprendizaje organizacional, por supuesto, depende del aprendizaje individual, pero es de diferente naturaleza.

Nonaka, Toyama & Byosiére (2003) argumentan que lo esencial para las organizaciones es la capacidad para crear conocimiento continuamente<sup>3</sup>. Desde el punto de vista de las organizaciones el aprendizaje organizacional además de ser continuo es en gran medida social y localizado. Este tipo de aprendizaje es el proceso por el cual las organizaciones adquieren conocimiento tácito y experiencia. Tal conocimiento improbablemente está disponible en forma codificada, de tal manera que este no puede ser adquirido por medio de la educación formal y el entrenamiento. En lugar de ello requiere un continuo ciclo de descubrimiento, diseminación, y la emergencia de compartir el entendimiento. Si bien no hay mucho consenso en cómo este tipo de aprendizaje debería ser definido, este tipo de aprendizaje es multifacético y de concepto complejo. Para Dodgson (1996) el aprendizaje organizacional es “la vía a través de la cual las empresas construyen, suplen y organizan el conocimiento y las rutinas alrededor de sus competencias y dentro de sus culturas; adaptando y desarrollando su eficiencia organizacional a través del mejoramiento del uso de las mismas competencias”<sup>4</sup>.

Walsh y Ungson (1991) afirman que el aprendizaje organizacional aumenta la memoria organizacional, la cual puede ser definida como la información y el conocimiento almacenados desde un punto de vista histórico de la organización los cuales pueden aplicados al presente. No obstante, el conocimiento organizacional significa más que el simple incremento del stock de conocimiento. Este también incluye el “know-how” para aplicar el conocimiento al hacer las cosas y organizar los procesos en una nueva y usualmente de muchas maneras diferentes.

Shrivastva (1983) resume en cuatro las corrientes fundamentales sobre el aprendizaje organizacional de acuerdo a su finalidad: i) aprendizaje adaptativo, ii) aprendizaje de cambio de estrategias de actuación, iii) aprendizaje de continuación del desarrollo del conocimiento organizacional, y iv) aprendizaje de elaboración de experiencias institucionales.

No obstante, para que el aprendizaje organizacional sea efectivo debe cumplir las siguientes condiciones (Riesco, 2007):

---

<sup>3</sup>La dinámica organizacional continua del proceso de creación de conocimiento involucra los cuatro modos de conversión de conocimiento descritos anteriormente: Socialización, externalización, combinación e internalización (Nonaka & Takeuchi, 1995)

<sup>4</sup>Las competencias de una empresa son la combinación enfocada de recursos dentro de la empresa, que define sus actividades y posición en el mercado. Ellas consisten en conocimiento y habilidades, y crecen a través del aprendizaje. Teece en (D.J., Rumelt, Dosi & Winter, 1994) distingue dos tipos de competencias: Competencias organizacionales/económicas, y Competencias técnicas.

- **Comunicación.** La comunicación es la espina dorsal del aprendizaje organizacional. Puede gestionarse individualmente o en común,
- **Estructuras organizacionales.** Las estructuras flexibles y reticulares facilitan los diálogos intensivos e informales. Las organizaciones planas son aptas para ámbitos donde se trabaja de forma colaborativa, en tareas no complejas y rutinarias,
- **Depósitos de conocimiento.** Son lugares donde se almacena el conocimiento. Su captación puede darse de forma activa cuando el trabajador lo busca; o de forma pasiva, cuando los trabajadores reciben el conocimiento en su escritorio y lo incorporan en la memoria, y
- **Cultura.** Un ámbito que facilite el aprendizaje permanente y su puesta en práctica.

Finalmente, el hecho de que existan diferentes tipos de conocimiento conectados en parte a diferentes tipos de aprendizaje hace que la gestión del conocimiento en las organizaciones sea un asunto complejo; de tal manera que la producción y difusión del conocimiento en si mismo esta cambiando de carácter. Algunos elementos del conocimiento se están volviendo más codificados y mucho más móviles globalmente mientras otros elementos claves permanecen tácitos y profundamente enraizados en los individuos y las organizaciones (Lundvall, 2002). Por lo tanto, el aprendizaje es importante durante las actividades económicas en general, pero es especialmente importante en los procesos de innovación. El análisis de los procesos de innovación mueve el foco hacia la combinación de la innovación y el aprendizaje. La innovación es vista como el resultado de los esfuerzos hechos o como efectos secundarios de actividades continuas. Por lo tanto, crucial para el entendimiento de como las actividades continuas pueden resultar en innovación es el entendimiento de los procesos de aprendizaje. De esta manera, los procesos de innovación pueden ser vistos como un proceso de producción (conocimiento) conjunta en donde un resultado es la innovación y el otro un cambio en la competencia de los agentes involucrados (aprendizaje) (Lundvall, 2004). Al nivel del conocimiento, en la actualidad se desarrollan íntimas implicaciones entre la ciencia y la tecnología, y, a su vez, entre las diversas ramas de la ciencia; en la escala global, surge un nuevo sistema de relaciones entre lo social, lo económico y la tecnología misma. Estos son los denominados Sistemas Nacionales de Innovación (SNI).





## Capítulo 2

# Los sistemas nacionales de innovación (SNI)

### 2.1. La innovación basada en el conocimiento

El reciente entendimiento de la naturaleza del conocimiento asociado a los procesos de innovación tecnológica está en el corazón del avance conceptual. No obstante, no ha sido sino a partir de la década de los ochenta que varias áreas del análisis económico han retomado el interés sobre el análisis del cambio tecnológico.

El análisis de la capacidad de un país para emprender exitosamente procesos de cambio tecnológico (progreso tecnológico) ha surgido en numerosos trabajos como uno de los factores más importantes que explican las diferencias de crecimiento del ingreso y del comercio entre diferentes economías. Por lo tanto, si concebimos el progreso tecnológico (y su carácter endógeno) desde el punto de vista de su aplicación al proceso productivo; entonces dicho proceso productivo consiste, desde una perspectiva reduccionista, en un conjunto de actos de trabajo simultáneos o sucesivos e interrelacionados que tienen el objetivo común de generar un bien o un servicio. Por el contrario, desde una perspectiva más amplia, el progreso tecnológico se refiere a las capacidades culturales de una sociedad determinada para la provisión de dichos bienes y servicios. El lugar privilegiado en el cual se general los bienes y servicios en una sociedad es la empresa. No obstante, el proceso productivo se extiende hacia fuera de los límites de la empresa.

El proceso productivo supone así, la aplicación de un conjunto de conocimientos eficientes y eficaces para la producción de bienes y servicios. Dichos conocimientos se denominan tecnología. De esta manera, la innovación - en forma de tecnología avanzada - es el resultado de combinar dos tipos de conocimiento: codificado o formal y no codificado o tácito (Fisher, 2001)<sup>1</sup>.

De hecho **innovación, conocimiento y tecnología** no son lo mismo, pues:

1. mientras la innovación es un proceso,
2. el conocimiento es una idea -una "cosa"-, reflexión o instrucción, y
3. la tecnología es el conjunto ordenado de conocimientos (utilizados en la producción y comercialización de productos y servicios).

Así, la innovación es "el desarrollo exitoso y la aplicación de nuevo conocimiento", el cual cubre tanto la creación de conocimiento como la aplicación de este conocimiento para desarrollar e implementar nuevos productos y procesos (OECD, 2005). Aquí, es donde el conocimiento (científico) puede suministrar los medios para estimar el comportamiento de las cosas, aún antes de fabricarlas o de observarlas. Nonaka y Takeuchi (1995) se refieren a la innovación y el conocimiento en términos de "producción de conocimiento" y "creación de conocimiento" respectivamente.

En este sentido es importante destacar el conocimiento (científico) al cual no referimos de manera específica a través de describir la forma de trabajo y sus diferentes tipos: Investigación y Desarrollo (I+D) - Básica y Aplicada - (Cegarra, 2004).

- **I+D Básica.** Se entiende que un trabajo de I+D puede considerarse como de ciencia básica (...teórica o experimental), cuando solamente persigue como objetivo el aumento del conocimiento en el ámbito de la ciencia que investiga. Su campo de acción tiene lugar fundamentalmente en el medio académico.
- **I+D Aplicada.** La utilización de los conocimientos adquiridos en ciencia básica o fundamental, para comprender mejor la influencia de determinadas condiciones, bien de forma teórica o experimental, en el comportamiento fenomenológico que se estudia, en una reducida parcela del conocimiento, que posteriormente pudieran ser aplicados industrialmente, corresponde a lo que se denomina ciencia aplicada. Su campo de acción se puede desarrollar tanto en el medio académico como empresarial, aunque su fin último está orientado hacia este.

Para autores como Rousel (1991) dicho esquema planteado permite clasificar a las empresas según el modelo de I+D en el que se encuentran:

- **I+D incremental: Pequeña "I" y gran "D"**. La meta es conseguir pequeños avances en tecnología, basados generalmente en una base, ya establecida, de conocimiento

---

<sup>1</sup>La mayoría del conocimiento compartido rara vez es completamente tácito o completamente formal. En la mayoría de los casos una pieza de conocimiento puede ser localizada entre estos dos extremos. La codificación es requerida porque la creación de conocimiento es un proceso colectivo que requiere mecanismos complejos de comunicación y transferencia (Saviotti, 1988). En un sistema económico en donde la innovación es crucial para la competitividad, la capacidad organizacional para crear conocimiento se convierte en el fundamento de las empresas innovadoras (Fisher, 2001).

científico e ingenieril. Pequeños avances tecnológicos permiten grandes pasos en aspectos puramente prácticos (ejem: informatización/ automatización de procesos, cambio a nuevos materiales para reducir costes, introducción de nuevas tecnologías de información para compartir conocimiento y acelerar el desarrollo de productos, etc.). Es típico de las empresas que tienen una importante "vigilancia" de su entorno tecnológico y su organización es capaz de adaptarse rápidamente para absorber los nuevos conocimientos. Se caracteriza por su bajo riesgo económico para la empresa y un retorno de inversión modesto. Es la aplicación inteligente del conocimiento existente.

- **I+D crítica: Gran "I" y a menudo gran "D"**. Consiste en el descubrimiento de conocimiento nuevo con el objetivo explícito de aplicarlo a un propósito útil. Se emprende cuando la base de conocimientos existente es insuficiente para la línea de desarrollo acometida por la empresa. Este aspecto de la "I+D" es abordado por grandes empresas capaces de soportar el riesgo de fracaso de una gran inversión en investigación básica/ aplicada. Por el contrario, permite a la empresa mantener la vanguardia en el conocimiento y aplicación tecnológica del mismo. Se caracteriza por un alto riesgo económico para la empresa por la necesidad de elevadas inversiones y un alto retorno de inversión si se alcanza el objetivo.
- **I+D fundamental: Gran "I" y ningún "D"**. Constituye la búsqueda del desarrollo científico - tecnológico de lo desconocido en un contexto de planificación estratégica a largo plazo. Trata de lo que se podría llamar "la prospectiva tecnológica" al avanzar la empresa la investigación en campos en los que a corto plazo no le será posible obtener un resultado útil, pero que le permitirá estar preparada, e incluso condicionar, el futuro tecnológico, marcando la pauta y el desarrollo comercial en los campos investigados. Es una actividad sólo al alcance de las grandes empresas y/o de los empresarios visionarios, que con alto riesgo, asumen los costes de unas investigaciones a priori ciertamente oscuras en sus resultados por la incierta aplicabilidad a las necesidades presentes del negocio. Si la investigación fructifica, suele alcanzar un alto retorno de inversión, pasando a ser I+D crítica por el crecimiento del "D".

Cuando los conocimientos adquiridos en la ciencia aplicada se trasladan al campo de lo concreto con el fin de configurar un proceso o de fabricar un producto, entonces entramos en el campo de la tecnología. La ciencia y la tecnología están íntimamente ligadas, pues ambas han representado para la sociedad humana elementos que le han ayudado a resolver sus problemas prácticos. Y, de hecho, el nexo más palpable entre la ciencia y la tecnologías se encuentra en la relación anteriormente descrita (I+D), pues la tecnología es un conjunto de conocimientos aplicados de carácter operativo derivados de la ciencia. La influencia recíproca entre la ciencia y la tecnología es tan amplia que estas dos ramas del saber humano han llegado a relacionarse de tal manera que es casi imposible distinguirlas. Para Bucy (1983) "La ciencia es la búsqueda sistemática de conocimientos, mientras que la tecnología es la aplicación de ese conocimiento a la generación de bienes y servicios específicos. Tecnología es el know-how en diseño y manufactura para producir bienes. Los productos son el resultado de la tecnología pero en si mismo no son tecnología, mientras que la ciencia es casi siempre la base de la tecnología, tampoco es tecnología".

La diferencia entre la investigación que produce conocimiento básico y la que produce conocimiento tecnológico no está en el trabajo que hacen los científicos, está en que la primera tiene como objetivo obtener nuevo conocimiento, y los principales consumidores de

esta información son otros investigadores. La tecnología pretende convertirse en un agente de cambio y es utilizada por otros profesionales que se ocupan de su implementación en la sociedad. Estos profesionales cuentan con otra preparación, otras estrategias, otros conceptos, otros recursos y otras metas (Cañedo, 2005).

Freeman (1982) se refiere a la tecnología como el cuerpo de conocimientos relacionados con las técnicas; definiendo a la tecnología cuando distingue entre i) innovaciones y ii) innovaciones tecnológicas. La primera se utiliza para describir la introducción y difusión de nuevos productos y procesos nuevos y/o mejorados en las empresas, y la segunda esta relacionada con los avances en el conocimiento (Berry & Taggar, 1994).

Kline (1985) señala diversos significados de la tecnología:

1. El conjunto de productos artificiales fabricados por las personas (herramientas, instrumentos, máquinas, artefactos y todo tipo de sistemas).
2. Los conocimientos técnicos, metodologías, capacidades y destrezas necesarias para poder diseñar y realizar las tareas productivas (actividades relacionadas con la pericia técnica, el saber hacer o know-how).
3. Los recursos humanos y materiales del sistema sociotécnico de producción
4. El sistema sociotécnico necesario para el uso y mantenimiento de los productos fabricados, incluyendo aspectos legales.

Por lo general, el término tecnología conjura muchas imágenes diferentes y usualmente se refiere a lo que se ha descrito como las industrias de "alta tecnología". El hecho de limitar a tecnología a las industrias de alta tecnología (ordenadores, chips, superconductividad, ingeniería genética, robótica, etc.) pone demasiada atención a lo que los medios de comunicación consideran que tiene valor como noticia. Restringir la tecnología a la ciencia, a la ingeniería o a las matemáticas también pierde la visión de otras tecnologías secundarias. La tecnología abarca algo más que máquinas, procesos e inventos. Existen muchas manifestaciones diferentes de la tecnología, algunas son muy simples y otras muy complejas.

En este punto aparece un cuarto término no considerado denominado "Ingeniería", el cual se encuentra y algunas veces se utiliza de manera intercambiada entre la ciencia (o conocimiento científico) y tecnología. No obstante, la ingeniería no es ciencia ni tecnología. La ingeniería es la aplicación sistémica del conocimiento científico en el desarrollo y operacionalización de la tecnología. La ciencia a menudo sugiere nuevos comportamientos no imaginados antes, conduciendo así a nuevas tecnologías. A menudo una nueva tecnología requiere nuevos conocimientos y, así mismo, una nueva investigación necesita una nueva tecnología. No obstante, no toda tecnología es resultado de la investigación científico-técnica. Si bien es cierto que tecnología es el conjunto ordenado de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de productos y servicios. Este conjunto está integrado no sólo por conocimientos científicos (conocimiento codificado) provenientes de las ciencias exactas, naturales, sociales, humanas, etc., sino también por conocimientos empíricos (conocimiento tácito) como los que resultan de observaciones o ensayos o se reciben por tradición oral o escrita o se desarrollan gracias a alguna determinada aptitud específica (intuición, destreza manual, sentido común, etc.).

Una cuestión que ha acaparado la atención de los economistas es precisamente la manera en que las empresas adquieren tales conocimientos. Una primera fuente se genera dentro de la empresa, a partir de actividades como la producción, la investigación y desarrollo (I+D) interna, las gestiones de la empresa, el diseño de procesos y productos, y la capacitación y el aprendizaje. Éstas descansan sobre las capacidades intrínsecas de la empresa para absorber y acumular conocimientos. Las fuentes externas incluyen el conocimiento obtenido de otras empresas productoras de bienes y servicios y de empresas o entidades especializadas en I+D; de la disponibilidad de trabajo calificado y no calificado y la de expertos consultores, y también indirectamente de los nuevos avances de la CyT.

El progreso técnico así, consiste en la introducción de nuevos conocimientos en la producción de bienes y servicios. Estos conocimientos se materializan en la empresa a través de un proceso de innovación tecnológica, que involucra la búsqueda, el descubrimiento, la investigación, el desarrollo, la experimentación, la imitación y la adopción de nuevos o mejores productos, procesos productivos, construcciones organizacionales o formas de comercialización. El resultado de este proceso exitoso, la innovación tecnológica, puede ser novedoso para la empresa, el mercado local o el internacional.

## 2.2. Aspecto conceptual de la innovación

Son muchos los autores que se han preocupado por dar una definición de innovación y, aunque la mayoría de estas definiciones han sido subjetivas, todas coinciden en que la "innovación" es una idea hecha realidad y que no puede existir innovación si ésta no se ha llevado a la práctica.

- Según el americano Sherman Gee (1981) "la innovación es el proceso mediante el cual a partir de una idea, intervención o reconocimiento de una necesidad, se desarrolla un producto, técnica o servicio útil hasta que sea comercialmente aceptado".
- Para Drucker (1986) "innovación es el uso sistemático, como oportunidad, de los cambios en la sociedad, en la economía, en la demografía y en la tecnología".
- Según Piatier (1987) "la innovación es una idea transformada en algo vendido o usado".
- De acuerdo con la Fundación Cotec (1998) "la innovación es [...] el complejo proceso que lleva las ideas al mercado en forma de nuevos o mejorados productos o servicios. Este proceso está compuesto por dos partes no necesariamente secuenciales y con frecuentes caminos de ida y vuelta entre ellas. Una está especializada en la creación del conocimiento y la otra se dedica fundamentalmente a su aplicación para convertirlo en un proceso, un producto o un servicio que incorpore nuevas ventajas para el mercado".
- Pavón y Goodman (1981) conciben la innovación como "el conjunto de actividades, inscritas en un determinado periodo de tiempo y lugar, que conducen a la introducción con éxito en el mercado, por primera vez, de una idea en forma de nuevos o mejores productos, servicios o técnicas de gestión y organización".

Sin embargo, quien desarrolla el concepto generalmente más aceptado de la innovación es el economista austriaco Joseph Schumpeter, quien destaca la importancia de los fenómenos

tecnológicos en el crecimiento económico. Según Schumpeter (1912), “la innovación abarca los siguientes aspectos: la introducción en el mercado de un nuevo bien, la introducción de un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado en un país, la conquista de una nueva fuente de suministro de materias primas, y la implantación de una nueva estructura en un mercado”.

Joseph A. Schumpeter (1912), el primer autor que puso por escrito la innovación como agente de una economía, define la innovación en un sentido general y de acuerdo a su naturaleza; tal definición abarca los cinco casos que se resumen a continuación:

- La introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes (innovación de producto).
- La utilización de una nueva fuente de materias primas, que puede incluirse en la anterior.
- La introducción de un nuevo método de producción no experimentado en el sector correspondiente o la nueva forma de tratar comercialmente un nuevo producto (innovación de proceso).
- La apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado (innovación de mercado).

Otros autores añaden a las anteriores:

- La implantación en la empresa de una nueva organización (innovación de organización).

Schumpeter afirma que, para que exista innovación no es necesario que se genere un nuevo conocimiento, puesto que se puede hacer una mejora sobre un conocimiento anterior. Esto explicaría la diferencia entre la invención y la innovación. Él lo expresa en estos términos: “En ningún momento el almacén de conocimiento científico ha rendido todo lo que podía en el campo del perfeccionamiento industrial y, por otra, no es el conocimiento lo que importa, sino el solucionar con éxito la tarea sui generis de poner en práctica un método probado. Puede que no haya, y a menudo no hay, ninguna novedad científica implicada de ningún modo, e incluso si hubiera alguna aplicada, no haría que la naturaleza del proceso fuera diferente” (Schumpeter, 1968).

No obstante, Nonaka (Nonaka, 1994)(1999) hace énfasis en la generación de conocimiento al definir la innovación como “un proceso donde la organización identifica y define problemas, y, para resolverlos procesa y crea información, al mismo tiempo que desarrolla nuevos conocimientos. De hecho, algunos autores opinan que la innovación es una forma de conocimiento que, más allá de servir de enlace entre la tecnología y la economía, estimula la creatividad como modelo arquetipo de evolución y progreso. Por ello la generación de conocimiento es un proceso esencial para cualquier organización, institución o empresa. De su aplicación eficiente, estructurada y oportuna, depende la integración del proceso innovador y la obtención de mejores resultados. Además, las tareas y acciones asociadas a la innovación han dado lugar a enfoques, sistemas, procesos, conceptos, actitudes y culturas que la fomentan e impulsan fortaleciendo sus modelos, lo que deriva en mejores resultados (Guerra, 2005).

En el mismo sentido, el Manual de Oslo (OECD, 2005) define a la innovación como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un

proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.

Freeman (1987) propone cuatro tipologías que definen el proceso innovador:

- **Innovaciones incrementales:** Se trata de un proceso continuo en el cual se mejoran los bienes y servicios ya existentes y que ocurre con relativa frecuencia. Este fenómeno varía en función del sector, debido a las presiones ejercidas por la demanda y las oportunidades tecnológicas existentes en cada momento para ese sector. Más que en actividades de I+D estas innovaciones se originan en sugerencias de clientes, de ingenieros y en general del personal involucrado en los procesos productivos. Se vuelven especialmente relevantes en el periodo que sigue a la introducción de una innovación radical y tienen un elevado impacto económico.
- **Innovaciones radicales:** Se trata de eventos discontinuos que se distribuyen de forma desigual entre sectores y en el tiempo. Suelen ser el resultado de actividades de I+D desarrolladas en laboratorios de empresas o en centros públicos de investigación. En general estas innovaciones se desarrollan en clusters.
- **Sistemas tecnológicos:** Son cambios de gran alcance que afectan a todo el sector (o varios sectores) de la economía y que también dan lugar a sectores totalmente nuevos. Los sistemas tecnológicos se basan en la combinación de innovaciones radicales e incrementales y se asocian a innovaciones organizativas.
- **Paradigma tecno-económico:** Son cambios que repercuten en toda la economía. Esto supone una compleja interacción entre las fuerzas tecnológicas, económicas, sociales y políticas y su concreción lleva un largo tiempo. Tales cambios se producen una o dos veces en el siglo, pero cuando se dan requieren de cambios profundos en el contexto institucional y social, así como de la estructura empresarial.

Por su parte, Broustail (1993) tipifica las innovaciones de acuerdo a su nivel tecnológico y distingue cuatro niveles principales de innovación:

- **Nivel científico:** Este nivel considera los fundamentos científicos del dominio tecnológico o de la actividad analizada. Las innovaciones de nivel científico son aquellas en las que los inputs de nuevo conocimiento son clave. Las mejores innovaciones del siglo XX hubieran sido imposibles sin la previa acumulación de conocimientos científicos. Por ejemplo, el nivel científico de la informática se encuentra en el álgebra de Boole y en la física de materiales.
- **Tecnologías genéricas:** Son las tecnologías fundamentales necesarias en una actividad o producto determinado pero que no están ligadas exclusivamente a él, sino que contribuyen al desarrollo de muy diversos tipos de productos. Se encuentran muy próximas a las disciplinas científicas y no finalistas y se caracterizan porque pueden ser compartidas por muchos sectores.
- **Conceptos tecnológicos de aplicación:** En el marco de una tecnología genérica dada existen muchos conceptos posibles de aplicación y cada uno de ellos precisa conocimientos (know-how) específicos. Piénsese, por ejemplo, el know-how específico que requiere cada una de las aplicaciones de la electrónica en los diversos ámbitos de aplicación.
- **Adaptaciones de orden técnico:** Estas modificaciones no requieren el recurso a una nueva tecnología, pero intervienen en el marco definido por un concepto tecnológico

dado y pueden tener gran importancia. Por ejemplo, la puesta a punto, en informática, de interfaces de tipo “WIMP” (para windows, iconos, ratón, etc.) mediante ventanas, pictogramas, menús desplegables, etc., ha sido revolucionario para los usuarios -y, por tanto, ha contribuido a la masiva utilización de la informática- pero no ha supuesto la aplicación de nuevas tecnologías.

El Manual de Oslo (OECD, 2005) distingue cuatro tipos de innovaciones: de producto, de proceso, de mercadotecnia y de organización. Esta clasificación mantiene el máximo de continuidad posible con la anterior definición de innovación tecnológica de producto y proceso que figura en la segunda edición del Manual. Las innovaciones referentes a mercadotecnia y organización amplían el abanico de innovaciones cubierto por el presente Manual.

- **Innovación de producto.** Se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- **Innovación de proceso.** Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. Las innovaciones de proceso pueden tener por objeto disminuir los costes unitarios de producción o distribución, mejoran la calidad, o producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados.
- **Innovación de mercadotecnia.** Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativas del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación. Las innovaciones de mercadotecnia tratan de satisfacer mejor las necesidades de los consumidores, de abrir nuevos mercados o de posicionar en el mercado de una nueva manera un producto de la empresa con el fin de aumentar las ventas.
- **Innovación de organización.** Es la introducción de un nuevo método organizativo en las practicas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. Las innovaciones de organización pueden tener por objeto mejorar los resultados de una empresa reduciendo los costes administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo (y, por consiguiente, aumentar la productividad), facilitando el acceso a bienes no comercializados (como el conocimiento externo no catalogado) o reduciendo los costes de los suministros.

### 2.3. Modelos del proceso de innovación

La dinámica que sigue el proceso innovador y que culmina con la introducción en el mercado de una nueva idea (ya sea producto, proceso o algún método) ha sido estudiada por diversos autores, los cuales han tratado de esquematizar y representar, a través de modelos, las diversas etapas que intervienen en el proceso con objeto de alcanzar un mayor entendimiento del mismo. De hecho, las aportaciones más significativas realizadas en este campo en las últimas décadas, presentan carencias e interrogantes y ninguno logra explicar contundentemente



la innovación, debido al carácter amplio y diversificado de la misma (Escorsa & Valls, 2003). Desde el punto de vista de las empresas para Pavón e Hidalgo (1997) el proceso de innovación tecnológica se define como el conjunto de las etapas técnicas, industriales y comerciales que conducen al lanzamiento con éxito en el mercado de productos manufacturados, o la utilización comercial de nuevos procesos técnicos. Según esta definición, las funciones que configuran el proceso de innovación son múltiples y constituyen una fuerza motriz que impulsa la empresa hacia objetivos a largo plazo, conduciendo en el marco macroeconómico a la renovación de las estructuras industriales y a la aparición de nuevos sectores de actividad económica.

En el pasado, la innovación era un proceso secuencial, el nuevo producto se movía de una forma lineal a través de una serie de departamentos, de I+D a Ingeniería, a Producción y finalmente al Cliente. La comunicación entre departamentos no era frecuente, y cada uno se concentraba en su especialidad. El proceso era lento, voluminoso e ineficiente. Era la época del "modelo lineal de la innovación". La discusión en torno al fenómeno de la innovación a partir de la Segunda Guerra Mundial y hasta final de los años 70 estuvo dominada por este modelo. Hoy en día el proceso está mucho más interrelacionado. La información es compartida, los equipos de personas de diferentes departamentos trabajan de manera cooperativa y, en muchas empresas los clientes y los principales proveedores forman parte de los equipos de desarrollo. Este nuevo enfoque se produce a partir de los años ochenta y reorienta las nuevas políticas tecnológicas de muchos países, el enfoque del "modelo interactivo de la innovación".

Para el caso del tradicional modelo lineal de la innovación (Fig.2.1), todavía utilizado por muchos países, este modelo está centrado en una única dirección del proceso innovador que actúa según el eje Ciencia Básica - Tecnología - Producción. Se puede agrupar este modelo en dos procesos que se diferencian en el origen o el estímulo de la innovación. El primero está marcado por la influencia ejercida por la ciencia: desde la investigación científica hasta el mercado, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, se llega a la innovación, lo cual le confiere un cierto carácter independiente con respecto a las etapas finales del proceso. El mercado es tan solo el lugar donde se van a incorporar los frutos de la I+D. Este modelo es denominado "de empuje de la ciencia" (science push) (Bush, 1945). El segundo, parte de las necesidades de la demanda del mercado. El mercado es visto como la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de innovación. Los empresarios acuden después al "stock" de conocimientos científicos para tratar de satisfacer las necesidades de los consumidores. A este modelo se le denomina "de arrastre del mercado" (market pull) (Schmookler, 1966). El factor común que permite agruparlos bajo la denominación de "modelo lineal" es que la innovación tiene lugar a partir de una cadena secuencial en la cual las diferentes etapas van condicionando a las siguientes hasta llegar al resultado innovador.

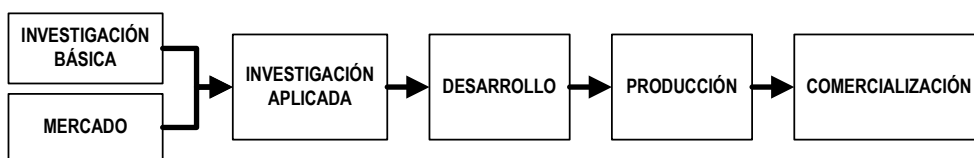


Figura 2.1: Modelo lineal del proceso innovador  
(Fuente: Bush, 1945; Schmookler, 1966)

Según Smith (1995) el enfoque o modelo lineal se caracteriza por las siguientes ideas:

- Las capacidades tecnológicas de una determinada sociedad son esencialmente función de las fronteras de sus conocimientos.
- Los conocimientos útiles para la producción industrial se basan en principios fundamentalmente científicos.
- El proceso de “traducción” de los principios científicos a conocimientos tecnológicos es en esencia secuencial; tanto en el plano temporal como institucional comprende fases discretas que deben sucederse.
- Este enfoque es de naturaleza tecnocrática, ya que, de forma global, se concibe la evolución tecnológica en términos de organización de los procesos de desarrollo técnico y de invenciones materiales.

Este modelo utiliza principalmente el conocimiento explícito desarrollados en los procesos de investigación, en donde el flujo de conocimiento es unidireccional. La creación de conocimiento es entendida como un proceso aislado de razonamiento e inferencia del resto de las actividades humanas. Además, se asume principalmente que el nuevo conocimiento siempre encontrará su camino dentro de los productos comerciales sin mayores problemas de transformación. No obstante, las innovaciones no ocurren como un número limitado de saltos mentales dentro de la mente humana, como asume la perspectiva mentalista tradicional del conocimiento. La creación de conocimiento esta entrelaza y coevoluciona con otras actividades prácticas caracterizando a la innovación común procesos enclavado en actividades sociales (Hakkarainen, Palonen, Paavola & Lehtinen, 2001).

Desde el punto de vista del enfoque del “empuje de la ciencia” la capacidad de innovación es vista más en términos de la capacidad para explotar sistemáticamente los efectos producidos por nuevas combinaciones de conocimiento existente y el uso de piezas de conocimiento en el stock de conocimiento existente. La novedad de una innovación se presenta por el hecho de que el conocimiento existente de varios campos de la ciencia son puesto juntos e integrados de una nueva manera. No obstante, las varias piezas de conocimiento no fueron producidas para desarrollar esta innovación específica; por lo tanto, estas representan “recursos involuntarios” (Tuomi 2001). Desde el punto de vista del enfoque del “tirón del mercado” el mercado estimula la búsqueda de procesos de conocimiento para la solución de ciertos problemas los cuales esperan ser altamente provechosos.

De este modelo se destaca que su principal característica es la linealidad que asume un escalamiento progresivo desde el descubrimiento científico, motor de la innovación, hasta la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la fabricación. Este modelo no resulta realista desde la perspectiva actual para cierto tipo de industrias, sobre todo para las PYMEs, las cuales son altamente dependientes de su interacción con los agentes públicos y privados de investigación. Ya que, además de hacer un planteamiento de relación lineal entre etapas e introducir como comienzo de la innovación a la ciencia básica, no toma en cuenta la interacción entre las etapas.

Desafortunadamente, la historia del desarrollo a nivel mundial nos dice que en múltiples campos de la actividad productiva ha sido el gobierno el que inicialmente ha asumido una actitud proactiva de liderazgo en la aplicación del modelo lineal, fomentando el desarrollo de

actividades de investigación básica y aplicada, así como la construcción de una extensa red de instituciones encargadas de dinamizar el comportamiento tecnológico del sector privado. Ello claramente ha ocurrido en la agricultura, la energía atómica, las telecomunicaciones, el amplio espectro de disciplinas de la salud (incluido el reciente desarrollo del genoma humano), las industrias de la defensa y muchas otras. Esto ocurre, además, en áreas altamente sensibles para la competitividad internacional, en las que los gobiernos de los países desarrollados ponen especial celo en construir la base de instituciones y capacidades tecnológicas nacionales sobre las que el sector privado pueda consolidar luego su inserción competitiva internacional.

Sin embargo, bajo el más reciente enfoque de los Sistemas de Innovación (SI) (Freeman, 1987; Nelson, 1993b; Lundvall, 1992), la posibilidad de generar innovaciones es considerado como un proceso interdependiente y no lineal. Este modelo de innovación interactivo (Kline & Rosenberg, 1986) es el más completo de todos. Nace como una crítica al modelo lineal y, en efecto, concibe el proceso de la innovación como una actividad compleja. Este nuevo enfoque reorienta las nuevas políticas tecnológicas de muchos países. Además se presenta como una explicación válida para las nuevas tecnologías que se desarrollan en ese periodo (informática, biotecnología, nuevos materiales y microelectrónica) (Fig.2.2).

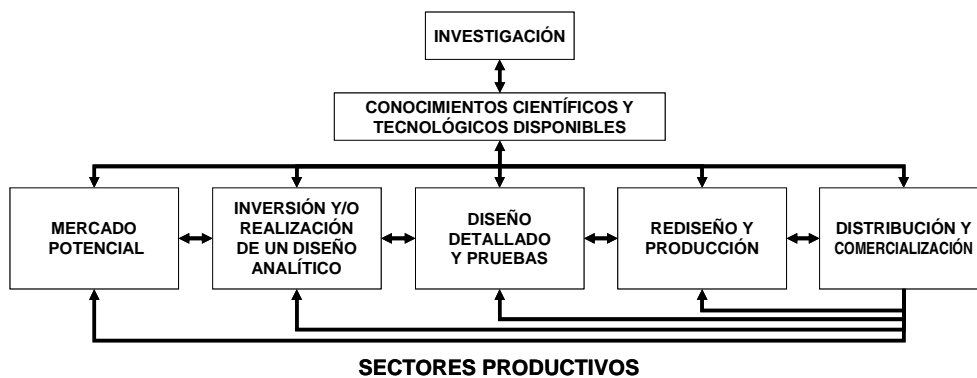


Figura 2.2: Modelo interactivo de la Innovación.  
(Fuente: Kline & Rosenberg, 1986)

Existen, a este respecto, dos aportaciones que hay que resaltar:

1. La interacción existente entre la ciencia y la tecnología en todas las partes del modelo y no sólo al principio.
2. La necesidad de tener siempre presente que cuando no se encuentran soluciones se deben emprender nuevas investigaciones.

Bajo este modelo de innovación, la ciencia cumple dos roles que afectan directamente a la innovación. El primer rol corresponde por un lado a la acumulación de conocimientos en el marco de las ciencias (física, química, biología, ciencias naturales y sociales) las que conforman un ingrediente de gran tamaño en las innovaciones corrientes. Resulta impensable que las innovaciones tecnológicas introducidas tengan éxito si no se apunta a la

significativa utilización de “inputs” derivados de la previa acumulación de conocimientos científico-tecnológicos y otras formas de pensamiento. Pero este conocimiento ya está incorporado en la gente que conforma las organizaciones innovativas pudiendo acceder a la información de manera fácil y rápida. La investigación se necesita, sólo cuando todas estas fuentes de conocimiento acumulado son inadecuadas para la tarea cotidiana. El segundo rol se da cuando en el marco de la posibilidad de generar innovaciones mayores, La investigación es más frecuentemente utilizada para solucionar problemas o pequeños inconvenientes productivos. Dicha situación puede presentarse a lo largo de la cadena de innovación, desde el diseño inicial hasta la etapa final del proceso de producción. Se destaca que al comienzo de la cadena predomina la investigación proveniente de la ciencia básica, y posteriormente la investigación se vuelca hacia las aplicaciones.

En un sentido amplio, en este modelo el conocimiento se vuelve más importante, ya que es relevante no sólo al inicio (en forma de I+D) sino a través de todo el proceso de innovación y, además, existen varias formas de conocimiento involucradas (Lundvall & Borrás, 1997). Por un lado, está el conocimiento codificado, el cual es fácilmente transferible a través de los canales de comunicación y no requiere proximidad espacial de intercambio. Por otro lado, está el conocimiento tácito, el cual se encuentra plasmado en la fuerza de trabajo, en habilidades humanas y rutinas organizacionales. El conocimiento tácito está más apegado a las organizaciones particulares, grupos sociales y lugares, y sólo se puede acceder a él a través de la comunicación directa, cara a cara, o a través de actividades en conjunto, tales como los proyectos cooperativos de I+D.

Algunos aspectos que se pueden destacar del modelo interactivo de la innovación son los siguientes:

- Masa crítica suficiente de actores en cada uno de los entornos.
- Orientación de las actividades de los diferentes actores del SI.
- Cooperación entre los actores.
- Difusión de conocimientos y tecnologías entre los actores.
- La I+D no es una fuente de invenciones, sino una herramienta que se utiliza para resolver los problemas que aparecen en cualquier fase del proceso.
- La investigación aborda los problemas que no pueden resolverse con los conocimientos existentes, para así ampliar la base de conocimientos.
- La empresa dispone de una base de conocimientos a la que acude para resolver los problemas que se le plantean al innovar.

Junto a estos modelos que conciben la innovación en forma de proceso, otros autores han aportado modelos de carácter funcional. En ellos se pone el acento en las diferentes funciones que conlleva la innovación tecnológica, con independencia de que tengan lugar a lo largo de un proceso; abarcan funciones tales como la planeación estratégica y de productos, manufactura, marketing, gestión de productos y proyectos y, lo que es más importante, involucra a las personas que crean y manejan dichas funciones. Además de hacer énfasis en la necesidad de afrontar la naturaleza no lineal, confusa y con frecuencia aleatoria y caótica de la innovación, que abarca todos los aspectos de la organización, sus miembros y sus entorno. Uno de los modelos del proceso innovador que evolucionó con esta modalidad se basa en el trabajo pionero de Roberts (1988) (Fig. 2.3).

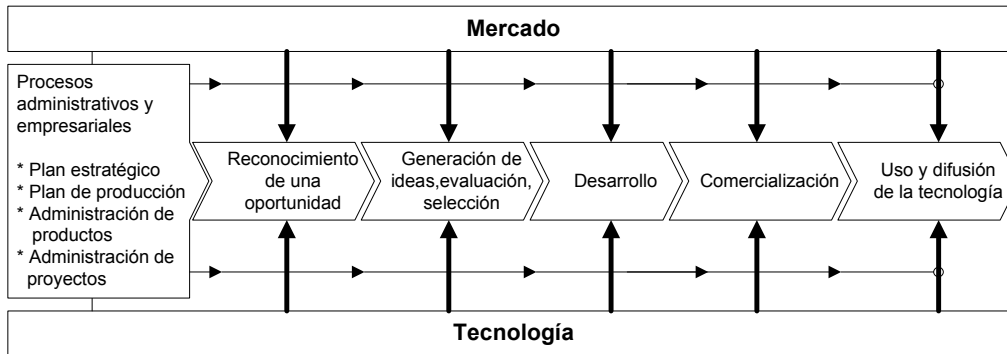


Figura 2.3: Modelo del proceso de innovación de Roberts.  
(Fuente: Andersen, 1993)

Dicho modelo muestra que la innovación es un proceso de múltiples etapas, muy influido por la tecnología, los procesos administrativos y el mercado predominantes. En la figura 2.3 se presenta de manera específica el proceso de innovación en cinco etapas. No obstante, el número exacto y la clasificación de estas etapas puede depender de los negocios específicos y de las metas organizacionales. Otros autores que destacan dentro de tipo de modelos son K. J. Schmidt-Tiedeman (1982) (modelo concomitante) y Grupp, Albretch & Koschatzky (1992) entre otros.

#### Reflexiones acerca de los modelos de innovación.

Una de las conclusiones más patentes que resultan de comparar los modelos lineales con los interactivos es la gran simplicidad de los primeros frente a la notable complejidad de los últimos. La sencillez y facilidad de comprensión del modelo lineal no tan solo ha facilitado enormemente su difusión entre los responsables de las políticas públicas y las empresas, sino también entre el público en general que, en consecuencia, apoya dichas políticas.

Adicionalmente, el modelo lineal tiene una apreciable capacidad de explicación de determinados procesos innovadores, especialmente los que tienen lugar en los denominados "sectores basados en la ciencia". En esos sectores, la innovación requiere importantes esfuerzos en I+D y surge de dichos esfuerzos.

Sin embargo, el modelo lineal presenta importantes limitaciones al no poder explicar determinados aspectos relevantes del fenómeno innovador. Así gran parte de las innovaciones proceden de conocimientos existentes y no de nuevo conocimiento. Las mejoras a una innovación son frecuentes, y en ocasiones, causas de nuevas innovaciones. Igualmente, existen lugares donde las innovaciones surgen con mayor facilidad que en otros, sin que ello se deba a que cuenten con mayores inversiones en I+D. Además de que la investigación se enfoca solamente en la I+D como la principal función en los procesos de innovación; y los elementos colaborativos no son vistos como relevantes.

Los modelos interactivos por el contrario, resultan más complejos, en consonancia con una apreciación sobre el fenómeno innovador que destaca precisamente los numerosos condicionantes e interrelaciones que lo determinan. Algunos de estos modelos, como los que integran la dimensión procesal (diferentes etapas en el proceso de innovación) con la dimensión funcional de la empresas (comercial, de producción, creación) aparentan una considerable capacidad de explicación, pero resultan muy difíciles de manejar y también de implementar.

Para poder actuar sobre el proceso de innovación, ya sea en términos globales (políticas de innovación, estrategias institucionales o empresariales) o en términos particulares (enfoque adecuado de un proyecto concreto) es preciso conocer el funcionamiento del proceso en cada caso particular y tratar de disponer de un modelo que permita estudiar el papel de los diferentes actores que, con mayor o menor protagonismo, participan en la innovación.

### Modos de innovación.

Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott & Trow (1994) sugieren que el mundo de la producción de conocimiento (innovación) está emergiendo dentro de un nuevo modo -**Modo 2**- paralelamente a la estructura disciplinaria tradicional de la ciencia y la tecnología (CyT) denominado -**Modo 1**-. El Modo 2 es un sistema de producción de conocimiento distribuido. Los autores exponen que los procesos de producción de conocimiento:

1. Operan incrementadamente dentro de contexto de aplicación en donde los problemas son transdisciplinarios en naturaleza.
2. Son llevados cada vez más en formas heterogéneamente organizadas, no jerárquicas que son esencialmente transitorias.
3. Involucra muchos actores (empresas, universidades, centros de investigación, grupos de expertos y consultores) a través de todo el proceso.

La característica más destacada de la producción de conocimiento resultante en la innovación es el hecho de que el conocimiento, en términos de habilidades y capacidades, es el insumo más importante.

Una manera de simplificar y dar sentido a los diferentes tipos de conocimiento es la propuesta por Jensen al desarrollar una distinción entre dos modos de innovación (Jensen, B., Lorenz & Lundvall, 2004):

**STI-Innovation mode (Science, Technology and Innovation)**. Este modo es desarrollado y utilizado en los procesos formales de I+D, especialmente por las grandes empresas. Al resolver problemas locales generalmente hacen uso de conocimiento "global", el cual terminará siendo un conocimiento "potencialmente global".

**DUI-Innovation mode (Doing, Using and Interacting)**. Este modo se refiere a las formas organizacionales de mejorar el aprendizaje por hacer, usar e interactuar. Generalmente hacen uso de conocimiento local, involucrando interacciones dentro y entre equipos los cuales pueden resultar en nuevas rutinas compartidas para la organización.

Mientras que en el primer modo de innovación las actividades innovadoras ponen el énfasis principalmente en la promoción de la I+D, utilizando y creando accesos al conocimiento explícito codificado; en el segundo existen estrategias de innovación principalmente basadas

en el aprendizaje por la experiencia. De hecho, existe una tendencia en la literatura de la innovación a asumir que solamente son relevantes los sectores de baja tecnología trabajando con el modo de innovación DUI y los sectores de alta tecnología trabajando con el modo de innovación STI. Si embargo, la innovación basada en la ciencia puede llegar a ocasionar cuellos de botella, debido a que la capacidad de absorción y el uso eficiente de nueva tecnología es limitado <sup>2</sup>; no obstante, basar la competitividad de las empresas de sectores tradicionales en el aprendizaje por la experiencia no es suficiente debido a la intensa competencia internacional. Normalmente una organización empleará elementos de ambos modos de innovación (Lundvall, 2004).

Estas dos diferentes estrategias (modos de innovación) tienden a ver de diferente manera lo que constituye el conocimiento económicamente útil. Mientras que el primer modo pone un mayor énfasis en el conocimiento tácito acerca de como gestionar, administrar y cambiar el mundo - pudiendo llamar a esta forma de conocimiento "competencias" - no fácilmente transformado en información. El segundo tiende a ver el conocimiento como información acerca del mundo. Por lo tanto, antes de considerar como producir, gestionar y utilizar el conocimiento, es de gran ayuda considerar cuales son y específicamente que tipos de conocimiento son los que afectan el desempeño económico y cuales de estos pueden ser "gestionados" con el fin de mejorar el desempeño económico (Jensen, B., Lorenz & Lundvall, 2004).

## 2.4. Aproximación inicial a los sistemas de innovación

A partir de las conclusiones aportadas por diferentes modelos interpretativos del proceso innovador surgieron determinadas cuestiones que orientaron la adopción de definiciones más estructuradas. De esta manera surgen las nociones de "paradigma tecnológico" y "trayectoria tecnológica" (Dosi, 1982), "régimen tecnológico" (Nelson & Winter, 1977; Nelson & Winter, 1982) e "imperativo tecnológico" (Rosenberg, 1969), que apuntan a la consideración de las relaciones entre conjuntos de desarrollo técnicos. Malerba y Orsenigo (1996) destacan que si bien las actividades de innovación son el factor relevante que explica la dinámica de los sectores y la economía en su conjunto, tales actividades no se encuentran distribuidas homogéneamente entre sectores y empresas; es decir, las firmas presentan patrones diferenciados en términos de la tasa de innovación, la propensión a innovar y el éxito innovador.

- **El paradigma tecnológico (régimen tecnológico en la visión de Nelson y Winter).** Define un cierto potencial de desarrollo tecnológico a partir del cual existen posibilidades de investigación, de desarrollos y de realizaciones. El concepto de paradigma tiene un contenido estrictamente tecnológico. La aparición de un paradigma implica un salto, y por lo tanto una discontinuidad en la evolución tecnológica; cada nuevo paradigma

---

<sup>2</sup>Dichas capacidades tienen que ver con las capacidades organizacionales de la empresa. Por lo tanto, las actividades de I+D necesitan ser integradas en todo el entorno del negocio y a través de toda la cadena de abastecimiento. Cualquier estrategia al promover la innovación necesita tener en cuenta cualquiera de estos recursos de la innovación.

define un nuevo horizonte de posibilidades que abre un abanico de nuevas trayectorias tecnológicas posibles.

- **La trayectoria tecnológica (imperativo tecnológico en la acepción de Rosenberg).** Esta constituida por una serie orientada y acumulativa de innovaciones sucesivas o, si se quiere, de innovaciones incrementales. Las condiciones económicas en las cuales estas trayectorias tienen lugar favorecen un proceso de selección de las innovaciones; de tal modo que, entre varias líneas de desarrollo y de acumulación posibles, abiertas por ciertas innovaciones mayores (o radicales), sólo algunas líneas determinadas se afirman de manera acumulativa (Fig.2.4).

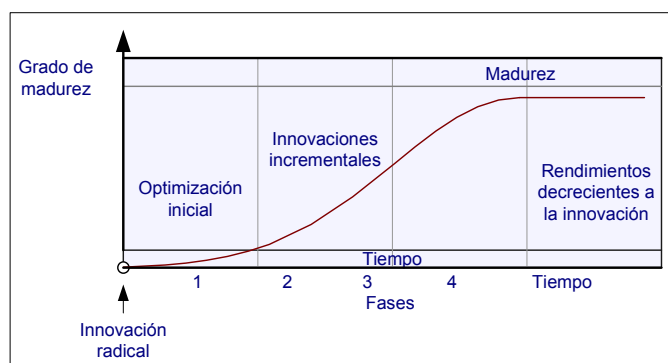


Figura 2.4: La evolución de una tecnología: una trayectoria tecnológica.  
(Fuente: Pérez, 2001)

Las características peculiares de los procesos innovadores históricamente observados por Pavitt (1984) en estudios empíricos de diferentes sectores lo llevaron formular una taxonomía que caracterizara el cambio tecnológico de sectores específicos:

- **Sectores dominados por los proveedores** (las innovaciones son de proceso y se originan fuera del sector, normalmente en empresas de bienes de equipo).
- **Sectores escala-intensivos** (empresas grandes integradas verticalmente).
- **Proveedores especializados**, que por su estrecho contacto con sus clientes generan innovaciones (por ejemplo, sector de instrumentación).
- **Sectores basados en la ciencia**, donde las innovaciones se vinculan directamente a los avances científicos.

Malerba y Orsenigo (1996) sugieren que los patrones específicos de la actividad innovadora que explica la dinámica industrial dependen tanto de las condiciones estructurales que caracterizan a una industria como de la naturaleza del conocimiento y aprendizaje tecnológico que subyace en ellas. A este respecto se enfatiza en las condiciones de:

- **Oportunidad** (nivel, variedad, penetración y fuentes).
- **Apropiabilidad** (dimensión de nivel y medio de apropiabilidad)
- **Acumulatividad** (conocimientos de nivel tecnológico, de la empresa, sectorial y local).
- **Conocimiento base** (de naturaleza: específico, genérico, codificado, tácito, simple o complejo, y medio de transmisión: formal o informal).



Aunque ambas ideas (Pavitt, 1984; Malerba & Orsenigo, 1996) intentan establecer una tipología de las actividades productivas a partir de las regularidades técnicas que presentan las industrias en su trayectoria tecnológica, su diferencia radica en los procesos de aprendizaje y conocimiento técnico como fundamento de la innovación.

Estas ideas ayudan a comprender mejor la dialéctica que se establece entre empuje de la ciencia y arrastre del mercado e incluso permiten una interpretación más precisa de los conceptos de innovación radical e incremental.

### **La innovación: un enfoque sistémico.**

Durante los últimos diez a quince años se ha producido un cambio importante en nuestra forma de entender las relaciones entre investigación, innovación y desarrollo económico y social. Las explicaciones basadas en un único factor (como el empuje de la tecnología o el tirón de la demanda) han desaparecido casi por completo. Al percibirse que los “usuarios” del conocimiento son también productores, y viceversa, la idea de fragmentar analíticamente las actividades relacionadas con el conocimiento en sus facetas de oferta y demanda ha sido cuestionada.

Se ha hecho entonces necesaria la aplicación de un enfoque sistémico para entender las relaciones entre ciencia, tecnología, innovación y desarrollo socioeconómico. Y, de hecho no existe una relación unidireccional sencilla entre la “producción de conocimiento” y la “absorción de conocimiento”, como aspectos de un sistema de innovación. Ha nacido el concepto de “Sistema Nacional (o regional o sectorial) de Innovación” el cual incluye a todos los actores y actividades de la economía en los procesos de producción y absorción de conocimiento, necesarios para que tenga lugar la innovación industrial y comercial, que conduzca al desarrollo económico.

Si nos remitimos al concepto definido por Lundvall (1992) “Sistema Nacional de Innovación,...los actores y elementos, los cuales interactúan en la producción, difusión y uso del nuevo conocimiento económicamente utilizable... el cual se localiza u origina en el centro o en las fronteras de un estado”, será importante definir además del concepto de **-innovación-** (anteriormente descrito) el concepto de **-sistemas-**, el cual proporcione una percepción clara de la interpretación de las relaciones e interacciones entre los factores anteriormente descritos.

El concepto de la teoría general de sistemas fue formulado por primera vez a finales de 1920, por el biólogo Ludwig Von Bertalanffy, quien lo utilizó en el campo de la biología orgánica; en tanto que pretende ser explicativa, la definió como “Teoría de Sistemas del Organismo”, gérmen de lo que más tarde se conoció como la Teoría General de Sistemas.

Kennet Boulding fue, de los primeros autores que en los años 40 llegó a las mismas conclusiones que Von Bertalanffy, pero desde la óptica de la economía y las ciencias sociales y le llamó teoría empírica general. Ambos autores definen el Sistema como “... conjunto de elementos que se relacionan entre ellos y con el medio ambiente ...” (Bertalanffy, 1978)<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup>otras definiciones del concepto de sistema, pueden ser encontradas en Fleck 1992, Carlsson et al. 2002 & Merriam-Webster 2002.

J.W. Forrester ayudó al conocimiento y comprensión de los sistemas al elaborar unas técnicas para representar diagramas de flujo. Su "Industrial Dynamics" es uno de los primeros modelos globales con el que describió un sector empresarial y sus relaciones con su entorno: "La dinámica industrial proporciona una estructura simple para integrar los campos funcionales de la administración, comercialización, producción, contabilidad, investigación y desarrollo e inversión de capital. Se trata de un enfoque cuantitativo y experimental para relacionar la estructura de la organización y las normas de una empresa con la estabilidad y el crecimiento industrial".

A partir de las técnicas, en 1970 aparece el "modelo del mundo" que es la base sobre la que se realizó el conocido informe sobre los Límites del Crecimiento para el Club de Roma. Este trabajo y las numerosas polémicas que suscitó popularizaron la dinámica de sistemas a escala mundial.

En el desarrollo del análisis de sistemas ha tenido especial relevancia el auge de las técnicas de investigación operativa cuya utilización creciente se inició también a partir de la II Guerra Mundial. Con la aparición de vertiginosas mejoras de los ordenadores, el análisis de sistemas presenta una gran importancia en el estudio de problemas económicos en los que es necesario experimentar con un gran número de elementos utilizando modelos más simplificados, que no son otra cosa que la representación formal del sistema.

Esta concepción del modelo va en el sentido de la definición propuesta por John Hicks para -modelo- "construcción en la cual están seleccionados ciertos elementos del sistema o proceso que queremos examinar, de manera que las interrelaciones o interacciones entre estos elementos puedan deducirse por razonamiento, con la esperanza de que pueda llegar a la comprensión general del sistema o proceso a través de la comprensión del estado particular de los elementos". Así, como la realidad puede representarse por diferentes sistemas, un sistema admite un modelado múltiple. Un modelo no es ni verdadero ni falso: su valor se juzga por la contribución que aporta a la explicación del sistema que representa.

Los diseñadores de modelos intentan generalmente representar la realidad como un conjunto de elementos diversos interdependientes y los gestores de sistemas conciben el ámbito al que aplican los modelos como un todo dinámico en relación con el cual tienen sentido y son inteligibles. El nivel de elaboración depende de los objetivos que persigue el propio constructor del modelo. Cuando sólo desea conocer una zona de lo real pero no actuar sobre ella, diseña modelos básicamente descriptivos, es decir, modelos que sirven para identificar las variables más relevantes y estudiar sus interrelaciones sin avances ulteriores. Tales modelos reciben también el calificativo de mecánicos. Si se pretende además incidir en esas relaciones y tomar decisiones que afectan al futuro, es necesario analizar más profundamente la realidad y los medios de acción sobre ella. En este caso se diseñan modelos multidimensionales o comprensivos (Conesa, 1997).

### **La contribución de los sistemas a la innovación.**

En la mayoría de la literatura acerca de los sistemas de innovación los hechos principales están basados intuitivamente y las relaciones entre las variables no son descritas en

una manera rigurosa. Esta acotada visión acerca de los sistemas da cuenta de la creciente importancia del estudio de los procesos de innovación a través de los sistemas. De hecho, este análisis y modo “inductivo” de trabajo basado sobre hallazgos empíricos ha conducido al mayor progreso con respecto a nuestro conocimiento acerca de los procesos de innovación. Y, de hecho, actualmente se reconoce ampliamente que el crecimiento económico y el bienestar social se basan en el buen funcionamiento de los mismos sistemas, en los que todos los actores deben funcionar bien (Edquist, 2001). La importancia de contar con una conceptualización sistémica de la innovación radica en que permite observar la forma en que se satisfacen las necesidades de responder, en términos de revolución tecnológica, al alcance e incidencia de las políticas públicas y privadas en el proceso innovador.

Este punto de vista de los sistemas tiene consecuencias esenciales en cuanto a proporcionarnos una percepción clara, en cuanto a la necesidad de interpretar la interacción constante y la cooperación entre todos los actores (incluyendo sus entornos económicos y políticos externos). Por tanto, se perciben dos situaciones al respecto:

1. Como resultado de la misma interacción (retroalimentación) entre los actores, y debido a su capacidad de avanzar y crecer en el tiempo, evolucionan cambiando su configuración del sistema.
2. Como resultado de las interacciones sociales entre todos los actores económicos, las actividades innovadoras se encuentran enclavadas dentro de un sistema social y, por tanto, puede ser considerado como un sistema abierto (Lundvall, 1992).

Se hace necesario entonces distinguir entre sistemas operacionales y sistemas conceptuales<sup>4</sup>. Si bien el término “sistema” se refiere al marco analítico, dentro del cual las entidades son construidas, estos no representan el fenómeno entero. El enfoque de sistemas nos permite evaluar las relaciones, los actores y los atributos (las funciones) existentes entre los actores que componen el mismo como un todo, desde un enfoque meramente teórico o empírico.

## 2.5. Los sistemas de innovación (SI)

El enfoque de los **sistemas de innovación (SI)** es reciente, ya que si bien fue concebido a finales de los años 70, su principal desarrollo comienza en la década de los años noventa (Freeman, 1987; Lundvall, 1988; Nelson, 1993a). Este enfoque pretende subrayar la importancia que procesos, como son la innovación y el cambio tecnológico, poseen tras el desplome de la corriente teórica clásica dominante y los nuevos conceptos desarrollados en estos ámbitos. Subyace aquí la idea de cómo se pretende desarrollar una visión en torno a los procesos de innovación y cambio tecnológico que vaya más allá de su materialización concreta en productos, mostrando en contra, a dichos procesos, como sistemas de carácter holístico, caracterizados por las retroalimentaciones entre los distintos elementos que los configuran, en los cuales las funciones de aprendizaje y el conocimiento constituyen los ejes fundamentales

---

<sup>4</sup>Mientras que un sistema operacional se refiere a un fenómeno real, por ejemplo, una secuencia de actividades constituidas de una manera predefinida para producir un cierto resultado. Un sistema conceptual representa una abstracción lógica. Un constructo teórico constituido de reglas y principios los cuales explican las relaciones entre diferentes variables.

del sistema. El conocimiento y el aprendizaje no son sólo partes importantes del sistema, sino también los propios resultados que se retroalimentan, modifican y completan en el desarrollo del mismo.

El enfoque del SI es de gran ayuda porque hace posible describir, entender, explicar e influenciar los procesos de innovación facilitando la identificación de los factores que dan forma e influyen sobre las innovaciones. Más aún, Edquist (1997) nota que el enfoque del SI está basado en la teoría del aprendizaje interactivo (Lundvall, 1992) y también en la teoría evolucionista del cambio tecnológico (Saviotti & Metcalfe, 1991).

Su estudio y aplicación es, hoy día, una de las principales preocupaciones de las organizaciones internacionales como la Unión Europea (Comisión Europea, 1995, 2000) o la OECD (1997). Este mismo concepto se puede aplicar a una determinada región de un país. Tal como dice Autio (1996) “[...] la mayor homogeneidad en la identidad sociocultural en un espacio regional y la mayor proximidad de los actores que facilita las relaciones personales de carácter informal, dan a estos sistemas ciertas especificidades con relación a los nacionales”.

Una aportación interesante al concepto de Sistema de Innovación es la propuesta del denominado “El Triángulo de Sábado” de Sábado y Botana (1968). Es el modelo más elemental y universalmente aceptado de política científico-tecnológica (PCyT). El modelo del triángulo postula que, para que exista en realidad un sistema de Ciencia y Tecnología (SCyT), es necesario que el gobierno, la infraestructura científico-tecnológica y el sector productivo, estén fuerte y permanentemente relacionados. Los autores reconocen el importante papel que le corresponde a la investigación científica y tecnológica en las transformaciones de la sociedad. Las ideas de Sábado y Botana surgen en plena vigencia del modelo lineal y representan una visión muy adelantada de lo que luego pasa a definirse como SNI. Quizá la característica más importante del Triángulo de Sábado y una de las aportaciones pioneras con respecto a los SNI es la característica “relacional”. El triángulo también es el modelo más simple y transparente de dependencia tecnológica; mientras más fuertes sean las extra-relaciones, más débiles o inexistentes serán las inter e intra-relaciones y más se demorará el país en la disminución de su dependencia. Quizá la diferencia más sobresaliente con respecto a los SNI, está dada por quién define los contenidos de los vértices del triángulo. Según los autores, los vértices están caracterizados por aspectos funcionales más que institucionales, a diferencia de lo que plantean muchos trabajos de los SNI. Además de ofrecer una perspectiva que toma en cuenta múltiples actores sociales, permite superar la contraposición esquemática entre Estado y mercado, destacando la importancia de una variedad de aspectos, no sólo económicos sino también políticos, institucionales y culturales, y llevando la atención hacia ciertos procesos concretos de interacción entre actores y organizaciones, ofreciendo así un marco general para su estudio (Fig.2.5).

En línea con lo anterior, otra contribución similar es la propuesta de Leydesdorff y Etkowitz (1996) en su “Modelo de Triple Hélice”, desarrollado en trabajos posteriores por el propio Etkowitz (1997). Estos autores plantean cómo la interrelación entre empresas, universidades y también la administración ha conducido a interpretaciones en el tipo de actividad de cada tipo de organización, de manera que las universidades adoptan actitudes emprendedoras, las empresas intervienen en la formación y en la investigación y ambas se corresponsabilizan con las administraciones en concretar las políticas.

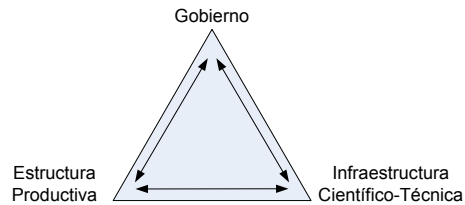


Figura 2.5: El Triángulo de Sábato.  
(Fuente: Sábato y Botana, 1968)

Aunque hay diferentes versiones o variedades entre los analistas de los SI que hacen que no se pueda hablar de un estándar de referencia, existen una serie de puntos comunes que permiten hablar de un marco conceptual de SI (Edquist, 1997):

- La innovación se sitúa en el centro del análisis y, ligada a la misma, los procesos de aprendizaje.
- Un enfoque holístico (esto es, que trata de englobar todos los determinantes de la innovación que son importantes) e interdisciplinar (ya que se toman en cuenta factores no solo económicos, sino también institucionales, organizacionales, sociales y políticos).
- Una perspectiva histórica que se justifica por el hecho de que las innovaciones se desarrollan a lo largo del tiempo (es necesario un cierto tiempo desde la invención técnica, a su transformación en una innovación económicamente importante y a su amplia difusión) y las innovaciones, organizaciones, e instituciones, tecnologías, regiones e incluso países son dependientes del camino (“path dependent”).
- Reconocimiento de las diferencias existentes de unos SI a otros y de la inexistencia de un sistema óptimo.
- Énfasis en la interdependencia (inherente en la idea del sistema) y una visión no lineal del procesos de innovación.
- Papel central otorgado a las instituciones (y organizaciones).

## 2.6. Los sistemas nacionales de innovación (SNI)

El concepto de **sistemas nacionales de innovación (SNI)** inicialmente fue desarrollado como un concepto cualitativo para describir las dimensiones tecnológicas, económicas, sociales e institucionales de la innovación y los avances económicos. Freeman (1987) utiliza este concepto en su discusión sobre los SI japoneses, mientras que Lundvall (1985; 1992) aplica esta conexión a la observación empírica de las interacciones y panorama institucional que soporta las actividades innovadoras en las pequeñas economías abiertas de Escandinavia. De estas aplicaciones iniciales, el concepto fue rápidamente generalizado a todas las demás economías avanzadas. Los registros iniciales de Nelson (1993a) son un buen ejemplo de estos.

Los SNI son definidos de variadas maneras, así por ejemplo tenemos a diferentes autores:

- Freeman (1987) impulsado por investigar por qué unos lugares eran más innovadores que otros, abre una nueva dimensión del estudio de la innovación tecnológica y define

los SNI de la siguiente manera: "la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías".

- Lundvall (1992) sostiene que un SNI esta constituido por "[...] los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles [...] y se localizan dentro o en las fronteras de un Estado".
- Nelson (1993a) por su parte define los SNI en un sentido estrecho, según la distinción que sugiere Lundvall. Señala que un SNI es "[...] una serie de instituciones cuya interacción determina la capacidad innovadora [...] de las empresas de un país".
- Patel y Pavitt (1994a) definen al SNI como "[...] "las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y sus competencias que determinan la velocidad y la dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y composición de las actividades generadoras de cambio) en un país".
- Metcalfe (1995) define al SNI como "[...] la serie de instituciones que conjuntamente o de forma individual contribuyen al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías y que proporcionan el marco en el cual los gobiernos forman e implementan políticas para influir en el proceso de innovación. Por tanto, es un sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir el conocimiento, competencias y artefactos que definen las nuevas tecnologías".
- La OCDE (1999b) asevera que el SNI "[...] descansa sobre la premisa de que el entendimiento de las ligas sobre los actores involucrados en la innovación es clave para mejorar el desempeño de la tecnología. La innovación y el progreso técnico son el resultado de un complejo juego de relaciones entre los actores en la producción, distribución y aplicación de varios tipos de conocimiento.

Todas las definiciones anteriores tienen en común el acento en los "flujos" del conocimiento, complemento imprescindible de las inversiones en conocimiento, lo que se ha de ver reflejado tanto en los indicadores como en las políticas de fomento de la innovación.

Realmente, uno de los principales inconvenientes que presenta ofrecer un modelo de análisis de los SNI es que se deben introducir simplificaciones (todo modelo simplifica la realidad) que restan veracidad a lo que precisamente resulta ser un enfoque para entender fenómenos no simples. Muchas de las restricciones proceden de la falta de metodologías e indicadores contrastados, robustos y disponibles. Sin embargo, reconociendo las restricciones que implican dichas simplificaciones, consideramos que resulta más ventajoso que contraproducente utilizar una metodología de aproximación a los SI.

### **Análisis alternativos a los SNI.**

Es conveniente apuntar que de manera paralela a los autores que hacen suya la terminología de los SI, existen otra serie de analistas o corrientes que, aunque usando una terminología y desde orígenes distintos de los de la economía de la innovación, han llegado a tomar como objeto de análisis una realidad que en gran medida se superpone con la anterior. Entre tales corrientes se destacan las siguientes:

- En primer lugar los análisis de Porter (1990), que sostiene que "la competitividad de una nación depende de la capacidad de una industria para innovar y mejorar, creándose

y manteniéndose a través de un proceso muy localizado. Las diferencias en los valores nacionales, la cultura, las estructuras económicas, las instituciones y la historia contribuyen todas ellas al éxito competitivo". Si bien, ciertamente, el análisis de Porter del proceso de innovación no alcanza la profundidad o complejidad que se puede encontrar en los autores de la línea de los SNI. La atención prestada por Porter a la innovación se ha visto acrecentada en algunos de sus estudios más recientes sobre los cuales pone de manifiesto el objetivo específico de analizar "los determinantes de la capacidad innovadora nacional" (Stern, Porter & Furman, 1999), a semejanza de lo que persiguen los analistas de los SI.

- La corriente que podría denominarse "variedades del capitalismo" compuesta por autores como Whitley (2000), que se centran en el análisis de las diferentes estructuras institucionales que se encuentran en las economías desarrolladas y en cómo tales diferencias dan lugar a diferencias en la capacidad para competir en determinados tipos de producción o sectores de actividad.
- Los análisis llevados a cabo por la corriente denominada "Sistemas sociales de innovación y producción", constituida fundamentalmente por analistas franceses tales como Amable, Petit, Boyer (2001), que se caracterizan por dar un mayor énfasis a los aspectos sociales y de recursos humanos y porque, aunque atribuyen un papel específico a la innovación, no reducen su análisis a las instituciones organizacionales involucradas directamente con las actividades científicas y tecnológicas (tal como lo hace la versión restrictiva de los SIN) o no considera el fenómeno científico y tecnológico como el núcleo de su marco teórico y no plantean su análisis institucional como un movimiento progresivo desde el núcleo de instituciones involucradas directamente con la CyT hacia otras instituciones u organizaciones situadas más afuera.

### Ámbitos de estudio de los SI.

Los proponentes del concepto del SNI consideran que también puede haber otros tipos de SI supranacionales, nacionales o subnacionales (regional o local). Desde el inicio de los años 1990, este enfoque ha experimentado derivaciones en estudios que han reconocido la evolución de SI hacia sistemas de innovación autónomos. Por lo tanto, otros tantos conceptos asociados a los del concepto del SNI han emergido enfatizando diferentes aspectos que operan en otros ámbitos o realidades. Así, por ejemplo, tenemos que los SI pueden ser de nivel local, regional, Europeo (sub-nacionales) y aún de nivel global (Acs, 2000; Brackzyk, Cooke & Heidenreich, 1998; Cooke, Boekholt & Todtling, 2000; Dalum, Holmén, Jacobsson, Preast, Rickne & Villumsen, 1999; DelaMothe & Paquet, 1998; Howells, 1999a; Mytelka & Farinelly, 2000) y, al mismo tiempo, pueden ser sectoriales dentro de alguna de estas demarcaciones geográficas (incluyendo la nacional), por lo que existen muchas permutaciones posibles. Cuando un SI debería ser espacial o sectorialmente delimitado - o ambos -, depende del objeto de estudio.

Existen tres razonamientos sobre los cuáles se pueden identificar las fronteras de los SI:

- Espacial o geográfico, sectorial y funcional.

Refiriéndose a los conceptos de las realidades sub-nacionales se tiene, en el trabajo de Saxenian (1994) el concepto de Sistemas Industriales Locales que tratan con las condiciones locales de la ruta 128 de Massachussets o Silicon Valley. Aquí la definición del sistema es

primariamente geográfica. El trabajo de Cooke (1998), Braczik (1998) o Landabaso (1995) se refiere a los Sistemas Regionales de Innovación (SRI) en el contexto Europeo. En contraste, otros enfoques que derivan del concepto del Sistema Nacional de Innovación se refieren a las realidades las cuales son supranacionales o que simplemente no son geográficas en su naturaleza, sino ámbitos de estudio. Tal es el caso de los Sistemas de Innovación Sectoriales (Breschi & Malerba, 1997; Malerba & Orsenigo, 1990; Malerba & Orsenigo, 1993; Malerba, 1996) los cuales están basados en la idea de que diferentes sectores e industrias operan bajo diferentes regímenes tecnológicos, los cuales están caracterizados por combinaciones particulares de oportunidad y condiciones apropiadas, grados de "acumulatividad" y características del conocimiento de base tecnológica.

También está el caso del enfoque de los Sistemas de Innovación Tecnológicos (Carlsson, 1995; Carlsson & Jacobson, 1997a), que se enfoca en las tecnologías genéricas con aplicación general sobre muchas industrias. Carlsson y Stankiewicz (1995) definen a los Sistemas Tecnológicos como "redes de agentes interactuando en un área específica tecnológica bajo una infraestructura institucional particular con el propósito de crear, difundir y utilizar el enfoque tecnológico sobre el flujo de conocimiento, información y competencia". El tercer razonamiento (funcional), el cual enfatiza que los sistemas de innovación pueden ser descritos y analizados en términos de sus "patrones funcionales", probablemente pueda ser visto más como una perspectiva de análisis, que desde un punto de vista geográfico. Todos estos conceptos desarrollados a partir del concepto original de SNI pueden ser vistos como una evidencia de que las investigaciones sobre la innovación han intentado capturar las diversas dimensiones del fenómeno de la innovación.

## 2.7. Perspectivas de análisis del SNI

El concepto de los SNI provee una poderosa herramienta para analizar las especificidades del país dentro de los procesos de innovación en una economía globalizada, además de servir como una guía para la formulación de políticas. Esto destaca las interacciones y las interfases entre los varios actores y el trabajo del sistema como un todo.

La OCDE (1999b) diferencia distintos niveles de análisis en los estudios acerca de los Sistemas Nacionales de Innovación:

- **Estudios de nivel micro.** Este se centra en las capacidades internas de las empresas y sobre las ligas alrededor de una o varias empresas, y examina sus relaciones de conocimiento con otras empresas e instituciones no lucrativas dentro del sistema de innovación, con la visión de identificar las ligas no satisfechas en la cadena de valor. Dicho análisis es usualmente más relevante para las empresas y usualmente llevado a cabo por empresas consultoras, sin embargo, esto también puede enriquecer el entendimiento de los políticos cuando estos hallazgos son adecuadamente relacionados a un punto más amplio.
- **Estudios de nivel meso.** Este examina las relaciones de conocimiento sobre las cuales interactúan las empresas con características comunes, utilizando tres principales enfoques de clusters: sectorial, espacial y funcional. El enfoque sectorial (o industrial) incluye proveedores, institutos de investigación y capacitación, mercados, transportación



y agencias de gobierno especializadas, financieras o aseguradoras que están organizadas alrededor de un conocimiento base común. El análisis de clusters regionales enfatiza los factores locales detrás de las aglomeraciones geográficas altamente competitivas de actividades intensivas de conocimiento. El análisis funcional de clusters utiliza técnicas estadísticas para identificar grupos de empresas que comparten ciertas características (ejem. estilos de innovación comunes o tipos específicos de ligas externas).

- **Estudios de nivel macro.** Este utiliza dos enfoques: macro-cluster y análisis funcional de flujos de conocimiento. Los macro-clusters ven la economía como una red de clusters entrelazados. El análisis funcional ve la economía como una red de instituciones y mapas de interacciones de conocimiento entre varias de estas instituciones. Este análisis involucra la medición de cinco tipos de flujos de conocimiento: i) interacciones entre empresas, ii) interacciones entre empresas, universidades e institutos públicos de investigación, incluyendo investigación conjunta, co-patentes, co-publicaciones y demás ligas informales, iii) otro tipo interacciones institucionales que apoyen la innovación, tales como fondos a la innovación, entrenamiento técnico, instalaciones de ingeniería e investigación, servicios de mercado, etc., iv) difusión tecnológica, incluyendo tipos de adquisición industrial para nuevas tecnologías, y difusión a través de maquinaria y equipo, v) movilidad personal, enfocándose en el movimiento de personal técnico dentro y entre sectores públicos y privados.

Oosterwijk (2003) en su propuesta (Fig.2.6) parte del concepto de los SNI en donde los actores individuales no operan de manera aislada. Por el contrario, estos se encuentran influenciados por otros actores en los procesos de innovación a través de la cooperación, la negociación y la solución de problemas. Los actores se comunican unos con otros, intercambian ideas, afinan la cooperación y aprenden unos de otros (dimensión organizacional). Sin embargo, los actores no solo son influenciados por otros actores, departamentos y organizaciones. Estos también se encuentran influenciados por el entorno institucional y cultural en el cual ellos operan.

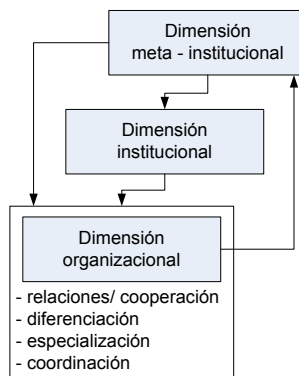


Figura 2.6: Elementos del análisis multinivel.  
(Fuente: Oosterwijk, 2003)

La influencia de dicho entorno (institucional y cultural) (dimensión institucional y meta-institucional) se debe en parte a un cierto nivel consciente y en parte a un cierto nivel inconsciente, a través de un proceso de socialización y enculturación. Los actores son influenciados

por las normas, convicciones y expectativas mutuas. Ellos confían que el comportamiento de otros actores es más o menos predecible. Algunas normas han cristalizado en un grupo de reglas codificadas, los cuales son la columna del comportamiento social. En general, se puede decir que muchas reglas institucionales tienen un carácter codificado relativo, especialmente en el caso en donde las instituciones, oficinas y agencias tienen la responsabilidad de reforzar las reglas. Las reglas y regulaciones han determinado lo que está permitido y lo que no lo está.

La influencia de las instituciones, sin embargo, no es solo en un sentido de un sistema codificado, es también aparente en un nivel más tácito en el comportamiento de grupos sociales. Las relaciones sociales han impuesto una compleja memoria colectiva de reglas, normas, valores, pensamiento y comportamiento. En consecuencia, las actividades innovadoras y la solución de problemas no ocurren de un modo arbitrario (Sabatier, 1988; Sabatier & Jenkins-Smith, 1997). Los actores han internalizado un comportamiento social a través de un proceso de socialización y enculturación (Oosterwijk, 2003).

Estas tres dimensiones se encuentran estrechamente entrelazadas dentro de una configuración social en la cual los elementos tienden a cohesionar unos con otros, lo cual proporciona al sistema su dinamismo.

#### **Fortalezas y debilidades de los sistemas nacionales de innovación.**

Varios autores (Freeman & B.A., 1988; Nelson, 1993a; Patel & Pavitt, 1994a; Cooke & Memedovic, 2003) argumentan desde diferentes puntos de vista las fortalezas del enfoque de los SI. Su principal fortaleza radica en que este enfoque provee un marco analítico flexible para identificar y acceder a las complicadas interacciones de las dimensiones institucionales, y organizacionales de los procesos de innovación así como de sus elementos. La importancia de una relación no está definida tanto por la existencia de aquella relación, sino por el contenido e interacción con otras relaciones. Dichas fortalezas se encuentran más en su narrativa que en su medición. El enfoque del SNI es más bien un marco analítico que un instrumento de medición o teoría formal (Oosterwijk, 2003). Existen dos supuestos (o ventajas) que conlleva el análisis de los SI al nivel nacional. La primera tiene que ver con el valor que el enfoque de los SNI pone en las relaciones cooperativas y los flujos de conocimiento. Implícito en este valor se encuentra el supuesto de que la innovación puede ser fomentada a través de inducir más flujos de conocimiento. El segundo supuesto es que el impacto de la generación de conocimiento adicional y desarrollo tecnológico es moldeado por las estructuras políticas, sociales y económicas existentes y aún por las normas culturales (Patel & Pavitt, 1994a; Edquist, 1997; Nelson & Sampat, 2001). Por lo tanto, la principal ventaja del enfoque de los SNI no proviene solamente de un totalmente nuevo entendimiento de las dinámicas económicas, sino de su capacidad para explicar como el desarrollo tecnológico reciente afecta a la estructura económica y los resultados. El amplio nivel de análisis significa que el enfoque del SNI incorpora razonamientos que no son estrictamente económicos, sino también políticos y sociales (Pontikakis, McDonnell & Geoghegan, 2005).

Edquist (2004) hace referencia a otro tipo de fortalezas en la siguiente lista de "fortalezas del enfoque de SI": i) holístico e interdisciplinario, ii) basado en perspectivas históricas y evolucionarias, iii) interdependiente y no-lineal, iv) integrando la innovación de productos y procesos, y v) influenciado por las instituciones. Estas cinco características pueden ser vistas

como ventajas asociadas al mismo enfoque de los SI, las cuales explican en parte su rápida difusión, al encontrar amplias aplicaciones en los círculos académicos y los contextos políticos - autoridades regionales, gobiernos nacionales, así como organizaciones internacionales tales como la OCDE, la Unión Europea, UNCTAD y UNIDO. Lundvall (2005) considera que el impacto positivo más importante ha sido que el concepto del SNI ha facilitado un cambio general en lo que los economistas y políticos ven como la constitución de la "competitividad internacional". Dicho concepto ha ayudado a mover la atención hacia estrategias de política nacional que integren los juegos de suma positiva tanto internacional como en el país. El segundo, y generalmente más reconocido impacto es que la dimensión "de sistema" del enfoque del SNI, ha movido la atención en los círculos políticos a cargo de la investigación, innovación y el desarrollo industrial del pensamiento del modelo lineal al pensamiento del modelo interactivo de la innovación.

No obstante, una de las debilidades de este enfoque es que solo provee instantáneas aisladas en el tiempo. El análisis a los SI debería incluir un largo periodo de tiempo, incluyendo un análisis de como el sistema llegó al estado presente. Los países tienden a desarrollar a lo largo del tiempo trayectorias tecnológicas y éstas usualmente están determinadas por eventos pasados los cuales han afinado los patrones de generación, acumulación y difusión de conocimiento (Oosterwijk, 2003). Edquist argumenta que la escasez de acuerdos sobre los cuales se dibujan diferentes líneas alrededor de los SI hacen el concepto "difuso", y su escasez de claridad al definir dicho "marco analítico flexible" constituye una barrera para el avance del progreso hacia un concepto más "teórico" y "riguroso". Dicha flexibilidad puede llevar a incrementar su complejidad y empeorar la comunicación (Edquist, 2004).

Otro tipo de debilidades dentro del enfoque del SI es el que respecta al descuido de otros tipos de aprendizaje más que de los procesos de innovación. La innovación de producto y procesos es el resultado de los procesos de aprendizaje tales como I+D, aprendizaje por hacer, aprendizaje por usar y el aprendizaje por interacción. Además de los ya mencionados existen otros tipos de aprendizajes organizacionales los cuales usualmente no son utilizados dentro de los estudios de innovación (ejemplo de ellos son el desarrollo de rutinas de las empresas, creación de manuales, construcción de bases de datos, etc.). Es importante expandir el enfoque al gestionar tales procesos de aprendizaje organizacional.

Adicionalmente, el enfoque del SI en gran medida descuida el aprendizaje en forma de educación. Si bien, la mayor excepción con respecto a este fue el desarrollado por Lundvall (1992) al planear dentro del grupo Aalborg un capítulo dedicado al sistema de educación, al final dicho intento no tuvo éxito (Lundvall & Christensen, 1999). La importancia crucial de la educación para la innovación es puntualizada en algunos escritos acerca del SI. Sin embargo, ningún análisis realmente profundo acerca de la educación ha sido llevado a cabo en el contexto del análisis del SI.

A nivel "micro", actores tales como las empresas, agencias o individuos que están involucrados en las actividades de innovación, tienen quizá menos interés en emplear el enfoque del SNI. Esto se debe particularmente al hecho de que muchas instituciones, organizaciones y actividades involucradas se encuentran más allá del alcance de sus responsabilidades. Además, la naturaleza y el grado de involucramiento de dichos actores se encuentra motivada por diferentes tipos de intereses. En una situación ideal, los actores del SNI se organizarían por

si mismos dentro de redes híbridas productivas que aprovecharían el potencial máximo de los flujos de conocimiento y el aprendizaje asociado. Sin embargo, generalmente esto no sucede debido a la ausencia de suficientes -o inadecuadas- acciones (o funciones) que incentiven tal organización. A tales debilidades se le denominan "fallas del sistema". Otro tipo de debilidades identificadas son las referentes a la identificación de funciones faltantes o inadecuadas en un sistema, las cuales son fundamentales para las políticas de innovación. Tales deficiencias (o debilidades) - denominadas "fallas del sistema"- constituyen las causas de los "problemas" que en materia de empleo, productividad, etc. han aflorado en un país determinado. El enfoque de los SI hace evidentes a los actores y los mecanismos que guarda la innovación exitosa, de este modo la literatura acerca de los SI proporciona una manera de identificar nuevas razones fundamentales para la intervención del gobierno en las llamadas "fallas del sistema".

Varios autores (Carlsson & Jacobson, 1997*b*; Smith, 1997; Malerba, 1998; Johnson & Gregersen, 1994; Edquist, Hommen, Johnson, Lemola, Malerba, Reiss & Smith, 1998), han puesto atención a estas imperfecciones sistémicas. Niosi (2002) en su trabajo acerca de la eficiencia de los SNI y basado en los trabajos de Leibenstein (1976)<sup>5</sup>, sugiere que contrario a lo que la economía neoclásica argumenta, las instituciones no son neutrales ni son las cajas negras óptimas; sino que estas pueden ser "x-ineficientes" y "x-efectivos"<sup>6</sup>. La siguiente lista resume los principales imperfecciones encontradas:

- Fallas infraestructurales,
- Fallas de transición,
- Fallas de bloqueo/ruta dependiente,
- Fallas institucionales formales,
- Fallas institucionales informales,
- Fallas de redes fuertes,
- Fallas de redes débiles, y
- Fallas de capacidad.

La OCDE (1997) señala que el estudio de los SNI ofrece nuevos fundamentos para la política tecnológica de los gobiernos, pues las políticas en el pasado se han enfocado hacia las fallas del mercado. El análisis de los SNI otorga (así) a las instituciones políticas el poder para identificar los logros y las fallas, los puntos de choque y áreas de sobre-capacidad; ofreciendo un mayor potencial para identificar hacia a donde debería ir el respaldo público, siendo más útil desde un punto de vista práctico y específico.

<sup>5</sup>Libenstein (1976) subraya que, se debe saber que las empresas son x-eficientes: No operan óptimamente, por el contrario, sus niveles de eficiencia son variables y dependientes de su organización interna y su conocimiento acumulado. Por otra parte, la economía evolucionaría y las ciencias administrativas han mostrado que los agentes (empresas), siendo racionales, no maximizan, sino que "satisfacen", usualmente debajo de un óptimo nivel de eficiencia. Los SNI pueden ser también x-eficientes (Niosi, 2002).

<sup>6</sup>1) **La x-ineficiencia** es el vacío entre el desempeño observado y el mejor desempeño existente (máximo resultado observado en organizaciones equivalentes). No es el vacío entre el desempeño observado y algún óptimo, o teóricamente determinado. 2) **La x-efectividad** es el grado en el cual las instituciones alcanzan sus misiones organizacionales. Ejemplos de misiones típicas son: la producción de capital humano (graduados) por las universidades; producción de conocimiento científico básico; transferencia del conocimiento a la sociedad; Los laboratorios gubernamentales conduciendo I+D aplicada; transferencia del conocimiento a la sociedad.

## 2.8. La gestión de la innovación en los SI

El enfoque sistémico de la innovación reconoce que la innovación y la generación de conocimiento tiene lugar como resultado de varias actividades, muchas de ellas se encuentran fuera de proceso de investigación formal. El conocimiento entonces se genera no solo en las universidades y centros de investigación, sino también en una amplia variedad de lugares dentro de la economía, ya sea a través de un nuevo producto (learning by doing) o de su comercialización y consumo (learning by using).

De acuerdo a Pavón e Hidalgo (1999) la gestión de la innovación es el proceso orientado a organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes y transferir esas mismas ideas a las fases de fabricación y comercialización. La gestión de la innovación es una disciplina, esta no aparece de una manera aleatorio o al azar, sino que requiere diseño. La gestión de la innovación implica enfocarse en la misión de la organización, buscando oportunidades únicas, determinando si se ajustan a la dirección estratégica de la organización, definiendo las acciones para el éxito, y continuamente reexaminando las oportunidades. La innovación no requiere genios, sino que requiere de una total dedicación en la búsqueda de una oportunidad única. Desde el punto de vista del conocimiento, una manera útil y simple de pensar acerca del rol que juega éste en la gestión de la innovación es considerar los procesos principales que conducen el desempeño innovador de las empresas (y en última instancia la productividad) (Nonaka & Takeuchi, 1995), y las competencias que facilitan dichos procesos (Capacidad de absorción y Capacidad de transferencia) (Fig.2.7).

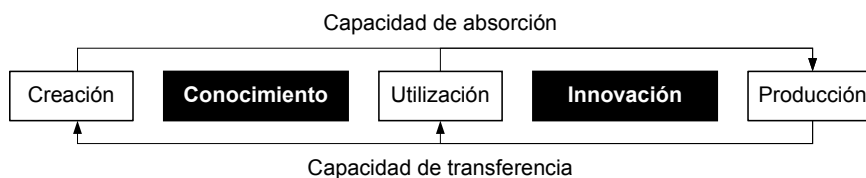


Figura 2.7: Proceso general de la innovación basada en el conocimiento.  
(Fuente: Elaboración propia)

El aumento de la importancia del conocimiento como conductor económico tiene importantes consecuencias para la gestión de la innovación, el cual es, sucesivamente, un determinante clave de la competitividad global nacional y regional en las economías del conocimiento. La contribución del conocimiento a la innovación se logra en parte por la reducción de costes de las operaciones entre las empresas y otros actores, siendo mayormente notable en las áreas de investigación e información, compras y toma de decisiones, normas y aplicaciones.

En las economías conducidas por el conocimiento, el establecimiento de relaciones entre conocimiento y mercado y la disponibilidad de un entorno correcto para la innovación son claves para la creación de la competitividad. Si bien, la economía del conocimiento también representa nuevas oportunidades, también requiere de algunas acciones diseñadas para dar soporte y tomar ventaja de esta economía (Hidalgo & Rey, 2004).

### Técnicas de gestión de la innovación.

Tomando en cuenta la importancia del conocimiento científico y tecnológico en el desarrollo del proceso de innovación tecnológica, resulta necesario para la organización implementar metodologías que le permitan facilitar su gestión e incorporación a sus nuevos productos y servicios (Cuadro 2.1). En muchos casos esta implementación podrá requerir periodos de ajuste y cambios de carácter estructural que modifiquen su forma de competir y su actitud ante los mercados.

Por tanto, la gestión eficiente del proceso de innovación tecnológica basada en el conocimiento científico y tecnológico requiere la capacidad de la empresa para aplicar técnicas o herramientas de gestión avanzada (IMT por sus siglas en inglés). No obstante, es preciso considerar que el simple hecho de aplicar estas técnicas no implica la generación de ventajas competitivas para la empresa (Myers, 1996; Lengrand y Chartrie, 1999). La innovación tecnológica no implica el empleo continuo de la última tecnología disponible. Por el contrario, es menos una cuestión de tecnología y más una manera de pensar y encontrar soluciones creativas para la empresa. En este contexto, las técnicas de gestión de la innovación pueden ser vistas como un abanico de herramientas y metodologías que ayudan a la empresa a adaptar el conocimiento científico y tecnológico a los cambios y a los desafíos del mercado de una manera sistemática y organizada.

Dentro de los principales aspectos que pueden aportar estas técnicas a una empresa que trata de gestionar el conocimiento como activo de referencia en su proceso de innovación tecnológica se encuentran los siguientes:

- Mejorar la utilización del conocimiento científico y tecnológico en la empresa.
- Impulsar la creatividad como aspecto clave del proceso de innovación.
- Incrementar la capacidad de la empresa para reaccionar de forma rápida a cambios, sin disminuir el impacto en la eficiencia.
- Gestionar los recursos humanos como un área estratégica en la empresa.
- Mejorar la recopilación y actualización de información del mercado.
- Promover la cooperación y el trabajo en equipo.
- Impulsar las redes de colaboración y sistemas de apoyo externo.
- Obtener un alto rendimiento de Internet y de las más modernas tecnologías comunicaciones.
- Enfatizar un enfoque global orientado al mercado (internacionalización).
- Optimizar el tiempo de desarrollo (time to market) de los procesos de innovación tecnológica.
- Apoyar las iniciativas dirigidas a mejorar la gestión de los procesos.
- Integrar CyT y mercado en un sistema fluido.
- Incrementar la eficiencia utilizando tecnologías avanzadas de la información.

En el actual proceso de la gestión de la innovación tecnológica en red, se han identificado un conjunto de factores tecnológicos, organizacionales, y de gestión que contribuyen a impulsar la eficiencia del proceso innovador (Guerra, 2005):

Grupos	Metodologías y técnicas
<b>Gestión del conocimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auditorías de conocimiento</li> <li>- Mapa de conocimiento (Knowledge mapping)</li> <li>- Gestión de documentos</li> <li>- Gestión de Derechos de Propiedad Intelectual</li> </ul>
<b>Inteligencia de mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vigilancia tecnológica</li> <li>- Análisis de patentes</li> <li>- Inteligencia de negocios&gt;</li> <li>- Gestión de Relaciones con el Cliente (CRM)</li> <li>- Geo-marketing</li> </ul>
<b>Cooperación y redes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programación de trabajo en grupo (Groupware)</li> <li>- Generación de equipos</li> <li>- Gestión de la cadena de suministro (SCM)</li> <li>- Agrupaciones (Clusters)</li> </ul>
<b>Gestión de recursos humanos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teletrabajo</li> <li>- Intranets corporativas</li> <li>- Formación a distancia (e-Learning)</li> <li>- Gestión de competencias</li> </ul>
<b>Gestión de interfases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I+D - marketing</li> <li>- Ingeniería concurrente</li> </ul>
<b>Creatividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brainstorming</li> <li>- Pensamiento lateral</li> <li>- Teoría de Resolución de Problemas (TRIZ)</li> <li>- Método Scamper</li> <li>- Exploración de ideas (Mind mapping)</li> </ul>
<b>Mejora de procesos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Benchmarking</li> <li>- Flujo de Trabajo</li> <li>- Reingeniería de procesos</li> <li>- Producción justo a tiempo (<i>Just in Time</i>)</li> </ul>
<b>Gestión de proyectos de innovación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de proyectos</li> <li>- Valoración de proyectos (<i>Project appraisal</i>)</li> <li>- Gestión de cartera de proyectos</li> </ul>
<b>Gestión del diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CAD</li> <li>- Prototipado rápido</li> </ul>
<b>Creación de negocios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis del valor</li> <li>- Simulación de negocios</li> <li>- Business Plan</li> <li>- Spin-off</li> </ul>

Cuadro 2.1: Técnicas de gestión de la innovación.  
(Fuente: Hidalgo, 2004)

- Apoyo total de la dirección desde el inicio del proceso, debido a los cambios que puedan ocurrir y que incurran en un elevado coste.
- Adoptar un estilo de gestión horizontal, delegando un mayor nivel de decisión y de control en los trabajadores, reduciendo el factor retardo.
- Lograr una adecuada preparación del capital humano, incluyendo su nivel de responsabilidad y compromiso con la empresa.
- Crear grupos multidisciplinarios y multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos. La continua interacción es esencial cuando se llevan a cabo otras actividades paralelas (Clark & Fujimoto 1991).
- Utilizar sistemas de información (TI) para lograr una comunicación eficiente a nivel interno y externo (proveedores, empresas colaboradoras), y compartir la información.
- Actualizar frecuentemente la información de las bases de datos y acceder a fuentes de conocimiento externas, disminuyendo los costes y tiempos necesarios para desarrollar un producto.
- Estrechar la cooperación con las empresas colaboradoras, haciéndolas participar en el proceso de gestión de la innovación; considerándolas como partes integrantes del proceso.
- Especificar los nuevos productos con el mayor nivel de calidad inicial, evitando cambios no planificados durante su desarrollo (Gupta, Raj & Wilemon, 1990).
- Establecer acuerdos de cooperación tecnológica a nivel horizontal cuando sea conveniente.
- Identificar actividades que por su carácter menos estratégicos puedan ser desarrolladas por otras empresas con un mayor nivel de eficiencia y menor coste. Requiriéndose de estas: i) un cierto nivel de competencia de la organización en dicha actividad, y ii) un cierto nivel de contribución de la misma al objetivo estratégico de la empresa.

### **La problemática de las empresas para gestionar la innovación.**

Uno de los retos que enfrentan las empresas y sobretodo las PYMEs a la hora de ser competitivas tiene que ver con el hecho de i) presentar productos o procesos diferenciados e innovadores ante los clientes, y ii) que tales innovaciones tengan un valor para estos consumidores. De inicio, la experiencia de las PYMEs muestra que las empresas tiene algunos mitos que les impiden gestionar la innovación:

- La innovación es solamente privilegio para una minoría de empresas grandes y transnacionales
- Las PYMEs no cuentan con recursos para innovar
- Las PYMEs no cuentan con la capacidad para innovar en los mercados internacionales
- La innovación es incierta y mientras tiene éxito la empresa ha quebrado o ha sido comprada por inversionistas extranjeros.

No obstante, para Morin (1985; 1989), una gestión eficaz de la innovación tecnológico en la empresa requiere del desarrollo de las siguientes funciones:

- Optimizar el empleo de los recursos tecnológicos disponibles, buscando la solución más adecuada y la combinación de factores más favorables,



- Enriquecer el patrimonio de la empresas por medio de la inversión en tecnología propia (i+D, formación), ajena (adquisición de tecnología) o mixta (mejora de la tecnología ajena),
- Salvaguardar y proteger el patrimonio tecnológico de la empresa, patentando las innovaciones propias y/o actualizando constantemente los conocimientos, de forma que los competidores encuentren mayores dificultades a la hora de imitar a la empresa,
- Realizar el inventario de los recursos tecnológicos de la empresa, incluidas las sugerencias propuestas por la plantilla, con el fin de conocer en cada momento el potencial innovador de la organización,
- Evaluar la competitividad de los productos de la empresa, las necesidades de los clientes, las tecnologías básicas y genéricas dominadas por la empresa y las posibilidades de aprovisionamiento tecnológico a través de proveedores. Esta tarea permite identificar y delimitar los “campos tecnológicos de la empresa a corto, mediano y largo plazo.
- Vigilar el comportamiento innovador de los competidores directos e indirectos procedentes de otras industrias o áreas geográficas, explorar las diversas fuentes de información (libros, bases de datos, patentes, etc.), y desarrollar actividades de benchmarking tecnológico.

Existe una marcada evidencia de que las capacidad es de innovación de la mayoría de las empresas, especialmente PYMEs, son limitadas (Clark & Quevreur, 1998). Esto, en gran parte debido a las llamadas fallas sistémicas y fallas del mercado. Lankhuizen y Woolthuis en línea con los estudios de las fallas de los sistemas, destacan algunas debilidades de las PYMEs en los SNI (Lankhuizen & Woolthuis, 2003):

1. Las PYMEs localizadas dentro de los SNI generalmente son dependientes de la demanda, enfatizando la importancia de los clientes como recursos de innovación.
2. Las interacciones son un importante recurso para ganar acceso a los recursos (materiales y de conocimiento). Esto implica que son más dependientes de las interacciones en redes ricas en recursos cruciales para las PYMEs localizadas en los SI.
3. La búsqueda y los descubrimientos por parte de las PYMEs innovadoras de conocimiento/información en áreas relacionadas con la innovación (desarrollo de productos, métodos de producción, y materiales nuevos) esta en la proximidad de sus productos o procesos de producción. De hecho, la cadena de suministro es el más grande recurso de información tecnológica y conocimiento común. Otros recursos externos, incluyendo el conocimiento base, son usados como complementos a los recursos internos por la PYMEs tecnológicamente más innovadoras (Barber & Lambert, 1998).
4. La proximidad Geográfica es menos importante. Sin embargo, para las empresas más pequeñas la region es una dimensión importante para la búsqueda y descubrimiento de conocimiento/información en áreas relacionadas con la innovación y la cooperación tecnológica. Tal situación es dependiente del tamaño de las empresas. En general, el nivel nacional sigue siendo el más importante.

Si bien las empresas innovadoras grandes y pequeñas tienen importantes necesidades comunes (Arthur D. Little, 1998), cuando se identifican las barreras a las más grandes innovaciones, es necesario tomar en cuenta que: i) las empresas pequeñas difieren de las grandes en

las habilidades, en el entrenamiento profesional de sus directivos, y en el perfil de sus capacidades de innovación; ii) las PYMEs forman una gran diversidad poblacional<sup>7</sup>. Tal situación es confirmada por el estudio de la OCDE (1997) al revelar en sus investigaciones que, entre los factores principales identificados en el fracaso de la utilización de la tecnología se encuentran i) la carencia de información, ii) financiación, y iii) “expertise” técnico. Investigaciones más a fondo muestran que las debilidades organizativas y directivas de las empresas también contribuyen a este fracaso. Las empresas necesitan una amplia variedad de habilidades del tipo adecuado, y una mezcla de las mismas habilidades en la adopción de la misma tecnología debe ser acertada.

El estudio llevado a cabo por Nelson (1993a), resume las características básicas que son típicamente comunes para un desempeño innovador efectivo, y que son escasos cuando la innovación es débil. Las principales características de las empresas en sectores en donde un país es fuerte son:

- Elevadas capacidades con respecto a lo que afecta su competitividad.
- Fuerte competencia nacional y extranjera.
- Ligas interactivas efectivas.
- Condiciones para promover la exportación de las empresas innovadoras.
- Financiamiento público para la I+D en las universidades y los centros públicos de investigación en sectores específicos de relevancia nacional y ligados a los resultados de las empresas.

Las empresas pequeñas tienden a presentar limitaciones financieras y de recursos humanos, menor acceso a la información, y horizontes de tiempo más cortos. Además, generalmente tienen más aversión al riesgo y son más reacias a atraer ayuda externa. No obstante, el alcance para mejorar la innovatividad es mayor para las pequeñas empresas que para las grandes. Numerosos estudios han estado dirigidos a la caracterización de las empresas innovadoras y a establecer las ventajas y desventajas de las empresas pequeñas frente a las grandes con respecto a la innovación. Un ejemplo de esos estudios es el desarrollado por Rothwell (1983) sobre las innovaciones en Gran Bretaña en pequeñas y grandes empresas, estableciendo importantes consideraciones con respecto al tamaño de la empresa. el estudio caracteriza el tamaño de la empresa con respecto a diferentes áreas y sistemas llevados a dentro de la empresa destacando las ventajas y desventajas de cada uno con respecto a las actividades relacionadas a la innovación (Cuadro 2.2).

Sin embargo, no solamente muchas empresas no innovan, y las empresas innovadoras también varían en su nivel de competencia. Un desafío clave de la políticas sería ayudar a las empresas no innovadoras a adquirir las capacidades básicas y a las empresas más competentes a aumentar su nivel de innovación. De hecho, tal desafío presenta una serie de retos y dichas políticas deben ser adaptadas a las necesidades específicas de los diferentes tipos de empresas. Teniendo en cuenta el carácter interactivo del proceso de innovación tecnológica, cada vez resulta más necesario que las empresas cooperen con otras organizaciones para desarrollar actividades de investigación y desarrollo tecnológico. En este sentido hay que hacer referencia al hecho de que no todas las fuentes de la innovación se encuentran en el

---

<sup>7</sup>Con respecto a dichas afirmaciones es difícil olvidarse de las clasificaciones sugeridas por Pavitt (1984), y Malerba y Orsenigo (1996).

Actividad o función	Empresas Pequeñas	Empresas Grandes
<b>Marketing</b>	Capacidad de reaccionar con rapidez para estar al tanto de los requerimientos rápidamente cambiantes del mercado. (La puesta en marcha del mercado en el exterior puede ser demasiado costosa).	Distribución amplia e instalaciones para la prestación de servicios. Alto grado de poder en el mercado con productos existentes.
<b>Administración</b>	Ausencia de burocracia. Los gerentes dinámicos y emprendedores reaccionan con rapidez para aprovechar las nuevas oportunidades y están dispuestos a aceptar el riesgo.	Los gerentes profesionales capaces de controlar organizaciones complejas y establecer estrategias corporativas. (Pueden sufrir un exceso de burocracia. Con frecuencia son controlados por contadores que pueden ser adversos al riesgo. Los gerentes pueden convertirse en simples "administradores" que carecen del dinamismo con respecto a nuevas oportunidades a largo plazo).
<b>Comunicación interna</b>	Redes de comunicación interna eficientes e informales. Da una rápida respuesta a la solución de problemas internos; proporciona capacidad de reorganizarse con rapidez para adaptarse al cambio en el entorno externo.	(Con frecuencia las comunicaciones internas son engorrosas; esto puede conducir a una reacción lenta ante las amenazas y las oportunidades externas).
<b>Personal técnico calificado</b>	(Con frecuencia carece de especialistas técnicos debidamente calificados. A menudo hace falta capacidad para sostener un esfuerzo normal de I+D sobre una escala apreciable.	Capacidad para atraer especialistas técnicos muy calificados. Pueden respaldar el establecimiento de un gran laboratorio de I+D.
<b>Comunicación externa</b>	(Con frecuencia carece de tiempo o de los recursos para identificar y utilizar fuentes externas importantes de experiencia científica y tecnológica).	Capacidad para "conectarse" a fuentes externas de experiencia científica y tecnológica. Puede contar con una biblioteca y servicios de información. Puede subcontratar la labor de I+D con centros especializados de expertos. Puede adquirir información técnica crucial y tecnología.
<b>Finanzas</b>	(Puede experimentar gran dificultad para captar capital, en especial capital de riesgo. La innovación puede representar un riesgo financiero demasiado grande. Incapacidad para expandir el riesgo sobre un portafolio de proyectos).	Capacidad para tomar préstamos en el mercado de capitales. Capacidad para expandir el riesgo sobre un portafolio de proyectos. Mejor capacitada para financiar la diversificación hacia nuevas tecnologías y nuevos mercados.
<b>Economías de escala y enfoque sistémico</b>	(En algunas áreas las economías de escala forman una verdadera barrera de entrada para las empresas pequeñas. Incapacidad para ofrecer líneas o sistemas de producto integrados).	Capacidad para obtener economías de escala en I+D, producción y marketing. Capacidad para ofrecer un rango de productos complementarios. Capacidad para licitar grandes proyectos llave en mano.
<b>Crecimiento</b>	(Pueden experimentar dificultad en la adquisición del capital externo necesario para un crecimiento rápido. Los gerentes empresariales algunas veces son incapaces de salir adelante con organizaciones cada vez más complejas).	Capacidad para financiar la expansión de la base de producción; capacidad para financiar el crecimiento mediante diversificación y adquisición.
<b>Patentes</b>	(Pueden experimentar problemas para salir adelante con el sistema de patentes. No puede afrontar el tiempo ni los costos que se involucran en la litigación de patentes).	Capacidad para emplear especialistas en patentes. Puede costear la litigación para defender las patentes contra usurpación.
<b>Regulaciones gubernamentales</b>	(Con frecuencia no puede salir adelante con las regulaciones complejas. A menudo los costos unitarios de cumplimiento son altos para las empresas pequeñas).	Capacidad para financiar servicios legales para hacer frente a requisitos regulatorios complejos. Puede expandir los costos regulatorios. Tiene capacidad para costear la labor de I+D necesaria para efectos de cumplimiento.

\* Las frases entre paréntesis representan áreas de desventaja potencial

Cuadro 2.2: Ventajas y desventajas de las pequeñas\* y grandes empresas con respecto a la innovación. (Fuente: Rothwell, 1983; Giordani et al. 1995.)

interior de la propia empresa, sino que también residen en otras organizaciones (proveedores, competidores, universidades, centros, de I+D, etc.). En función del grado de interacción entre estos agentes se obtendrá más fácil acceso a las oportunidades y al aprendizaje que se deriva (Hidalgo & Albors, 2004). Desde el punto de vista de las políticas, una política de innovación orientada a las PYMEs debería estar enfocada a facilitar la cooperación para las más pequeñas empresas (ejemp. las microempresas) e incrementar la conciencia de las empresas en cuanto a los beneficios de la cooperación. Si bien existirán límites en los niveles de cooperación que las empresas pueden manejar, los límites estarán determinados por sus capacidades internas. Esto requiere contribuciones coordinadas desde una variedad de políticas con el fin de asegurar un marco de condiciones que conduzcan a la innovación, tales como un entorno macroeconómico estable, impuestos de apoyo y un entorno regulatorio, e infraestructuras apropiadas y políticas de educación y entrenamiento; y eliminar barreras específicas a la innovación en el sector de las empresas e incrementar la sinergia entre las inversiones públicas y privadas en la innovación.

### **Fuentes de información para la gestión de la innovación.**

Las empresas de todo tipo se ven confrontadas con la necesidad de introducir innovaciones organizacionales para aprovechar las nuevas condiciones creadas por la denominada "sociedad de la información". Al convertirse la información en un factor que determina ventajas relativas y absolutas en las nuevas condiciones de producción de los mercados abiertos globales, la gestión de dicha información adquiere una importancia estratégica en la configuración de espacios productivos dinámicos e innovadores, comenzando por el nivel micro-económico de la apropiación y generación de información por las empresas.

El Community Innovation Survey (CIS) de la UE identifica trece fuentes de información en materia de innovación y a disposición de las empresas, agrupadas en cuatro categorías:

1. Fuentes de información dentro de la empresa o de su grupo: I+D, ventas, producción, etc.
2. Fuentes de mercado: clientes y usuarios, competidores, proveedores de material y componentes, proveedores de equipo, consultores, etc.
3. Fuentes de investigación públicas: universidades, institutos técnicos, laboratorios públicos.
4. Fuentes de información generalmente disponibles: patentes, ferias y exposiciones, conferencias, reuniones, publicaciones y otras.

El desarrollo de un SI supone generar una dinámica de articulación metódica de estas cuatro categorías, de forma que las empresas, agentes finalistas del proceso de innovación, participen de una cultura de cambio y adaptación permanente a las condiciones de la competencia mediante la apropiación del conocimiento en sus diversas formas: codificado (manuales, publicaciones, etc.), incorporado (maquinas, rutinas organizacionales), o personificado (características de las personas y cualificaciones). La esencia de la competencia (en sentido shumpeteriano) es precisamente el logro de nuevas combinaciones de los medios de producción, tanto los reconocidos por él (capital y trabajo) como el que se manifiesta en las condiciones de la globalización económica (conocimiento) para generar modificaciones en procesos o en productos.

De esta manera, las condiciones de posibilidad de un SI incluyen algunas internas a las empresas, otras vinculadas al entorno productivo de éstas, y otras al entorno social e institucional capaz de alimentar el proceso innovador. En su conjunto, plantean la articulación espacial, organizacional y relacional en redes, como condición ineludible para la utilización productiva del conocimiento.

## 2.9. Estudios acerca de los SNI

El enfoque del SNI ciertamente está inspirado en los hallazgos empíricos de los años 1970 y 1980. Importantes aportaciones de evidencia empírica y entendimiento teórico vienen de historiadores de diferentes líneas (economía, negocios, CyT), estudios académicos bibliométricos y otros estudios de las dimensiones cuantificables de la innovación, y de un creciente número de “estudios de la innovación” (Carter & Williams, 1957; Schmookler, 1966; Langrish, 1972; Rothwell, Freeman, Horsley, Jervis, Robertson & Townsend, 1974; Rosenberg, 1976; von Hippel, 1988; Mowery & Rosenberg, 1989; Rothwell, 1992; Nelson, 1993*b*; Patel & Pavitt, 1994*b*; Klevorick, Levin, Nelson & Winter, 1995; Fernández de Lucio & Conesa, 1996). De especial importancia han sido el estudio Sappho y la taxonomía de Rothwell (1977) y Pavitt (1984).

El estudio Sappho demostró que las interacciones y las retroalimentaciones son cruciales para el desempeño de la innovación de las empresas, mientras que la taxonomía de Pavitt nos ayudó a ver como diferentes tipos de sectores interactúan y cumplen diferentes funciones en el proceso global de la innovación.

Diferentes autores piensan de diferente manera cuando se refieren al SNI. Algunas de las mayores diferencias tienen que ver con el enfoque en el análisis y en que tan amplia es la definición en relación a las instituciones y los mercados. Algunas versiones de los SNI han centrado más su atención en los determinantes que afectan a unos tipos de innovación que en los de otros. En la versión Americana (Nelson, Rosenberg, Mowery...), los autores han puesto el énfasis en el estudio de la PCyT, tendiendo a enfocar el análisis de los SI en un sentido más estrecho. Dicha versión ha estado más centrada en las instituciones y organizaciones implicadas en los procesos de investigación y exploración (searching y exploring) y, por lo tanto, su reflexión trata más de los determinantes de las innovaciones radicales y de los cambios de los sistemas tecnológicos. La versión Aalborg, liderada por Lundvall, ayuda a entender el SNI en un sentido más amplio, dando gran importancia a los procesos de aprendizaje por la práctica (by doing, by using y by interacting) y, por ende, su reflexión resulta más dirigida a los determinantes de las innovaciones incrementales.

En cierto grado, estas diferencias en el enfoque reflejan el origen nacional del análisis. Mientras que en la versión Americana el crecimiento agregado económico está directamente más conectado con la expansión de los sectores basados en la ciencia, en la versión Aalborg la competencia base más crítica para la innovación en la economía como un todo no es el conocimiento científico. La innovación incremental, la “capacidad absorbente” y el desempeño económico serán reflejados típicamente en las habilidades y la motivación de los empleados así como en las relaciones y características inter e intra-organizacionales.

Particularmente desde finales de los años 1990 se han realizado varios intentos para evaluar, comparar, y clasificar a los SNI. Dichos estudios se pueden dividir en dos tipos: “estudios comparativos” y “estudios individuales”.

Los **estudios comparativos** (Eichhorstm, Profit & Thode, 2001; Polt, Rammer, Schar-ting, Gassler & Schibany, 2001; OECD, 1998) tienen como fin el explorar criterios deseables sobre los cuales la innovación sistémica a escala nacional podría ocurrir, intentando determinar factores y mecanismos claves para promover la competitividad y la innovación. Dichos análisis comparativos apuntan a la articulación de las generalidades así como de las particularidades de países específicos que permitan entender como funcionan los SNI, analizando nuevas tendencias desarrolladas y evaluando los resultados de las implicaciones políticas.

La descripción y comparación entre SNI se ha centrado casi exclusivamente en los países que se encuentran a la cabeza en el desarrollo tecnológico. Son numerosos los ejemplos que se interesan por los sistemas y subsistemas de Japón, Estados Unidos o los países europeos. Esta constatación nos obliga a reflexionar acerca de la metodología empleada y su aplicación a contextos menos desarrollados. Las teorías relacionadas con el análisis de modelos basados en el enfoque interactivo (Freeman & B.A., 1988; Nelson, 1993a; Porter, 1999) sugieren la necesidad de establecer diversos niveles de partida para los análisis. Esta constatación también puede ser útil en el análisis a nivel de naciones, en el cual son diferentes los puntos de partida para cada caso y por lo tanto resulta difícil establecer un modelo único que permita unificar criterios acerca de un estudio de los SNI compatible con todas las realidades como se ve en el siguiente tipo de estudios.

El segundo tipo de estudios (Nasierowski & Arcelus, 1999; Nasierowski & Arcelus, 2000; Stern & Furman, 2000; Liu & White, 2001; Chang & Shih, 2003) ofrece “instantáneas” de SNI individuales evaluando el grado que poseen con respecto a los SNI reales. Los **estudios individuales** del SNI proveen importantes señales con respecto a la naturaleza y dinámicas de su desarrollo a nivel nacional. Como resultado de estos estudios diferentes autores han intentado establecer una taxonomía representativa de los SNI utilizando diferentes enfoques en su aplicación.

Los SNI difieren significativamente de unos países a otros, por ejemplo, en el peso que tienen los procesos de aprendizaje por la práctica con relación a las actividades de investigación más formalizadas. En ese sentido, dependiendo de sus características, unas versiones del SNI serán más apropiadas que otras para estudiar el sistema de innovación de un país dado.

### **Los aportes de la OCDE.**

En la profundización de estos estudios, la OCDE ha jugado un papel muy destacado. Y de hecho, desde los años sesenta las ideas de una mayor integración de la ciencia y la economía, principal exponente del referido carácter endógeno, están presentes en diversos trabajos de la OCDE (1963, 1964, 1971, 1980, 1981, 1984 y 1988), que ha promovido estudios en la materia de gran calidad y pertinencia. En esta secuencia histórica cabe destacar el Informe Pigagnol Ciencia, crecimiento económico y política gubernamental (OECD, 1963),

constituyendo sin duda un llamado de la OCDE a los países a considerar la CyT como componentes centrales de cualquier estrategia de crecimiento económico. Al año siguiente, la OCDE publicó el Manual de Frascati (OECD, 1964), que estableció las bases para medir las actividades científicas y tecnológicas que realizaban los países. En 1971 apareció el Informe Brooks, *Science Growth and Society* (OECD, 1971), que analizaba la integración de las PCyT con las políticas económicas y sociales, y el papel de las empresas multinacionales en el progreso tecnológico, y que consideraba la incidencia del cambio tecnológico en el medio ambiente. En los ochenta apareció el Informe Delapalme, *Technical Change and Economic Policy* (OECD, 1980), que estudiaba la necesidad de armonizar las políticas tecnológicas y económicas procurando una visión de conjunto para el desarrollo social, económico y tecnológico. Se destaca igualmente que por los años ochenta los debates comenzaron a prestar mayor atención a los procesos de innovación tecnológica en lugar de la simple consideración de las actividades de I+D.

En los noventa los estudios de la OCDE se caracterizan por los trabajos del programa *Technology and Economic Policy* (TEP), que establece la consideración del cambio tecnológico como componente de las políticas económicas. El trabajo del TEP se centra en el análisis de las relaciones que se vienen a establecer entre tecnología, recursos humanos, las formas de organización industrial, el crecimiento económico, la competitividad internacional, la situación de los países en desarrollo y el medioambiente. Dicho programa generó numerosos documentos como consecuencia de las diez conferencias internacionales a las cuales dio lugar. Los elementos más importantes han sido recogidos en la publicación de la OCDE *“Technology and the Economy, the key Relationships”* (OECD, 1992). Igualmente a partir de la documentación generada y las recomendaciones realizadas (OECD, 1991) muchos países miembros de la OCDE han adoptado tales conclusiones a través de sus PCyT. Sin dedicar un espacio específico a tratar los SNI, en el TEP se alude explícitamente a ellos en diferentes ocasiones. Así, al analizar las redes de innovación, su naturaleza y su morfología, distingue diversos actores en ellas (científicos, tecnológicos, de mercado), lo que lleva a afirmar a la OCDE (1992) que “... un SNI está constituido por redes locales relacionadas o no entre ellas, en relación (o no) con las redes mundiales...”. Al constatar la existencia de redes mundiales, la consideración nacional de los SNI queda, sin embargo, en entredicho.

El proyecto de la OCDE acerca de los Sistemas de Innovación Nacionales (NIS) fue iniciado en 1995. EL OECD Committee for Scientific and Technology Policy (CSTP) y su grupo de trabajo del *Technology and Innovation Policy* (TIP) intentaron explorar los requerimientos para redireccionar las políticas de innovación en los países de la OCDE, tomando en cuenta las nuevas señales dentro del proceso de innovación que provenían de la investigación de ese tiempo. A partir de ahí, el proyecto NIS (desarrollado en dos fases) implementó un mecanismo de colaboración importante para generar nuevos datos basados en el modelo interactivo de la innovación y desarrollar un grupo de recomendaciones para la política pública.

La primera fase del proyecto NIS involucró el estudio de casos de países miembros, el desarrollo de indicadores internacionalmente comparables y el trabajo del análisis temático por seis grupos de enfoque, incluyendo uno acerca de los clusters. El resultado de dicha fase es reportado en los documentos *Managing National Innovation Systems* (OECD, 1999b) y *Boosting Innovation: The Cluster Approach* (OECD, 1999a). Dichos trabajos fueron emprendidos con el fin de demostrar la viabilidad y la importancia política de este nuevo enfoque para

identificar y comparar los determinantes principales del desempeño innovador. Este trabajo proporcionó nueva evidencia sobre la naturaleza sistémica de la innovación, exponiendo un nuevo fundamento para la política tecnológica y direcciones ampliamente identificadas para el mejoramiento de las políticas nacionales.

La segunda fase del proyecto NIS fue desarrollada para profundizar en el análisis de tres temas: clusters, redes y empresas innovadoras, y movilidad de recursos humanos. Los resultados detallados son reportados en los documentos *Innovative clusters: Drivers of National Innovation Systems* (OECD, 2001*b*), *Innovative Networks: Co-operation in National Innovation Systems* (OECD, 2001*c*) e *Innovative People: Mobility of Skilled Personnel in National Innovation Systems* (OECD, 2001*d*). El documento *Dynamising National Innovation Systems* (OECD, 2002*b*) resume los hallazgos de esta segunda fase de dicho proyecto y extrae las principales implicaciones políticas.

Las principales conclusiones del proyecto fueron:

- El clima y las condiciones en los países miembros de la OCDE están cambiando a través de la influencia concurrente de varias tendencias, en particular el importante crecimiento de las relaciones entre la industria y la ciencia base.
- La Economía Basada en el Conocimiento (EBC) no está restringida a las empresas e industrias de alta tecnología.
- Los patrones de innovación son altamente dependientes del país, y en gran medida, específicos de los clusters, dependiendo de la especialización económica del país y el sistema institucional.
- La implementación del enfoque del SNI implica una perspectiva completa acerca del diseño de las políticas apuntando a mejorar la configuración total del SI. Los gobiernos deberían utilizar el enfoque del SNI para aprender acerca las consecuencias intencionadas e involuntarias de sus políticas, y la implementación base sobre la viabilidad política y la construcción de consenso.

## 2.10. Enfoques representativos del SNI

Un aporte como base para el desarrollo de los SNI y los SRI es el desarrollado por Castro y Fernández de Lucio (1995), denominado "modelo de los entornos" (Figura 2.8). En este modelo los autores afirman que la experiencia práctica y los estudios de sociología de la innovación (Callón, 1992) indican que si bien la innovación se "cristaliza" en la empresa, esta es el resultado de múltiples interacciones entre agentes (o elementos) numerosos y diversos. Estos agentes heterogéneos pueden ser agrupados, de acuerdo con su función dentro de SI, en amplios conjuntos que denominaron "entornos" (productivo, tecnológico, científico, financiero, etc.), los cuales interactúan entre sí, con el mercado y las administraciones públicas a lo largo del proceso innovador, sin que se pueda determinar a priori el elemento o entorno en el cual se inicia cada innovación. El modelo sirve de propuesta para el nuevo modelo del Sistema Español de Innovación (SEI), el cual es transferido posteriormente al Sistema Valenciano de Innovación (SVI).



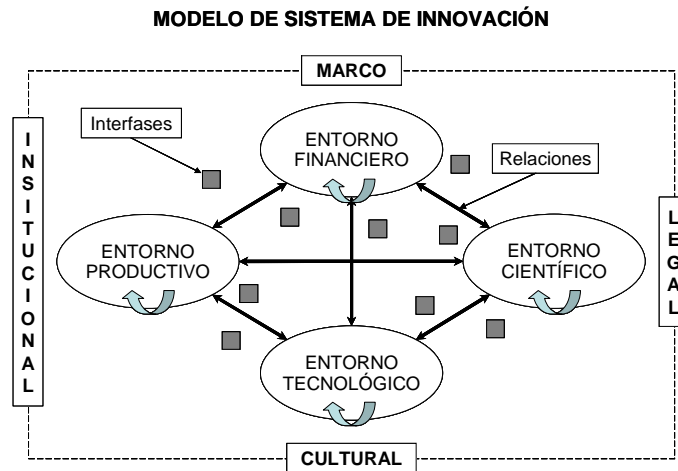


Figura 2.8: Modelo de los Entornos  
(Fuente: Castro y Fernández de Lucio, 1995)

El modelo de Sistema de Innovación propuesto por Castro y Fernández de Lucio (1995) está inspirado en varios pilares. Entre ellos las ideas de Sábato (1968) las cuales permiten apuntar a una estructuración del Sistema de Innovación en lo que se denomina subsistemas o entornos, dentro y entre los cuales se producen todo un sistema de relaciones y b) la definición de las estructuras de interfaz entre los entornos y su papel en la difusión de tecnología.

Por su parte, los modelos interactivo que permiten comprender el proceso de innovación, establecen como relevante todo lo relacionado con las interacciones que se deben producir entre diferentes actores que son parte de los procesos de innovación y sus necesarias retroalimentaciones. Se destaca el alcance económico que tiene la difusión de las tecnologías y las mejoras incrementales derivadas de las innovaciones. Del mismo modo colocan el aprendizaje interactivo como clave del proceso innovador. De hecho, la propuesta estructura tales interacciones en dos grandes tipos de mecanismos: instrumentos de fomento a la innovación y EDI,s, deriva de dicha concepción interactiva y permite recoger y desarrollar, en parte, las nociones de aprendizaje y/o difusión.

Y finalmente, la propia vivencia cotidiana de las relaciones universidad - empresa a través de varios años en las oficinas de transferencia de tecnología de diversas instituciones han configurado otras ideas básicas del modelo, en particular dos: i) la dimensión dinámica de las relaciones entre subsistemas o entornos, la cual se define como el proceso y las acciones que es preciso emprender desde las instituciones, los gobiernos y las estructuras de interfaz para lograr que los diferentes elementos del SI tomen conciencia del papel que pueden y deben desempeñar en el mismo sistema, asuman el compromiso de participar y, como consecuencia lo hagan de forma activa, y ii) la configuración de un entorno tecnológico separado del entorno productivo, el cual agrupa a aquellos elementos cuya actividad principal consiste en desarrollar tecnologías o procesos para otras empresas o prestarles servicios tecnológicos.

Arnold y Kuhlman (2001) proponen un enfoque de SNI desde un punto de vista heurístico y no un modelo meramente normativo, intentando ilustrar lo que es entendido por un número creciente de analistas acerca del SNI. Dentro de este modelo los autores definen: el sistema industrial, el sistema de educación y de investigación, las organizaciones intermedias, el sistema político, la demanda y las condiciones marco. Esta combinación de diferentes recursos y responsabilidades institucionales y organizacionales bajo una misma perspectiva -respaldándose bajo una fuente de relaciones intra-institucionales balanceadas -: i) permiten alinear las interacciones entre la financiación de la I+D industrialmente orientada a las necesidades de innovación en la industria y la infraestructura relacionada, ii) acercar los resultados de la investigación científica a las I+D aplicada a través de las organizaciones intermedias, y iii) destacar aquellas condiciones que son limitantes o favorecedoras de un ambiente innovador.

Fisher (2001) por su parte, desarrolla dicho enfoque desde un marco conceptual. La idea central de su enfoque recae en el hecho de que el desempeño económico de los territorios (países o regiones) depende no solo de cómo funcionan las empresas, sino también de cómo éstas interactúan unas con otras y con el sector público en la creación y diseminación del conocimiento. Las empresas innovadoras operan dentro de un contexto institucional, y conjuntamente dependen de, contribuyen a, y utilizan una infraestructura de conocimiento común. Los sistemas que intentan alinear todo el proceso de innovación entero, pueden esperar incluir los cuatro elementos clave (sector fabricación, sector científico sector servicios y el sector institucional) que integran los grupos de actores compartiendo algunas características en común y las instituciones que gobiernan las relaciones dentro y entre los grupos. Finalmente, Fisher enfatiza que para describir y comparar los SI en un amplio sentido uno debe abrir las cajas de los subsistemas, identificar los elementos constitutivos y especificar las relaciones entre y dentro de los subsistemas que son importantes para el desempeño innovador. Un primer recurso de diversidad entre diferentes sistemas por ejemplo, puede deberse a las diferencias en el contexto macroeconómico, la calidad de la información y las infraestructuras de comunicación, así como las condiciones de factores de mercado y de mercado de producto.

Mytelka (2000) propone un SNI basándose en las definiciones desarrolladas por Nelson, Winter y Lundvall (Nelson, 1993a; Nelson & Winter, 1982; Lundvall, 1992), y remarcando que el enfoque del SI es el entendimiento de la innovación como un proceso interactivo en el cual las empresas interactúan unas con otras se encuentran soportadas por las instituciones en un amplio rango de organizaciones que juegan un rol clave al proporcionar nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización de uso económico. Mytelka destaca que i) las competencias de los actores, hábitos y prácticas con respecto a tres de los elementos clave que soportan un proceso de innovación - ligas, inversión y aprendizaje - son importantes para determinar la naturaleza y extensión de sus interacciones, ii) reconoce el rol de las políticas, ya sea tácito o explícito, para configurar los parámetros dentro de los cuales estos actores toman decisiones en cuanto al aprendizaje y la innovación, iii) los hábitos, prácticas e instituciones son patrones de comportamiento aprendidos, marcados por las especificaciones históricas de un sistema particular y un momento en el tiempo, y iv) Redirecciona la atención hacia los flujos de conocimiento e información que son el corazón de un SI, siendo estos multidireccionales y ligan un amplio grupo de actores más que aquellos ubicados a lo largo de la cadena de valor.

Si bien todos los enfoques anteriormente citados han sido desarrollados en diferentes momentos, bajo diferentes circunstancias, y con diferentes propósitos; se puede destacar que las cuatro propuestas en general:

- Se enfocan en las interacciones entre los elementos,
- Enfatizan el papel de las organizaciones intermediarias,
- Proponen un sector tecnológico separado del sector servicios y del sector productivo (Fernández & Castro 1995)
- Incluyen un sistema político, una demanda, y unas condiciones marco como elementos que facilitan u obstaculizan el desarrollo de un entorno innovador (Arnold & Kuhlman, 2001).
- Incluyen un contexto institucional,
- Describen las competencias de los actores, hábitos y prácticas relacionadas a - las relaciones, inversiones, y el aprendizaje - determinando la naturaleza y extensión de sus interacciones (Mytelka & Farinelly, 2000).

De lo anterior se deduce que la definición del SNI es tan amplia y de tal diversidad que puede aplicarse a cualquier realidad. No obstante, es sabido que no existen modelos transplantables, y no hay duda en cuanto a que los puntos de partida para el establecimiento de las condiciones para la difusión de la innovación difieren de un país a otro. Por lo tanto, el actual contexto global exige además que el SNI incluya además de todos los actores que conforman dicho sistema, a la sociedad e su conjunto. Esto revela que, más que transferir tecnología incorporada en bienes de capital, los países en vías de desarrollo requieren transferir conocimientos (científicos) que den lugar a nuevas tecnologías. Deben transferir capacidad para la innovación, siendo este un factor aún más necesario para las empresas.



## Capítulo 3

# La transferencia de conocimiento científico - tecnológico (TC)

### 3.1. La contribución de los SNI a la TC

Si bien, la generación de nuevo conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación son factores determinantes en el crecimiento de una economía, no es simplemente la creación de nuevo conocimiento lo que cuenta, sino el flujo de tal conocimiento de los productores a los usuarios y las capacidades de los mismos para absorber y transferir dicho conocimiento. En el centro de la noción teórica del SNI para entender el desempeño innovador se encuentra la idea de que tanto la creación como la difusión del conocimiento tecnológico ocurren vía interacciones entre diferentes tipos de agentes e instituciones (Cohen & Levinthal, 1990; Hertog, Roelandt, Boekholt & Gaag, 1995).

Los países industriales de hoy en día experimentan procesos que tienden a formar sus sociedades e industrias en las Economías Basadas en el Conocimiento (EBC). En este desarrollo el flujo de bienes en la mayoría de los campos económicos esta siendo sustituido poco a poco por el flujo de conocimiento e información. Por lo tanto, y debido a la cada vez más intensa competencia internacional, los países y las regiones son apremiados a mejorar sus capacidades de generar rápidamente y difundir el conocimiento. Consecuentemente, el reconocimiento de la naturaleza interactiva de los procesos de innovación ha resultado en la diferenciación temprana entre la innovación (producción del conocimiento) y la difusión (flujo del conocimiento). Aunque la creación del conocimiento y su asimilación forman parte de un único proceso, las empresas necesitan absorber, crear e intercambiar conocimiento de manera interdependiente. En otra palabras, la innovación y la difusión usualmente emergen como resultado de un proceso interactivo y colectivo dentro de una red de conexiones personales e institucionales las cuales evolucionan con el tiempo (Fisher, 2001). Desde el punto de vista de la cooperación, es justamente esta naturaleza sistémica e interactiva de la innovación la que lleva a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes. En consecuencia, la relación entre la ciencia y actividad productiva es cada vez menos casual y más sistémica.

### 3.2. La importancia de la TC

Hoy en día el concepto de la transferencia del conocimiento científico (TC) se ha vuelto más y más importante en las discusiones sociológicas, económicas, PCyT y otras profesiones. No obstante, el concepto de la transferencia tecnológica (TT) fue ampliamente aplicado desde la época de los años 60<sup>1</sup>. La razón de tal relevancia se debe a que la TT o cualquier otro tipo de conocimiento no pueden ser considerados fuera del contexto de la ciencia misma. Si bien hasta hace poco el modelo de la transferencia vertical del conocimiento fue el modelo predominante - el objetivo del cual apunta hacia la transformación (directa) del conocimiento científico básico en desarrollo y aplicaciones -; numerosos académicos comenzaron a discutirlo ampliamente esta situación en el sentido de la transferencia del conocimiento científico (Schuster, 1990), a diferencia de la TT en la cual la tecnología es considerada desde un punto de vista más estrecho (un objeto), en la TC se debe proceder desde el complejo del conjunto de las condiciones del desarrollo socio-económico. Por lo tanto, el concepto de la TT se ha vuelto un tanto anticuado, al considerar únicamente la aplicabilidad y la utilización comercial de los resultados de la I+D. Aunque el abastecimiento y la demanda están llevando a cabo tales funciones (de aplicación y utilización), los recursos de abastecimiento de conocimiento (científico) se están volviendo más y más diversificados debido al incremento de la demanda de diferentes formas de conocimiento particular. Estos procesos usualmente especifican el contexto de aplicación, sin embargo, debido a que estos comprenden más que solo el componente de aplicación comercial, van más allá del marco.

El creciente interés de hoy en día en la aplicación del conocimiento científico no puede ser atribuido solamente a los intereses comerciales (o militares), sino también al reconocido interés de la ciencia misma. El avance del conocimiento científico y la actividad multidisciplinaria ha modificado las esferas tradicionales del saber y la producción, y han creado nuevas áreas de investigación y aplicación productiva. Áreas científicas tales como la ingeniería genética, biotecnología, tecnología de la información, inteligencia artificial microelectrónica (entre otras) no están restringidas solamente al estrecho marco disciplinario de la ciencia básica. Nuevos métodos para resolver problemas aparecen, en el tiempo de una ampliada multidisciplinaria del conocimiento científico. Aunque el conocimiento multidisciplinario es originado desde contextos individuales de aplicación, este desarrolla su propio cuerpo de conocimiento teórico, investigación y método de aplicación. Este no se encuentra limitado de una manera rígida por la configuración existente de las disciplinas científicas. En la naturaleza multidisciplinaria del conocimiento científico, los componentes implícitos del conocimiento se están volviendo más y más importantes y están precediendo sobre sus componentes codificados (revistas, patentes, etc.).

### 3.3. Los flujos de conocimiento en los SNI

Los flujos o transferencias de conocimiento pueden ocurrir de varias maneras dentro de un SNI: integrado en bienes de equipo y personal, o incorporada en patentes y licencias;

---

<sup>1</sup>Dicho concepto fue relacionado al esfuerzo de los países industrializados del oeste europeo, para construir una igualdad tecnológica con respecto a los E.E.U.U. y más adelante en relación entre los países desarrollados y los países en desarrollo del mundo.

en forma codificada (publicaciones, planos), o en forma tácita (redes informales, habilidades) (OECD, 1992). La OCDE (OECD, 1996) destaca dos categorías claves de flujos de conocimiento entre los agentes productores de conocimiento formal:

- La distribución de conocimiento entre las universidades, institutos de investigación e industria, y
- La distribución de conocimiento dentro del mercado, y entre proveedores y usuarios.

Si se dispone de un sistema eficaz de difusión de los conocimientos científicos y técnicos se aumentará el valor social de los mismos, tanto a escala nacional como regional, ya se produzcan de manera endógena o sean adquiridos y asimilados a partir de fuentes exógenas. Si los diversos elementos de los diferentes subsistemas o entornos del Sistema de Innovación tienen fácil acceso a una información pertinente y elaborada, aumenta la probabilidad de que se produzcan nuevos productos o procedimientos útiles (OECD, 1996).

Al nivel sectorial existen importantes diferencias en la forma mediante la cual fluye el conocimiento. Tales diferencias están reflejadas en el carácter, forma y los resultados de los procesos de innovación. De hecho, el desarrollo tecnológico de las empresas puede involucrar diferentes grados de ciencia base, por ejemplo, algunas tecnologías o sectores involucran un alto grado de I+D (ejem. biotecnología, microelectrónica, etc.), mientras que otras tecnologías tales como la de los sectores tradicionales no necesariamente (Chang & Chen, 2004). La taxonomía desarrollada por Pavitt (1984) representa un importante esfuerzo por capturar estas dimensiones sistemáticamente.

### **Transferencia tecnológica (TT) y transferencia de conocimiento (TC).**

La transferencia de tecnología y de conocimiento son dos formas de difundir el conocimiento e incrementar la eficiencia de un SI. En cierta forma ambas: i) aprovechan los resultados de la actividad investigadora, ii) fortalecen a las empresas al apoyar la gestión de la misma transferencia, iii) reconocen problemas de I+D en las industrias y iv) benefician a través de la retroalimentación de las experiencias de la I+D de las empresas. Particularmente para las PYMEs con poca I+D interna, la transferencia es de vital importancia. El abastecimiento de conocimiento es necesario con el fin de ser capaces de desarrollar y poner sus innovaciones en el mercado.

Sin embargo, es importante subrayar que transferencia de tecnología y transferencia de conocimiento no son lo mismo (Tornatzky & Fleischer, 1990; Thompson, 1967)<sup>2</sup>. De hecho el término "transferencia" que tiene un carácter amplio y general, abarca la difusión

---

<sup>2</sup>Tornatzky y Feischer (1990) sugieren que debido a que la tecnología se deriva de ciertos tipos de conocimiento, la tecnología es más un "set" de sistemas de herramientas para la transformación del entorno. De acuerdo a Thompson (1967), la tecnología es un instrumento que es evaluado sobre su capacidad para producir resultados deseados de forma económica. Como un instrumento para alcanzar resultados económicos, la tecnología es usualmente más explícita y codificada. Como tal, la información acerca de cierta tecnología tiende a ser almacenada en planos, ecuaciones empíricas y otros documentos formales tales como los manuales de operación. Por su parte, el conocimiento es mucho más amplio que una tecnología en particular. El conocimiento incluye teorías y principios científicos, matemáticos, físicos, y sociales o del comportamiento; algunos de las cuales actualmente no se encuentran disponibles para utilizarse de una manera cuantificable. Lo que es más, el conocimiento captura la causa y el efecto subyacentes de las relaciones sobre las cuales una tecnología se encuentra sostenida y desarrollada.

y la cooperación (tecnológica) entre organizaciones, sectores, regiones o países (de diferentes economías). Organismos como la ONU definen a la Transferencia Tecnológica como la "transferencia sistemática de conocimiento para la fabricación de productos o provisión de servicios" (Yu, 1990); no obstante, la literatura sugiere que la relación entre la tecnología y el conocimiento es mucho más compleja y se encuentra sujeta en gran medida a la interpretación, ambos pueden estar tan ligados que cualquier mención de uno implica la mención del otro. Algunos investigadores utilizan dichos términos de manera intercambiable, afirmando que la creación de nuevo conocimiento involucra el entendimiento y la absorción de ciertas nuevas tecnologías (Levinson & Minoru, 1995). Mientras que otros sostienen que las relaciones interpersonales e interorganizacionales que permiten la transferencia tecnológica eventualmente crean nuevo conocimiento (Oliver & Liebeskind, 1998).

Mientras que la transferencia tecnológica juega un rol fundamental en la fase post-competitiva (más que en la pre-competitiva) del desarrollo tecnológico, a través de llevar las ideas y las invenciones al mercado como tecnologías comercializadas, el conocimiento juega un rol importante tanto en la fase pre-competitiva del desarrollo tecnológico debido a su cercana liga a las nuevas fronteras de la ciencia básica, como en la fase post-competitiva en como el conocimiento y las tecnologías son asimiladas dentro de la organización. La transferencia de conocimiento abarca una variedad de procesos enfatizando las interacciones personales continuas, la educación cooperativa, y el intercambio de personal. Por su parte la transferencia tecnológica usualmente incluye varios tipos de actividades, las cuales i) apuntan a problemas de investigación específicos, ii) proporcionan conocimiento técnico a las empresas que buscan desarrollar nuevos productos o procesos, iii) ayudan a los empresarios en la creación de nuevas empresas, y iv) proveen servicios de patente o licencias tecnológicas (Santoro, 2000).

Finalmente, sin transferencia de conocimiento la transferencia tecnológica no tiene lugar debido a que el conocimiento es la clave para controlar la tecnología como un todo. La transferencia de conocimiento es crucial dentro de los procesos de transferencia tecnológica.

### **La importancia del entorno y la cultura en la TC.**

El conocimiento tecnológico requiere entendimiento, especialmente cuando éste viene en forma de capacidad de absorción de dicho "know-how técnico". Y, en general, se requiere una amplia variedad de habilidades para que una economía cree la capacidad de absorción necesaria para explotar la tecnología y el conocimiento (Mowery and Oxley, 1997). Un ejemplo claro de este hecho es mostrado cuando se asume que dentro de los super-exportadores del Este Asiático los niveles de educación les permiten acumular rápidamente el know-how técnico. De tal manera que se deduce que los altos niveles de educación fueron (y son) importantes para los cuatro tigres en la obtención de un rápido crecimiento en los procesos de fabricación. "Los métodos de producción que habrían sido técnicamente inviables, se vuelven viables debido a la presencia de administradores y técnicos con altos niveles educativos" (Pack, 1992).

Aquí, dos factores íntimamente ligados han sido relevantes: el entorno y la cultura, pues cualquier estrategia de conocimiento no puede tener lugar de una manera efectiva sin un amplio cambio organizacional, conductual y cultural. Esto prueba que la infraestructura de



conocimiento de una nación así como de una empresa, es necesaria para la absorción del conocimiento. Por lo tanto, una estructura debe ser definida con el fin de establecer un entorno de aprendizaje; y esto puede ser necesario si se desean cambiar las prácticas actuales con el fin de promover estos entornos de aprendizaje. No obstante, esto requiere el reconocimiento de las organizaciones al cambiar su enfoque hacia un enfoque dirigido hacia la capacitación y el desarrollo. Una empresa no solamente requiere difundir el conocimiento codificado esencial, sino que también requiere establecer un entorno que permita extender su base de conocimiento tácito. Bourdeau y Couillard (1999) por ejemplo, proponen el uso de nuevas estructuras organizacionales diseñadas en torno a un grupo de trabajo, equipos auto-gestionados, y responsabilidades traslapadas para facilitar la difusión del conocimiento y el desarrollo (Carrillo y Anumba, 2002). Cuando una empresa enfatiza la importancia del aprendizaje, entonces la habilidad para avanzar es mucho mayor.

La cultura de la organización en relación directa a la TC es un elemento importante para crear un entorno que sea adecuado para desarrollar las capacidades de absorción, y consecuentemente promover un entorno innovador. Para Forcadell y Guadamillas (2002), la cultura corporativa es el factor central, pero ésta debe ajustarse a la estructura organizacional, la gestión de los recursos humanos, el estilo de liderazgo, y los sistemas de estrategia de conocimiento.

Para Tidd, Bessant y Pavit (2001) "las cuestiones de la gestión del cambio cultural y la superación de la resistencia a la innovación deben ser controladas", debido a que muchos procesos de innovación representan los mayores cambios en "la forma en la que se hacen las cosas aquí". Otro aspecto que debe ser comprendido es que cada empresa requiere un conjunto diferente de valores culturales. Si una empresa está tratando con situaciones ambiguas que requiere una variedad de elementos, entonces existe una elevada necesidad de flexibilidad. Por lo tanto, una cultura debe establecerse de tal manera que le permita a cada empresa operar dentro de sus demandas de conocimiento. Lo que debe enfatizarse aquí es que cada organización tiene un entorno diferente que requiere especialización. "Si el entorno de la organización se corresponde con el de especialización de las personas, entonces esta situación facilitará y reforzará el comportamiento innovador".

### **Enfoques acerca de la TC.**

Diversos estudios desarrollados bajo diferentes enfoques teóricos han intentado investigar las causas que llevan a las empresas a colaborar (Bosworth y Stoneman, 1996; Georghiou, 1998; Gómez, Fernández y Sebastián, 1998; Sebastián, 1999). No obstante, hasta el día de hoy, no existe una teoría única debido fundamentalmente al carácter multidisciplinario de la cooperación y la diversidad de organizaciones existentes.

Un primer enfoque para mejorar la comprensión del porque las empresas eligen cooperar en I+D es el enfoque de la **Teoría de los costes de transacciones** (Williamson, 1985). En la teoría de los costes de transacción, la decisión de una empresa se centra en la suma de los costes de producción y de transacción. Los costes de transacción se refieren a los costes que se incurren en las actividades necesarias para el intercambio (tales como redactar y hacer cumplir un contrato), mientras que los costes de producción se originan en la coordinación

de actividades internas, en términos de aprendizaje, organización y gestión de la producción. Cuando los costes de transacción son bajos y los de producción altos, se preferirá el intercambio en el mercado; en caso contrario se preferirá internalizar dicha actividad. Por otra parte, si bien es cierto que el desarrollo propio dentro de la empresa limita ciertos costos de transacción, no permite el acceso a especialistas del 'know-how' disponibles externamente.

El enfoque de la **Teoría económica**, responde a una concepción abstracta de la empresa cuyo enfoque es defendido por algunos autores para los que lo importante es la capacidad predictiva de la teoría y no la explicación (Friedman, 1953) y presenta un conjunto de limitaciones entre las que destacan el análisis estático, la preocupación por el equilibrio y la existencia de decisores racionales (Teece, 1984). Esta teoría no explícita la innovación como una caja negra, sino como un proceso de aprendizaje caracterizado por la incertidumbre y el riesgo en el que distintos actores intervienen (Cohen & Levinthal, 1989).

El **Enfoque de los recursos y capacidades**, a diferencia de la teorías de los costes de transacción que prioriza la minimización de costes, el enfoque de los recursos enfatiza la maximización del valor de una empresa mediante las acumulación y utilización de recursos que son valiosos, raros y difíciles de imitar y sustituir (Barney 1991). Además de considerar los recursos físico de la empresa, también considera a aquellos recursos que son intangibles como el conocimiento, las técnicas de gestión o las redes. Para disponer de una ventaja competitiva sostenible, las empresas deben poseer recursos que generen un valor diferencial e inimitable para los clientes. En este sentido, los recursos relacionados con la innovación son una fuente importante de ventaja competitiva en diferentes industrias (Freeman, 1994). No obstante, el acceso a los recursos complementarios externos puede ser necesario para poder explotar los recursos de innovación existentes en la empresa, y desarrollar ventajas competitivas sostenibles, que de otro modo serían inaccesibles a la empresa (Das y Term 20(1(1)(ref).

La **Teoría de la dirección estratégica**, se ha centrado tradicionalmente en la empresa y en su organización interna como un sistema abierto, sujeto a múltiples y evidentes influencias culturales, según su propio desarrollo e integración en el medio en el que actúa (Andrews, 1980; Ansoff, 1984; Lewis, 1984). Desde esta perspectiva las alianzas entre empresas pueden alcanzar eficiencias a través de las economías de escala y de la concentración de cada uno de los socios en las partes de la cadena de valor que mejor se corresponden con sus ventajas competitivas (Porter, 1982).

La cooperación en la I+D dentro de la literatura de la **Organización industrial**, se enfoca en el efecto de la "apropiabilidad imperfecta"<sup>3</sup> de los resultados del proceso innovador en los incentivos para innovar, cuando las empresas cooperan en I+D. No obstante, la apropiabilidad imperfecta incrementa los beneficios de los acuerdos de cooperación de I+D. Cuando los excedentes son suficientemente elevados (por ejem. por encima del nivel crítico), las empresas cooperativas que internalizan estos excedentes, son más benéficas comparadas con las empresas no-cooperativas. Las recientes extensiones de estos modelos, consideran que las empresas intentan incrementar los excedentes recibidos, no solamente directamente

---

<sup>3</sup>La existencia de apropiabilidad imperfecta de los rendimientos en la I+D provoca que parte de los beneficios de la innovación fluyan hacia los competidores, clientes y/o proveedores. Esta característica que, hace que las empresas quizá no alcancen los niveles de gasto que socialmente serían deseables, se encuentra dentro de los denominados fallos de mercado que han justificado la necesidad de apoyo público a la innovación.

a través de compartir información en acuerdos de cooperación, sino también indirectamente mediante la inversión en I+D propia. La noción de la “capacidad de absorción” introducida por Cohen y Levinthal (1989) resalta la importancia de un stock de conocimiento previo para la absorción efectiva de excedentes, mientras cooperan.

Particularmente (al igual que en el enfoque de los SNI), se han realizado varios intentos con el fin de cuantificar la TC a través de diferentes vías. Así, se pueden destacar dos tipos de estudios:

1. **Estudios que hacen uso de mediciones directas.** Dentro de este tipo de estudios se enfatizan aquellos que hacen uso de las patentes, licencias, intensidad y gastos en I+D, parques científicos y spin-off, introducción y venta de nuevos productos y desarrollo de nuevos procesos, entre otros (Nelson, 1986; Mansfield, 1991; Austresch & Stephan, 1996; Mansfield, 1998; Zucker et al. 1998; Beise & Stahl, 1999; Kaufmann & Todtling, 2001; Siegel et al. 2002; Shane, 2002; Adams et al., 2003; Becker, 2003; Di Gregorio & Shane, 2003; Hall, Link & Scott, 2003; Monjo & Waelbroeck, 2003; Fritsch & Franke, 2004; Loöf & Broström, 2005).
2. **Estudios que hacen uso de mediciones indirectas.** Se destacan aquellas actividades que facilitan la TC, a través de las derramas del conocimiento de las universidades y otras instituciones públicas de investigación las cuales forman un “entorno de conocimiento” favorable para las empresas, pero, sin mantener ligas universidad-empresa de manera explícita. Mediciones tales como el uso de las patentes de las empresas, citas de patentes académicas, patentes corporativas, número de innovaciones, etc. son ejemplos de este tipo de estudios (Jaffe, 1989; Acs et al., 1992; Jaffe, Trajtenberg & Henderson 1993; Feldman, 1994; Henderson et al. 1998; Mowery, 1998; Verbeek et al., 2001; Brandstetter, 2003).

Una subcategoría que puede ser obtenida de este tipo de estudios es aquella que hace referencia al impacto de la TC en el desempeño económico. El impacto en la productividad laboral, márgenes coste-precio, crecimiento de las ventas nuevos productos por empleado, crecimiento en la productividad del factor total, son indicadores representativos de este tipo de estudios (Benfratello & Sembrenelli, 2002; Belderbos, Carre & Lokshin, 2004; Medda et al. 2005; Brandstetter & Ogura, 2005).

Henderson y Hall (Henderson, Jaffe & Trajtenberg, 1998; Hall, 2001) afirman que, en la mayoría de los estudios empíricos al nivel de las empresas, la cooperación en las actividades de investigación se destaca como un importante mecanismo de las empresas para participar en las relaciones científicas industriales.

De hecho, en la mayoría de los estudios basados en mediciones directas se encuentra un efecto positivo de las actividades de TC en diferentes medidas del desempeño innovador; dando como tal una propensión a patentar las innovaciones, un crecimiento del número de aplicaciones para patentes, la intensidad de la I+D, la introducción de nuevos productos y/o procesos innovadores así como un crecimiento en las ventas de productos innovadores (Arvanitis, Nora & Wörter, 2005).

### La capacidad de innovar en las economías del conocimiento.

El conocimiento y la manera en la cual fluye a través de un SNI puede ser caracterizado y ordenado de diferentes maneras. Aunque los procesos de transferencia de conocimiento pueden ser complejos e intrincados, Hertog (Hertog, Roelandt, Boekholt & Gaag, 1995) en su trabajo acerca de la perspectiva del “poder de distribución del conocimiento” y basado en los trabajos de la OCDE (1990) acerca de los diferentes flujos tecnológicos, delimita ciertas variables o dimensiones que influyen la tendencia positiva o negativamente a que el conocimiento fluya. Tales dimensiones se encuentran estrechamente ligadas a la capacidad tanto de transferir “capacidad de transferencia”, como de absorber “capacidad de absorción” conocimiento, ya que dichos patrones de difusión varían de acuerdo a los diferentes “tipos” de conocimiento (Cuadro 3.1). De hecho, un asunto central dentro de dicha perspectiva son las relaciones entre la industria y la ciencia.

Los trabajos teóricos y empíricos dentro de la economía de la innovación proveen el respaldo suficiente para el uso del conocimiento científico, al crear y mantener las relaciones ciencia-industria con efectos positivos en el desempeño innovador (Feller, 1990; Rothwell, 1992; Rosenberg and Nelson, 1994; Dodgson, 1994; Mansfield and Lee, 1996; Mansfield, 1991, 1997; Branscomb et al., 1999; OECD, 2000). Cohen y Levithal (1990) afirman que los procesos de transferencia de conocimiento desde las universidades y los centros de investigación se encuentran fuertemente condicionados por las capacidades de las empresas. Las empresas así, necesitan desarrollar una base interna de conocimiento y capacidad de investigación para capturar y desplegar efectivamente el conocimiento adquirido de recursos externos.

Hoy en día, la acumulación y difusión de conocimiento científico - tecnológico adquieren un papel trascendental a nivel mundial, pues se han convertido en factores imprescindibles para la promoción del desarrollo económico y el bienestar del desarrollo de las naciones. En este sentido, dos nociones son centrales al entendimiento de la acumulación y difusión del conocimiento: la **Capacidad de Absorción** y las **Derramas (spillovers) del Conocimiento**. Los distintos entornos que conforman las EBC son entornos que pueden ser caracterizados como entornos “informacionalmente” densos, con diferentes grupos de información de distinta calidad y en términos generales “desposeídos” de los mecanismos necesarios para poder seleccionar eficazmente de entre todos estos paquetes de información aquellos que efectivamente son relevantes en relación a los intereses que presenta el agente que realiza la selección. Las EBC se caracterizan por tanto por la necesidad de situar en su mismo centro al aprendizaje continuo tanto del conocimiento codificado como de las competencias en el uso y manejo efectivo del mismo (Gordillo, 1998). Las investigaciones muestran que las empresas que conducen su propia I+D son más capaces de usar la información externa disponible. Esto implica que la capacidad de absorción de las empresas es creada como un sub-producto de sus propias inversiones en I+D. De ahí que un “portafolio de actividades de innovación potenciales” de una empresa típicamente incluya I+D propia, junto con la I+D de otros actores y recursos públicos de información (Veugelers & Cassiman, 2005).

Cohen y Levithal (1990) presentan un modelo simple representando fuentes de generación de conocimiento tecnológico en una empresa (Figura 3.1).



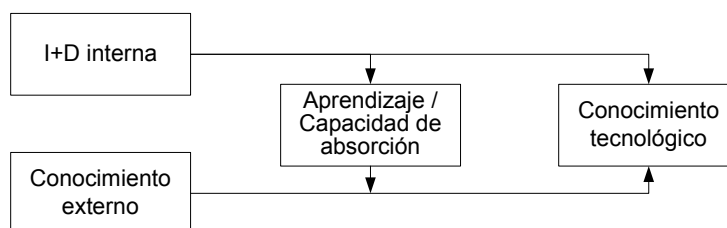


Figura 3.1: Modelo de recursos de conocimiento tecnológico.  
(Fuente: Cohen y Levinthal, 1990.)

Los autores definen a esta capacidad “como la habilidad de una empresa para identificar, asimilar y aplicar conocimiento externo”. Sin embargo, sugieren que la capacidad de absorción tiende a ser acumulativa y de ruta dependiente, la cual se construye sobre una base de conocimiento previo y sobre la experiencia la cual es específica de la empresa. Esta base de conocimiento previo es un componente esencial de la capacidad de aprendizaje de la empresa. Dicho stock de capacidades previas y rutinas proporcionan la base sobre la cual se desarrollan nuevas capacidades para arreglárselas con el cambio en la tecnología o entorno externo: el cambio es ciertamente posible, pero esta condicionado por el pasado.

Las empresas, al igual que las naciones tienden a moverse a lo largo de trayectorias particulares (también llamadas trayectorias de acumulación tecnológica) en las cuales el aprendizaje pasado (mediante o a través de otros mecanismos) contribuye a direcciones particulares de cambio técnico, y en el cual la experiencia derivada de aquellas rutas de cambio refuerza el stock existente de conocimiento y habilidad (Bell & Pavitt, 1993). Patel y Pavit (1994a) señalan que las empresas están de hecho muy restringidas por sus competencias previas en el grado en el cual ellas son capaces de acumular competencias en nuevos campos emergentes.

La capacidad de absorción también se refiere a la capacidad de la organización para explotar el conocimiento adquirido o asimilado externamente. Sin embargo, no depende simplemente de la interface directa de la organización con el entorno externo, sino también de la transferencia de conocimiento a través y dentro de subunidades que pueden ser totalmente removidas del punto original de entrada. Dicha noción es entonces una función de dos dimensiones separadas pero interrelacionadas: i) la capacidad de la empresa para adquirir el conocimiento relevante hacia el nuevo paradigma tecnológico, y ii) la habilidad de la empresa para transferir e integrar el conocimiento externo dentro de sus capacidades existentes.

Ligado a la capacidad de absorción se encuentra la noción de las derramas (spillover) del conocimiento. Cohen y Levinthal (1990) lo definen como “Todo conocimiento original útil adquirido en el marco de una investigación y que se hace accesible públicamente”. La innovación (al igual que el conocimiento) presenta ciertas características propias de los bienes públicos (bienes no-rivales y parcialmente exclusivos), los cuales nunca pueden apropiarse completamente.

Las empresas (y en especial las PYMEs) que carecen de apropiadas instalaciones de I+D interna necesitan desarrollar y mejorar su capacidad absorptiva por otros medios, tales como el aprendizaje de los clientes y los proveedores, interactuando con otras empresas

y tomando ventajas de las derramas del conocimiento de otras organizaciones (empresas, universidades, centros de investigación, consultoras, etc.) (Lundvall, 1988). Estos recursos proveen el “saber-que” (know-what), “saber porque” (know-why), y “saber-como” (know-how) importantes para el éxito empresarial (Johannisson, 1991; Maleki, 1997).

En las economías del conocimiento es importante comprender la noción de la capacidad de absorción si se quiere entender como esta influye en el crecimiento económico nacional y afecta el empleo. La capacidad de absorción nacional no es simplemente la sumatoria de la capacidad de absorción de las empresas de la economía nacional. Existen numerosos efectos adicionales, combinatorios y multiplicadores los cuales -aunque insignificantes para las empresas- tienen considerable significado al nivel nacional. Es importante entender que mientras el aprendizaje y la absorción tienen lugar al nivel de las empresas, el éxito o las fallas de las empresas individuales ocurren de manera orquestada dentro de todo el sistema<sup>4</sup>. Por lo tanto, dicha capacidad debe conformar el centro de gravedad de los nuevos procesos de aprendizaje si se quiere habilitar a la sociedad para manejar el principal recurso de la innovación en un contexto global: el conocimiento.

Para las empresas como las naciones, la capacidad de absorción incluye la capacidad de “buscar y seleccionar” la tecnología más apropiada a ser asimilada de la tecnología existente disponible para otros actores. Por lo tanto, difícilmente van a poderse desarrollar procesos de innovación, ya sea dentro de una organización o un SI, si éstos no poseen la habilidad de aprender tanto determinadas habilidades como los efectos que se desprenden de las interacciones específicas mantenidas con el entorno.

Viotti (2002) complementa el concepto de la capacidad de absorción al apuntar que existen ciertas formas de absorción tecnológica que están predispuestas a generar más oportunidades para las actividades innovadoras que otras caracterizadas como “formas de absorción pasiva y activa”.

Las **formas de absorción tecnológica pasiva** son aquellas que utilizan la ruta del mínimo esfuerzo tecnológico (el enfoque de la caja-negra), por ejemplo: proyectos llave en mano, acuerdos de licencias e inversión extranjera directa, etc. Este tipo de absorción, la cual apunta a la asimilación de (casi) solamente las capacidades necesarias para el establecimiento de la capacidad para producir ciertos productos o servicios, genera oportunidades de aprendizaje que difícilmente irán más allá del simple desarrollo de capacidades tecnológicas de producción.

A diferencia de las anteriores, las **formas de absorción tecnológica activa** requieren un esfuerzo tecnológico activo más intenso, por ejemplo: la imitación y la ingeniería inversa. Este tipo de absorción apunta no solamente a producir una profunda maestría de la tecnología absorbida, sino para enriquecer la variedad de oportunidades para la innovación activa. Este tipo de absorción genera oportunidades de aprendizaje que usualmente van más allá de la capacidad de producción, esta es una de las bases para el desarrollo de las capacidades tecnológicas para el mejoramiento.

---

<sup>4</sup>en referencia específica a los Sistemas de Innovación (Lundvall, 1992; Edquist, 1997).

Tales formas de absorción complementarias a la capacidad de absorción se encuentran en línea con el concepto de la "Capacidad Tecnológica" o "Capacidad Tecnológica Nacional", el cual se enfoca en la forma en como son desempeñadas las funciones típicas de las empresas entendidas como capacidades tecnológicas.

Las capacidades tecnológicas incluyen no solo las características de la capacidad de absorción (adquirir y transferir) sino también la creación de nuevo conocimiento a través de la I+D. De esta manera, la capacidad de absorción representa un subgrupo de las capacidades tecnológicas, aunque desenredar esto no es tarea fácil debido a que los dos conceptos tienden a compartir características similares. Ambas capacidades están determinadas por los esfuerzos de I+D y contribuyen al mejoramiento de un país. De hecho, la capacidad tecnológica puede ser considerada la base de la innovación y el desarrollo tecnológico (I+DT), y es una noción que puede aplicarse a empresas, y por agrupamiento a regiones y países.

La "**Capacidad Tecnológica o Capacidad Tecnológica Nacional**" es un concepto paralelo y complementario a la noción de la capacidad de absorción. Dicho concepto es definido por Lall (2000) como:

"El complejo de habilidades, experiencia y esfuerzo que permiten a las empresas de un país comprar, utilizar, adaptarse, mejorar y crear tecnologías eficientemente". Si bien las empresas individuales permanecen como la unidad fundamental de la actividad tecnológica, la capacidad nacional es más que la suma de las capacidades de las empresas individuales. La capacidad tecnológica nacional comprende el sistema socio-económico de las redes y las ligas entre las empresas, las formas de hacer negocios, y la red de instituciones de soporte.

La OCDE (1992) enfatiza el hecho de que la noción de la capacidad tecnológica "va más allá del conocimiento técnico e ingenieril al incluir las estructuras y procedimientos del conocimiento organizacional así como los patrones de comportamiento (ejem. trabajadores y clientes). Las empresas necesitan ciertos activos y capacidades complementarias con el fin de crear, movilizar y mejorar sus capacidades tecnológicas, mediante las cuales se pueda notar la flexibilidad organizacional, financiera, calidad de los recursos humanos, sofisticación de los servicios de apoyo y de las capacidades de coordinación y gestión de la información.

El concepto de la capacidad tecnológica intenta capturar la noción de las diferencias en las capacidades de las empresas para llevar a cabo los cambios cuando ocurren las innovaciones. dicho concepto es de gran ayuda para el entendimiento de la naturaleza, dirección y el avance de los procesos de innovación que suceden no solo al nivel de las empresas, sino también al nivel de los sectores, las regiones y los países.

Autores como Bozeman (2000) y Viotti (2002) han intentado clasificar dicho enfoque con el fin de mejorar el mismo.

Bozeman (2000), de acuerdo a los procesos definidos por la OCDE (1996) en la gestión del conocimiento (producción, transmisión y transferencia) propone tres categorías de capacidades tecnológicas de los SI:



1. **Capacidad Creativa (producción de conocimiento)**. Producción de nuevo conocimiento científico y tecnológico así como actividades localizadas ascendentes y descendentes en los procesos de innovación.
2. **Capacidad de Transferencia (transferencia de conocimiento)**. Niveles en la economía que apuntan a llenar el vacío entre la creación y el uso de tecnología en forma de "know-how".
3. **Capacidad de Absorción (transmisión de conocimiento)**. Adquisición y asimilación de información por una organización, así como las capacidades de la organización para explotar este.

Viotti (2002) por su parte, propone la organización de esta capacidad dentro de tres categorías básicas de acuerdo a las funciones típicas de las empresas manufactureras:

1. **Capacidad de Producción**. El conocimiento, las habilidades y otras condiciones requeridas por los **procesos de producción**.
2. **Capacidad de Mejora**. El conocimiento, las habilidades y otras condiciones requeridas para el mejoramiento continuo de las características de **diseño y desempeño de los productos y la tecnología de procesos**.
3. **Capacidad de Innovación**. El conocimiento, las habilidades y otras condiciones requeridas para la **creación de nuevas tecnologías** (ejem. cambios mayores en el diseño y características centrales de los productos y procesos de producción).

La capacidad tecnológica nacional esta soportada por la infraestructura de conocimiento del SNI. Esto quiere decir que, la configuración de dichos sistemas (actores, flujos y relaciones) es un importante factor económico. En el centro de los SNI se encuentran las actividades innovadoras realizadas por profesionales, y la investigación básica así como el entrenamiento relacionado llevado a cabo por universidades. Las asociaciones cerradas que se observan entre la base de la ciencia nacional y las actividades innovadoras en empresas de propiedad nacional reflejan las ventajas de la aglomeración física en las actividades innovadoras, y permiten a las empresas y a los países la obtención de considerables beneficios económicos a partir de sus inversiones (Patel & K., 1988).

No obstante, varias líneas de investigación enfatizan las dificultades que involucran las actividades de internalización de conocimiento por las empresas, debido a su tamaño (necesaria para generar economías de escala), o la incertidumbre de los procesos tecnológicos en términos de resultados y tiempo (Verspagen y Dusyters 2004). Esta incertidumbre incrementa cuando los resultados de la I+D se vuelven menos tangibles. Algunas veces los recursos tecnológicos no residen exclusivamente dentro de las empresas; por el contrario, están en el entorno de los competidores, proveedores, clientes, centros públicos de investigación o las universidades. De ahí la necesidad de entablar relaciones de cooperación que integran todo el SI (Hagedoorn et al., 2000; Bayona et al., 2001; Tether, 2002; Miotti & Sachwald, 2003).

### 3.4. La colaboración dentro de los SNI

Las nociones de la capacidad de absorción y la capacidad tecnológica pueden ser mejoradas al alinear tales capacidades de las empresas para interactuar con otros actores y acceder

a los recursos externos del conocimiento (Kastelli et al, 2001). En un mundo de intensa competencia y rápidos cambios tecnológicos. Las empresas no pueden descansar solamente en sus propias capacidades y bases de conocimiento sino que necesita beneficiarse de las experiencia y el conocimiento de otros actores económicos. En este sentido, se puede afirmar que un factor crítico de la transferencia del conocimiento es la cooperación y la colaboración. Por lo tanto, la existencia de una fuerte cultura cooperativa y colaborativa es un importante prerequisite para la transferencia del conocimiento.

La creación y acumulación de conocimiento no esta decidida solamente por las empresas en si mismo, sino porque estas se encuentran influenciadas por otras empresas e instituciones creadoras de conocimiento (Lundvall, 1992)(Coomb's y Metacalfe, 1998). Los SNI pueden ser vistos como sistemas de "aprendizaje colectivo" entre todos los actores del sistema, las ligas de conocimiento son los mecanismos las cuales facilitan este aprendizaje colectivo. El enfoque de los SNI enfatiza las mayores ligas de conocimiento a través de la creación del conocimiento inter-organizacional el cual tiene lugar entre las empresas, universidades y los gobiernos -las denominadas interacciones triple-hélice (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997)-.

Un amplio rango de enfoques teóricos que han tratado con el fenómeno de la cooperación también se refiere a los efectos del aprendizaje. De acuerdo a Hakansson (1987), al combinar la experiencia, nuevas ideas pueden emerger. Kogut (1988) considera la colaboración como un vehículo a través del cual el conocimiento es transferido y por el cual las empresas aprenden unos de otros. Ciborra (1991) expone que las colaboraciones son arreglos institucionales que permiten a las empresas adquirir nuevas habilidades, conocimiento tácito y explícito y "know-how". Teece (1994) considera la cooperación como un mecanismo a través del cual las empresas acumulan, combinan y diseminan conocimiento y activos complementarios. Dentro de los diferentes tipo de cooperación que llevan a cabo las empresas se pueden describir las siguientes (Cassiman & Veugelers, 2002; Leiponen, 2001) (Santoro & Gopalakrishnan, 2001; Kaiser, 2002; Tether, 2002; Feldman & Stewart, 2006):

- **Colaboración con Competidores.** Las empresas que colaboran con los competidores se guían más por motivos defensivos tales como riesgo, compartir el costo, y obtener acceso a nuevos mercados, más que por motivos de oportunidad tales como obtener acceso e Investigación y Desarrollo, o habilidad. También existen otras rutas menos directas en las que el conocimiento que se transfiere entre las compañías competidoras debería ser comprendido. Estas rutas a menudo incluyen alguna combinación de imitación, ingeniería inversa, movimiento de personal, o inteligencia de negocios.
- **Colaboración con Clientes.** Las empresas comúnmente colaborarán y fomentan la transferencia de conocimiento con clientes en diversas áreas. Por ejemplo, cuando las empresas se expanden en nuevos mercados que ellos requieren comprender las necesidades de los nuevos clientes potenciales y el mejor cambio/ajuste al producto/servicio que pueden ofrecer y, como tal, las empresas se guían mediante la colaboración con clientes para obtener su conocimiento. Mediante la colaboración con clientes, las empresas buscan desarrollar un producto que es más probable que se venda bien y por tanto compensar los riesgos de desarrollo del producto. Como tal, las empresas a menudo usarán estas colaboraciones como medio para obtener valiosa información que ayudará a reducir el riesgo asociado con la aceptación del producto. La colaboración con

los clientes puede ser anticipada para reducir el riesgo de una falla del producto en particular. La colaboración con los competidores, por otra parte, se enfoca en las etapas primarias del desarrollo del producto y así le permite a la empresa involucrarse en un gran número de productos.

- **Colaboración con Proveedores.** Las empresas colaboran con sus proveedores por muchas de las mismas razones por las que colaboran con clientes. Específicamente, los proveedores pueden contribuir conocimiento asociado con el desarrollo del prototipo, escalarlo, y acceder a una habilidad relevante para los nuevos proyectos. Un número de investigadores (Sako, 1994; Teece, 1992; von Hippel, 1976) incluso han llegado tan lejos como para decir que cuando los colaboradores tienen vínculos cliente-proveedor, ellos son más propensos a la transferencia de tecnología. Sin embargo, el número total de tales vínculos pueden aumentar una oportunidad de la empresa para aprender algo nuevo de otros negocios, y para la organización por sí misma para ser el centro en la circulación de conocimiento referente a avances técnicos por toda la amplia red de información (Powel, Koput & Smith-Doer, 1996). Por el contrario, los estrechos vínculos con un reducido número de organizaciones limitadas a la misma industria actualmente puede inhibir el aprendizaje referente a avances técnicos desarrollados fuera de la industria (Glasmeier, 1991).
- **Colaboración con empresas de Consultoría.** Las empresas también desarrollan relaciones con empresas de consultoría como estas empresas proporcionan un acceso preparado para áreas específicas del dominio del conocimiento. Aunque pequeñas empresas pueden contratar empresas de consultoría para ayudar a lanzar un negocio, la mayoría de estas relaciones se enfocan en la transferencia de conocimiento clave que una empresa establecida requiere para expandir su negocio mediante las operaciones de escalado, o para ayudar a mitigar el riesgo operacional o financiero para la organización. De cualquier manera, las empresas que colaboran con empresas de consultoría generalmente están buscando transferir el conocimiento en la empresa mediante el acceso preparado hacia habilidades críticas.

Otros estudios (Edquist, 2001; Guerra, 2005) han encontrado que diversos actores del proceso innovador contribuyen en mayor o menor grado al proceso innovador de las empresas: las innovaciones de proceso obtienen una contribución más significativa por parte de los proveedores, y los departamentos de producción; mientras que las innovaciones de procesos obtienen un mayor apoyo en los clientes y departamentos de ventas y departamentos internos de I+D. Al mismo tiempo, la innovación de producto plantea mayores exigencias en términos de interacciones con agentes externos del SI que la innovación de proceso. Existen muchas otras modalidades de cooperación, según los actores que intervienen, pueden establecerse entre diversas instituciones universitarias de investigación, entre instituciones del poder público y las empresas, entre varias sociedades de investigación de empresas privadas, directamente entre las direcciones de las empresas, o entre empresas grandes y pequeñas, mediante una relación cliente-proveedor o de subcontratación .

#### **Relaciones formales e informales.**

Al nivel de los SNI, la existencia de diversos canales de interacción (de tipo formal e informal), determinan el grado de difusión y generación de conocimiento (Camagni, et al. 1984). De hecho la efectividad de dichos canales es dinámica en naturaleza y varía de acuerdo

el tipo de tecnología o conocimiento, el propósito de la interacción y el estado de la comunicación (Polanyi, 1966).

La generación del conocimiento a través de las relaciones formales, generalmente es favorecida por dos tipos de actores:

- **Empresas (nacionales o extranjeras) innovadoras**, es decir empresas que emprenden actividades de I+D de una manera formal, constituidas por personal altamente calificado y capacitado; pudiendo diferenciarse en empresas productoras de maquinaria y equipo, y empresas usuarias de estos últimos, y
- **Organizaciones no empresariales**, las cuales emprenden actividades formales de I+D tales como Universidades, Centros públicos de Investigación y Organismos creadores de Normas y Estándares.

Si bien la mayoría de estas últimas actúan como organizaciones “infraestructura” de soporte para las primeras, esto no significa que su rol sea meramente secundario. Más aún, desde el punto de vista de los SNI tales organizaciones son cruciales por dos cuestiones: i) el país es capaz de proveer mano de obra adecuadamente formada para las empresas que lo demandan, y ii) proveen bienes cuasi-públicos en forma de capacidad y resultados de innovación (Narula, 2004).

Sin embargo, la colaboración entre organizaciones y empresas en las actividades innovadoras es menos sencilla de lo que parece. Por un lado, la colaboración es atractiva porque esto conlleva el compartimiento de conocimiento técnico, asociado a los riesgos y costos. La colaboración Universidad-Empresa por ejemplo, es particularmente ventajosa a este respecto. Mientras que por otra parte, la cooperación inter-empresas en la innovación es llevada a cabo con consideraciones adicionales. El intercambio de conocimiento técnico impone verdaderos costes al reducir el liderazgo tecnológico de una empresa en un campo en el cual involucra compartir los beneficios futuros. Por lo tanto, la colaboración con un competidor o potencial competidor no es una estrategia que sería normalmente seguida por un líder tecnológico.

Al nivel de las relaciones informales, el grado de creación de conocimiento a través de dichas relaciones puede ser bajo al inicio de una interacción, y posteriormente crecer rápidamente de acuerdo al crecimiento del entendimiento mutuo (Leonard-Barton, 1995). La especialización dentro de la innovación, por ejemplo, es mejorada por las interacciones informales las cuales se deben al intercambio extenso de conocimiento tácito. Al mismo tiempo dicha especialización (además de entornos culturales y políticamente comunes), facilita las interacciones sostenidas usuario-productor en la creación de tecnología, desarrollando así una interdependencia entre productores y usuarios de la tecnología.

Tal situación nos lleva a destacar la existencia de otros dos canales informales que sirven de soporte a la colaboración dentro de los SNI. El primer canal es el referente a la **infraestructura básica institucional**. Tal infraestructura (aunque menos obvia pero no menos importante) juega un rol importante al reforzar las capacidades de absorción y facilitar las actividades de colaboración de los actores integrantes del SNI. El segundo canal agrupa aquellos elementos no estructurales que hacen un **ambiente innovador**. En general un ambiente innovador se puede caracterizar como un conjunto de relaciones territoriales que reúnen en

un todo coherente un sistema de producción, diferentes actores sociales y económicos, una cultura específica y un sistema de representación que da lugar a un proceso dinámico de aprendizaje colectivo (Valenti, 2000).

Dentro de los análisis acerca de los SNI, muchos académicos han identificado el relevante papel desarrollado por las **Universidades** y los **Centros Públicos de Investigación** en la innovación. No obstante, durante mucho tiempo los economistas y políticos han creído que las universidades contribuyen indirectamente a la innovación a través de la educación. Sin embargo, en algunos SNI como el de los Estados Unidos, ha sido demostrado que las universidades y los centros públicos de investigación han contribuido mucho más que el simple hecho de formar simplemente a científicos e investigadores, a través de la transferencias del conocimiento. Aún así, dadas las características específicas del conocimiento científico, la cooperación en la I+D entre las universidades y la industria esta caracterizada por i) altos niveles de incertidumbre, y asimetrías de información entre los actores mantienen dichos vínculos, ii) altos costes de transacción para el intercambio de conocimiento debido a que requieren la presencia de capacidad de absorción, altos niveles de derramas hacia otros actores del mercado, y iii) restricciones para financiar la producción de conocimiento y el intercambio de actividades debido a la aversión al riesgo y la orientación al corto plazo de los mercados financieros (Veugelers & Cassiman, 2005).

### 3.5. La cooperación Universidad-Empresa

Desde la perspectiva de los estudios del SNI, Lundvall (1996) y otros autores anotan que tan importante es generar el conocimiento, como difundirlo adecuadamente entre todos los elementos que conforman el sistema. En una economía del conocimiento, las empresas buscan vínculos para promover el aprendizaje interactivo entre empresas, con los socios externos y las redes para proveer recursos complementarios. Estas relaciones ayudan a las empresas a dispersar los costes y los riesgos asociados a la innovación, acceder a los beneficios de los nuevos resultados de la I+D, adquirir componentes tecnológicos clave, y compartir recursos de fabricación, mercadotecnia y distribución. Al desarrollar nuevos productos y procesos, las mismas empresas determinan cuales actividades asumirán individualmente, cuales en colaboración con otras empresas, cuales en colaboración con universidades o instituciones de investigación, y cuales con el apoyo del gobierno. La innovación es así el resultado de numerosas interacciones entre actores e instituciones, las cuales en conjunto forman un sistema de innovación.

La **cooperación Universidad-Empresa** es un tipo de cooperación relevante para los países industrializados (Fransman & Tanaka, 195; Geuna, 1997), pues los participantes traen a las sociedades diferentes competencias, habilidades y contextos organizacionales. En un mundo de creciente competencia y rápidos cambios tecnológicos, las empresas buscan acceder a los recursos externos del conocimiento del sector académico y complementar o sustituir los esfuerzos de I+D. La cooperación con las universidades o los centros de investigación puede asegurar una masa crítica de I+D para los proyectos que son considerados demasiados costosos o arriesgados para una empresa (Vavakova, 1995). Bonaccorsi (1994), presenta una lista de aspectos clave a considerar dentro del ámbito de la cooperación universidad-empresas:

1. **Motivaciones de empresas y universidades para la cooperación** (acceso al conocimiento, costes, retornos económicos, orientación de la investigación y la docencia, presión de la competencias, etc.)
2. **Proceso de transferencia de conocimientos** (derechos de propiedad, confidencialidad, asimilación del conocimiento, relaciones de coordinación y relaciones humanas, gestión de proyectos, resolución de conflictos, valor económico de los conocimientos que se transfieren, marketing de las universidades, etc.)
3. **Tipología de las relaciones** (diferentes tipos de acuerdos universidad-empresa, grado de formalización y de duración, etc.)
4. **Resultados de la cooperación universidad-empresa** en términos de
  - **Generación de conocimiento** (producción científica generada, patentes, literatura gris, rutinas de resolución de problemas, etc.)
  - **Transmisión y difusión de conocimientos** (acciones de formación, intercambio de personal, licencias de tecnologías, etc.), y de
  - **Retornos económicos y de valoración subjetiva de la interrelación**
5. **Políticas públicas sobre la colaboración universidad-empresa** (programas de apoyo, medidas legalísticas y regulatorias, fiscalidad, etc.).

En las EBC, el sistema científico contribuye a tres funciones clave (OECD, 1996): **producción** de conocimiento mediante las actividades de I+D, **transmisión** del conocimiento mediante la formación y **transferencia** del conocimiento, mediante su difusión.

Desde la perspectiva de las empresas, generalmente es aceptado que la colaboración con las universidades es primeramente un complemento valorable para la investigación interna de las empresas, y no una manera de reemplazar ésta. El acceso al conocimiento externo, la experiencia, y la investigación vanguardista proveen un incentivo para que una empresa busque la colaboración de una universidad. Para la universidad, el interés por la colaboración es estimulada por tres factores: dos relacionados a las presiones financieras, resultado de la creciente demanda pública por ver el valor económico de la investigación pública en la investigación universitaria, y del hecho que una gran parte del financiamiento público de la investigación universitaria esta condicionado por encontrar co-financiadores del sector privado. El tercer factor es el interés de los investigadores universitarios en ver que los resultados de su propio trabajo son relevantes y están siendo aplicados en la industria (Feldman & Stewart, 2006).

La creciente complejidad de las nuevas tecnologías hacen extremadamente difícil para cualquier empresa alinear los recursos y las capacidades necesarias para un desarrollo y comercialización tecnológica exitosa (Hamel & Prahalad, 1994). Como resultado muchas empresas encuentran que las universidades pueden ser un socio viable. Así, autores como Mansfield (1991) encuentran una fuerte relación entre la investigación básica universitaria y los nuevos productos y procesos introducidos por una gran número de industrias. Pisano (1990) encuentra también fuerte evidencia de que la experiencia universitaria y la aplicación industrial tienen relaciones positivas en el área de la biotecnología.

De manera similar, muchas industrias farmacéuticas se han apoyado en la investigación universitaria en las áreas de farmacología y química para ayudarse a la creación de nuevos

medicamentos (van Rossum & Cabo, 1995). Más aún, Whirpool Corporation trabaja con un número de investigadores universitarios en las áreas los sistemas de manufactura integrada por computadora (CIM), robótica y microelectrónica para promover el desarrollo de nuevos productos (Sparks, 1985). No obstante, y a pesar de la marcada evidencia del potencial de la colaboración universidad-empresa, diversos estudios muestran que existe un menor número de relaciones universidad-empresa, una débil relación entre ellas, y menores niveles de los resultados obtenidos respecto a dichas alianzas (Betz, 1993; NSB, 1996; SRI International, 1997).

Las ventajas de la cooperación son importantes debido a los enormes beneficios que se pueden obtener en general, al permitir a las empresas acceder al capital humano, acceder a los resultados de la investigación, obtener beneficios financieros y organizacionales y/o institucionales. La siguiente clasificación muestra las principales razones que llevan a las organizaciones a implicarse y beneficiarse de las alianzas. (Geisler & Rubinstein, 1989; Little, 2000; Blume & Fromm, 2000; Bozeman, 2000; Schmoch, Licht & Reinhard, 2000; Schartinger, Schibany & Gassler, 2001; OECD, 2002a; Santoro & Chakrabarti, 2002; Schmoch, 2003) (Cuadro 3.2).

Otros estudios muestran que dicha colaboración puede permitir asociarse a las empresas con el fin de combinar programas de lealtad, mejorar la legitimación, establecer relaciones de confianza y mejorar la reputación (Baum & Oliver, 1992; Dollinger et al. 1997; Saxton, 1997).

#### **1. Acceso al capital humano ("Conocimiento Tácito")**

- Acceso a habilidades específicas adicionales al conocimiento interno.
- Nuevas ideas de investigación.
- Más educación y posibilidades de capacitación.
- Reclutamiento de graduados.
- Acceso a la investigación básica.

#### **2. Acceso a los resultados de investigación ("Conocimiento codificado")**

- Acceso a patentes y/o licencias.
- Acceso a los resultados de investigación para uso interno posteriormente.
- Acceso a los resultados de investigación para el desarrollo de nuevos productos y procesos.
- Acceso a las infraestructuras de I+D.

#### **3. Razones financieras**

- Ahorro de costes en la I+D.
- Reducción de riesgos técnicos de la I+D.
- Ahorro de tiempo en la I+D.
- Recursos insuficientes de la I+D de las empresas.
- Requerimientos de cooperación con las instituciones científicas característicos de los proyectos.

#### **4. Razones organizacionales y/o institucionales**

- Desarrollo de un nuevo campo de investigación.
- Subcontratación de la I+D como una medida estratégica.
- Cooperación de la I+D como condición para el financiamiento público.
- Mejoramiento de la imagen de las empresas a través de la cooperación con instituciones científicas.
- Acceso indirecto al conocimiento de la competencia.

Cuadro 3.2: Razones para la cooperación tecnológica.  
(Fuente: Bozeman, 2000; OECD, 2002a; Santoro & Chakrabarti, 2002)

### **Limitaciones de la cooperación Universidad-Empresa.**

Si bien la cooperación universidad-empresa conlleva una serie de ventajas potenciales descritas anteriormente, dichas relaciones no se encuentran exentas de ciertas restricciones. Pues, mientras la ciencia básica tiene una perspectiva genérica a largo plazo sobre lo que es importante, y los científicos están más motivados por el logro de la producción científica en forma de publicaciones y patentes, entre otros; la tecnología tiene una visión más a corto plazo, concentrada en la solución de un determinado problema, y los investigadores industriales están motivados por la satisfacción de resolver un problema y ser recompensados por el éxito comercial y financiero. Los científicos y los investigadores industriales forman comunidades investigadoras distintas, con culturas y valores claramente diferentes. Por un lado, la ciencia es sostenida por una cultura de los conocimientos compartidos y la información en última instancia es pública; por el otro, las industrias descansan sobre la propiedad o la ventaja competitiva de la propiedad intelectual y los valores comerciales (Leer 1996).

Así, la industria ha adoptado y desarrollado la cultura de la tecnología en cuanto a que ésta utiliza directamente la tecnología; pero la industria nunca ha adoptado ni desarrollado totalmente la cultura de la ciencia, en cuanto a que ésta utiliza la ciencia sólo en forma indirecta. De hecho, los investigadores industriales son muy complejos en lo que respecta a la tecnología actual y, en particular, en lo referente a sus problemas y a la localización e identificación de los obstáculos con que tropieza el progreso tecnológico. Sin embargo, debido a las demandas aplicadas y de desarrollo sobre investigación industrial, ellos cuentan con tiempo y recursos limitados para explorar las formas de vencer las limitaciones técnicas actuales. Las empresas apuntan principalmente a la explotación y la aplicación, y están mucho más enfocadas en probar y adjudicarse los resultados de la I+D (a través de patentes, secretos profesionales, etc.) tanto como sea posible. Muy raramente -y usualmente con fines publicitarios más que por razones tecnológicas- estas producen conocimiento solo con el propósito de difundir este. Sus actividades de investigación son desarrolladas mayormente a corto y mediano plazo, y raramente -en especial en las grandes empresas- investigación básica y a largo plazo (Chiesa & Piccaluga, 2000).

Siegel & Waldman (2004) afirman que las acciones y los motivos de las empresas y los emprendedores son relativamente simples: buscan ganancias. Comercializar las tecnologías basadas en la ciencia con el fin de obtener utilidades económicas; más aún, las empresas tienen un escaso entendimiento de lo que las instituciones académicas hacen y una vaga idea de las responsabilidades de los académicos con respecto a sus instituciones. No obstante, y de manera similar, las universidades y sus miembros tienen un escaso entendimiento de lo que las empresas intentan obtener. Como algunos académicos declaran "su actitud es solo la de proveer dinero, y nosotros solucionaremos su problema".

Las universidades, por su parte, han adoptado y desarrollado la cultura de la ciencia en cuanto a que éstas la utilizan directamente en la educación. Pero solo de manera parcial las universidades han adoptado y desarrollado la cultura de la tecnología: en este sentido, los investigadores académicos cuentan con tiempo, recursos y estudiantes para explorar enfoques y alternativas fundamentalmente nuevos que superen las dificultades de las tecnologías (Gaynor, 1999). Las universidades, las cuales casi en cualquier país son los más grandes "laboratorios nacionales de I+D", están caracterizadas por las más altas derramas de conocimiento (las



derramas son de alguna manera su misión), y de hecho estas generan los mismos a través de la educación, publicación de artículos, y así sucesivamente difundir el conocimiento sin ningún retorno económico directo específico. Además, se encuentran mucho menos interesadas en la aplicación y la apropiación. Su producción científica se basa especialmente en la investigación básica, pero los resultados generados no son solamente a largo plazo sino que también tienen efecto sobre la innovación industrial a corto y mediano plazo, como es demostrado por Mansfield (1991) y Chiesa & Piccaluga (2000). No obstante, los miembros de las universidades también pueden estar motivados por la ganancia personal financiera y/o el deseo de asegurarse fondos adicionales para recursos humanos o de infraestructuras (Merton, 1957).

Por lo tanto, algunas veces esta distinción en los valores y las normas de ambos actores puede llegar a inhibir el progreso desde la investigación hasta la innovación; y, ciertamente la comunicación entre ambos especialistas (científicos e investigadores industriales) involucrados dependerá de un claro entendimiento de las prácticas y las políticas con respecto a los derechos de propiedad intelectual (Leer 1996).

Más aún, diversos hallazgos sugieren que la cooperación conlleva un alto riesgo de fracaso. De hecho, la transferencia efectiva de conocimiento debería idealmente finalizar en la adopción del conocimiento, donde el “adoptador” ha ganado en el aumento de la capacidad absorptiva (entendimiento) para el uso sostenido del conocimiento adquirido. No obstante, no todos los esfuerzos de la transferencia de conocimiento resultan necesariamente en la adopción. Tanto para la capacidad de transferencia como para la capacidad de absorción se requiere una diferenciación de los tipos de conocimiento en los que puede ser diseminado en otras formas. La literatura empírica acerca la cooperación y la transferencia del conocimiento reconoce diversos obstáculos a la cooperación para la transferencia de la tecnología y el conocimiento (Geisler & Rubinstein, 1989; Little, 2000; Blume & Fromm, 2000; Bozeman, 2000; Schmoch, Licht & Reinhard, 2000; Scharfetter, Schibany & Gassler, 2001; OECD, 2002a; Santoro & Chakrabarti, 2002; Schmoch, 2003) (Cuadro 3.3).

#### **Tipos de universidades.**

Cada universidad forma parte de un SNI o SRI singular, lo que conduce a encontrar soluciones diferentes para cada caso. Sin embargo, la interrelación entre las universidades y su entorno socioeconómico presenta una problemática común que permite un análisis general para obtener las diferentes soluciones. Fernández de Lucio en (Fernández de Lucio & Castro, 2001) distingue cinco tipos de universidades:

- **Académica**, Fundamentalmente se imparte docencia y, lo que es más importante, ese es casi el único objetivo de la institución y de sus miembros, razón por la cual las decisiones y los recursos se orientan exclusivamente hacia la mejora de la actividad docente.
- **Clásica**, Se compaginan las actividades docentes con las de investigación, con un reconocimiento institucional y de la comunidad académica sobre la importancia de estas últimas y la consiguiente asignación de recursos a estas actividades.
- **Social**, Un papel activo para la discusión y resolución de problemas de la Sociedad en la cual se inserta.

**1. Escasez de información**

- Dificultad para obtener información acerca de las actividades de I+D en las instituciones científicas.
- Dificultad para contactar con las personas indicadas.
- Escasez de recursos para la "interfases" (ejem. oficinas de transferencias).

**2. Deficiencias de las empresas**

- Escasez de personal calificado.
- Escasez de equipo técnico.
- Escasez de interés en proyectos científicos.
- Las cuestiones de las empresas de I+D no son de interés para las instituciones científicas.

**3. Deficiencias de las instituciones científicas**

- Escasez de personal científico para las actividades de transferencia.
- Escasez de espíritu emprendedor.
- Orientación de la I+D de las instituciones científicas no es de interés para las empresas.
- Resultados de la I+D posiblemente no comercializables.

**4. Costes, riesgos e incertidumbre**

- No se garantiza la confidencialidad con respecto al "know-how" de las empresas.
- Necesidad de trabajo de seguimiento adicional con el fin de implementar los resultados públicos de la I+D.
- Escasez de recursos financieros de las instituciones científicas para la cooperación sobre bases iguales con las empresas.
- Eficiencia insuficiente del personal de las universidades comparado al personal de las empresas.
- Dependencia tecnológica de instituciones externas.
- Incertidumbre acerca de los resultados de la cooperación.

**5. Obstáculos organizacionales y/o institucionales**

- Procedimiento administrativos y de aprobación costosos.
- Escasez de apoyo administrativo de proyectos conjuntos de I+D por parte de la universidad.
- Problemas de derechos de propiedad.
- Problemas con la gestión de proyectos en las universidades (ejem. Problemas de comunicación).
- Problemas de percepción con respecto al orden de prioridades.
- Falta de confianza de ambas partes.
- Miedo a la pérdida de reputación por parte de las empresas.

Cuadro 3.3: Obstáculos a la cooperación.

(Fuente: Bozeman, 2000; OECD, 2002a; Santoro &amp; Chakrabarti, 2002)

- **Empresarial:** considera que los conocimientos, además de ser difundidos mediante los cauces docente y científico habituales, tienen un "valor" de mercado, y, por tanto, son susceptibles de ser vendidos.
- **Emprendedora:** Similar a la empresarial pero con un matiz importante; más que como un bien económico objeto de intercambio, utiliza el conocimiento como un potencial al servicio de su entorno socioeconómico. En consecuencia, necesita disponer de una misión y estrategia de actuación determinadas para actuar en dicho contexto.

No obstante, el cambio de paradigma hacia este último tipo de universidad (más implicada con la sociedad en general, y en particular con la empresa), no generará los beneficios pretendidos si éstas no modifican el enfoque de su papel social adaptándose a un escenario más real y complejo. Únicamente a través de una aceptación interna de las nuevas misiones requeridas será posible implementar con éxito las reformas estructurales necesarias venciendo barreras internas (Weber, 2006) (Fig. 3.2).

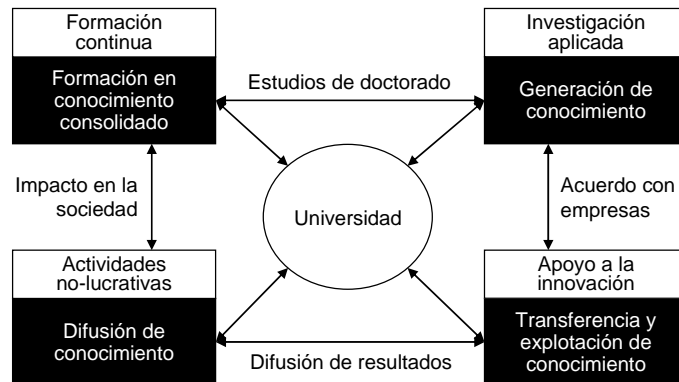


Figura 3.2: Misiones de la universidad y el espacio de cooperación con la empresa.  
(Fuente: Hidalgo & León, 2006)

Una universidad moderna debe combinar las cuatro misiones básicas siguientes, integradas en una visión estratégica a largo plazo compartida entre ellas y no aislada:

- Cualificar alumnos en temas asociados a conocimiento ya consolidado (tanto en las etapas de grado y postgrado universitario).
- Generar nuevo conocimiento como un producto esencial de su actividad investigadora.
- Transferir y compartir conocimiento e ideas con las empresas u otras organizaciones públicas y privadas externas (actividad conocida como el tercer papel de la universidad).
- Diseminar el conocimiento científico y tecnológico a la sociedad en su conjunto.

En línea con lo anterior, Feldman y Stewart (2006) afirman que el principal objetivo de las universidades es la generación, transmisión, integración y uso del conocimiento. Como el conocimiento es una mercancía de la nueva economía, y las universidades son uno de los principales creadores de este activo, y por lo tanto, es responsabilidad de las universidades crear los mecanismos efectivos para transferir este conocimiento al público, ya sea para el desarrollo económico o social, o simplemente para incrementar los fondos de conocimiento.

Finalmente, las posibilidades de cooperación que tienen estos diversos tipos de universidades con las empresas en actividades de I+D e innovación y sus respectivos enfoques son muy grandes y, por ello, también lo será la eficacia con que las relaciones se establezcan y la trascendencia social de las mismas.

### **Tipos de empresas.**

La creciente competencia internacional hace que la competitividad de las empresas dependan cada vez más de su habilidad para aplicar nuevo conocimiento y tecnología en los productos y los procesos productivos. Pero el desarrollo tecnológico acelerado y la creciente especialización del conocimiento restringe la posibilidad de que una empresa produzca, por sí sola, todo el conocimiento relevante. Al mismo tiempo, la empresa busca especializarse

productivamente, con el objetivo de reducir riesgos y disminuir el tiempo de llegada al mercado. De esta forma, la empresa se torna más dependiente del conocimiento complementario y del know-how de otras organizaciones (públicas y privadas).

Al igual que en las universidades, en el ámbito de las empresas también hay factores que facilitan o dificultan su capacidad para innovar y cooperar con otros actores -entre ellos, las universidades- en este proceso: no todas las empresas están igualmente preparadas para colaborar con las universidades ni dispuestas a hacerlo. La mayor o menor facilidad que tienen las empresas para cooperar con universidades depende de características tales como: 1) Tamaño, 2) Sector de actividad, 3) Capacitación técnica, y 4) Actitud ante la innovación.

Cohen, Nelson & Walsh (2002) demuestran la variedad de mecanismos usados por las empresas para acceder e interactuar con el sistema universitario. El estudio indica que la investigación pública es utilizada no solo para ayudar a generar nuevas ideas, sino también para ayudar a completar los proyectos de I+D existentes. Al igual que el estudio anterior, otros intentos por examinar las relaciones universidad-industria tienden a enfocarse en el rol de los llamados "factores estructurales" tales como el tamaño, la antigüedad, el contexto industrial y los gastos de I+D de las empresas como factores que configuran y facilitan el uso de las universidades por las empresas.

Algunos estudios empíricos previos indican la importancia del tamaño de las empresas y la propiedad de la I+D como guías para la cooperación (Kleinknecht & Van Reijnen, 1992; Colombo & Gerrone, 1996; Dutta & Weiss, 1997; Röller et al., 1997; Adams et al. 2000; Hagedoorn et al., 2000; Adams et al. 2001; Leiponen, 2001; Capron & Cincera, 2003).

Sin embargo, Hallberg (2000) afirma que no hay ninguna distribución ideal de empresas, sino mejor dicho un equilibrio en la distribución del tamaño con respecto a los recursos disponibles, tecnología, mercados, leyes e instituciones. Por lo tanto, de acuerdo al entorno en el que se encuentran las empresas, y el tipo de industria del cual forma parte, existe un perfil específico de distribución que mejor facilita la innovación.

Fernández de Lucio, al plantear las relaciones que existen entre las universidades y las empresas, propone cuatro tipos de empresas (de acuerdo a su capacidad o predisposición a colaborar con universidades) (Fernández de Lucio & Castro, 2001):

- **PYMEs de sectores avanzados.** Una universidad emprendedora se relaciona sin dificultades con una PYME de sectores avanzados (telecomunicaciones, informática, química fina, etc.), ya que estas empresas poseen recursos humanos con buena formación superior y media -por tanto, no hay barreras de lenguaje con los investigadores-.
- **Grandes empresas de sectores de alta tecnología.** Con estas empresas (aeroespacial, química, farmacia, electrónica, etc.) el diálogo también es sencillo porque hay interlocutores; la dificultad para llegar a establecer una colaboración puede provenir, en su caso, de que sus propios conocimientos en las áreas estratégicas estén por delante de los de la Universidad.
- **Grandes empresas de los sectores maduros.** En este tipo de empresas (naval, siderúrgico, etc.) el diálogo no suele ser fluido, pues generalmente la alta dirección carece de formación tecnológica suficiente y, si acaso ésta se llega a desarrollar, lo hace

con grandes dificultades, con un gran consumo de tiempo durante la gestación del acuerdo y sus condiciones interviniendo múltiples interlocutores, propios de este tipo de empresas. Cuando se habla de tecnología, sus necesidades tecnológicas exceden con mucho las capacidades de las universidades requiriendo grandes empresas de ingeniería o suministradoras de bienes de equipo que les proporcionan plantas o soluciones “llave en mano”.

- **PYMEs de sectores tradicionales.** En este caso, se cuenta con serias dificultades para relacionarse. En términos generales, estas empresas no suelen disponer de personal técnico con formación universitaria e, incluso, la mayoría de las veces se carece de formación superior; basado su éxito pasado en otros factores (mano de obra barata, capacidad comercial, etc.)

De acuerdo a Hidalgo y León (2006), las empresas participan en todas las funciones de la universidad mencionadas pero de diferentes formas:

- En las actividades de formación financiando, organizando, o proporcionando expertos en cursos o seminarios adaptados a sus necesidades específicas o colaborando en programas de movilidad de profesores y alumnos y de su propio personal técnico.
- En la actividad de generación de conocimiento, las empresas participan financiando o colaborando en proyectos de investigación. Este apoyo se lleva a cabo normalmente a través de esquemas de investigación bajo contrato, alianzas estratégicas conducentes al apoyo a largo plazo de determinadas líneas de investigación (por ejemplo, creando centros conjuntos de I+D), o a través de la creación de spin-offs.
- Finalmente, algunos acuerdos de las universidades con fundaciones privadas u otras organizaciones no lucrativas pueden apoyar la difusión de resultados a la sociedad.

En este sentido, son muchas las vías o modos de interactuar que pueden adoptar las empresas y las universidades para realizar la transferencia tecnológica o de conocimiento. La elección de una u otra dependerá del sector, de las circunstancias de cada país y del tipo de tecnología o conocimiento. Esto quiere decir que, para realizar apropiadamente la transferencia del conocimiento se requieren alinear tanto el tipo de conocimiento como la tarea prevista (Nadler & Tushman, 1999). Y de hecho, la transferencia de conocimiento entre las empresas y las universidades (e inclusive otras organizaciones) se da a través de diferentes tipos de actividades. De alguna manera dichas actividades muestran algún grado tanto de componente “tácito” como de “codificado”; por ejemplo para transferir el conocimiento tácito es esencial el contacto personal, mientras que para el conocimiento codificado no lo es. Sin embargo, el conocimiento codificado es más fácil de medir y por lo tanto altamente enfatizado por la mayoría de la literatura empírica; por el contrario, el conocimiento tácito parece ser el más importante para la transferencia tanto de tecnología como de conocimiento. Dentro de la literatura empírica acerca las diferentes formas de transferir la tecnología y el conocimiento (Geisler & Rubinstein, 1989; Little, 2000; Blume & Fromm, 2000; Bozeman, 2000; Schmoch, Licht & Reinhard, 2000; Scharfing, Schibany & Gassler, 2001; OECD, 2002a; Santoro & Chakrabarti, 2002; Schmoch, 2003) se pueden encontrar diferentes “formas” de transferir la tecnológica y el conocimiento (Cuadro 3.4).

<b>1. Académica</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Movilidad de personal (empleo de graduados en I+D, intercambio de personal, o formación a empresas).</li> <li>▪ Personal staff o estudiantes de institutos participando en proyectos de I+D de las empresas.</li> <li>▪ Cursos o programas de enseñanza conjunta.</li> <li>▪ Proyectos doctorales o tesis entre universidades y empresas.</li> <li>▪ Cursos especializados o programas de entrenamiento de institutos para empresas de sectores específicos.</li> <li>▪ Entrenamiento a estudiantes en el lugar de trabajo.</li> <li>▪ Años sabáticos.</li> <li>▪ Personal universitario activo en equipos consultivos de empresas, o personal de empresa activo en cuerpos de investigación de universidades.</li> <li>▪ Creación de Spin-offs</li> </ul>
<b>2. de Investigación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proyectos de investigación conjuntos.</li> <li>▪ Patentes.</li> <li>▪ Publicaciones conjuntas en "journals" científicos o artículos en revistas e intercambio de publicaciones.</li> <li>▪ Investigación a través de la cooperación (a partes iguales o financiado por el sector privado).</li> <li>▪ Consorcios de investigación (una universidad, varias empresas).</li> <li>▪ Contratos de investigación.</li> <li>▪ Parques de investigación (cooperación en I+D, interacciones informales, uso conjunto de infraestructura técnica, contratos de I+D para el sector empresas).</li> </ul>
<b>3. de Consultoría</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Capacitación, consultoría, o enseñanza específica a personal del sector empresas.</li> <li>▪ Servicios de oficinas de transferencia.</li> </ul>
<b>4. de Infraestructura</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Laboratorios conjuntos</li> <li>▪ Asociaciones industriales</li> <li>▪ Uso de instalaciones técnicas en universidades o empresas (desarrollo de prototipos, fabricación, pruebas).</li> </ul>
<b>5. Financiera</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Financiación por terceras partes a centros de investigación</li> <li>▪ Licencias, o compra de prototipos e IPR (Intellectual Property Rights).</li> <li>▪ Donaciones físicos o financieras a las universidades</li> </ul>
<b>6. Informal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contacto con personal experto en el sector empresarial.</li> <li>▪ Conferencias, exhibiciones y "workshops".</li> <li>▪ Contactos informales (teléfono, e-mail, etc.).</li> <li>▪ Visitas a instalaciones o demostraciones técnicas.</li> <li>▪ Revisión de publicaciones académicas, o patentes.</li> </ul>

Cuadro 3.4: Formas de transferencia de tecnología y conocimiento.  
(Fuente: Fuente: Bozeman, 2000; OECD, 2002a; Santoro & Chakrabarti, 2002)

En definitiva, lo que ha cambiado en esta década es el papel de la universidad, pues ya no se enseña de manera aislada. Dicho papel debe ser reenforcado para tomar un papel más activo en el campo cada vez más complejo del desarrollo económico, cubriendo un amplio portafolio que cubre desde la I+D aplicada y básica, la consultoría y los servicios comunitarios, hasta el entrenamiento especializado, aprendizaje a distancia y la formación de empresas de base tecnológica. Mientras se mueve hacia una conveniente "universidad empresarial", las empresas se mueven hacia una conveniente "empresa de aprendizaje" (Lalkaka, 2002).

### 3.6. Otros enfoques representativos de colaboración

De acuerdo a Feldman (Feldman & Stewart, 2006), la mayoría de los autores concluyen que la colaboración es el elemento clave para la mayoría de las nuevas estrategias industriales de producción. Así, gran parte de la literatura puede reducirse en tres temas recurrentes e interrelacionados:

1. Ha habido una proliferación de sociedades de producción y acuerdos inter-empresariales en muchas industrias, y de manera particular en sectores de alta tecnología tales como el electrónico (referencias). Estas nuevas estrategias corporativas, de acuerdo a algunos autores, son la respuesta a la competencia global, el rápido avance tecnológico y las estructuras cambiantes del mercado que requieren las empresas para ser tanto innovadoras como competitivas.
2. Si bien las PYMEs son importantes en la economía nacional, éstas se encuentran restringidas tanto por las condiciones internas como las externas (limitada información de mercado, financiamiento inadecuado y escasez de trabajo). Además encaran retos críticos en un entorno económico inestable (referencias). Frente a una economía global incierta, la colaboración entre las empresas se ha vuelto un mecanismo a través del cual las PYMEs pueden sobrepasar algunos de sus problemas y sobrevivir.
3. Debido a la creciente importancia de las redes y las colaboraciones inter-empresas para la supervivencia de las PYMEs, algunos autores han sugerido que las políticas y los programas públicos deberían poner a las empresas juntos (referencias). Especialmente políticas que favorezcan la creación de ligas entre las PYMEs y las grandes empresas.

No obstante, las dificultades para establecer y mantener las relaciones de colaboración entre las empresas, han mostrado los límites en el grado y la duración de la colaboración inter-empresas. Intereses comunes, experiencia complementaria, y la buena voluntad son los ingredientes importantes para establecer y mantener los arreglos de colaboración con otras organizaciones (Harrigan, 1988).

#### **Las redes y los clusters de conocimiento.**

Las economías de las naciones y las empresas descansan cada vez más en la difusión y uso del conocimiento (además de su creación). Por tanto, el éxito de las empresas, y de las mismas economías como un todo, dependerá de su efectividad en la captación, absorción y utilización del conocimiento, además de su creación.

Una manera de promover el conocimiento científico, es a través de nuevas combinaciones del acervo actual de conocimientos. De hecho, un intercambio es un requisito esencial para combinar los conocimientos que se encuentran incorporados en diferentes individuos. Por lo tanto, las nuevas combinaciones pueden ser creadas a través del intercambio y la combinación de diferentes tipos de conocimientos o por la combinación de los mismos elementos del conocimiento en una nueva forma (Grant, 1996; Nahapiet & Ghoshal, 1998). Si bien, históricamente dichas combinaciones de conocimiento tenían lugar en la cabeza de los inventores o los genios, hoy en día, el acervo actual de conocimiento tiende a ser tan especializado que se requiere de una diversidad de conocimientos para que las mayores innovaciones puedan ser alcanzadas cuando dos o más expertos combinan sus diferentes acervos

de conocimiento y crean una nueva base de conocimiento parcialmente compartida (Grant, 2006). No obstante, el conocimiento de diferentes individuos no puede ser intercambiado, combinado y compartido fácilmente.

Las redes son un mecanismo para la difusión de la innovación y el conocimiento, que por medio de la colaboración y la relación interactiva se convierte no sólo en un medio para crear recursos, sino un factor esencial que permite el progreso técnico. De hecho, este concepto se utiliza de una manera cada vez más intensa y variada y es susceptible de muchos usos y definiciones. Puede concebirse como una estructura compuesta por varios elementos (individuos o grupos) que tienen relaciones entre sí con mayor o menor grado de interdependencia, o como una modalidad de coordinación diferente de la instaurada, ya sea por el mercado o por la jerarquía prevaleciente dentro de una organización. La red adopta una forma de conducción que generalmente es colectiva y no puede asimilarse a las decisiones individuales e intencionales de uno solo de sus miembros. Su utilidad aumenta a medida que se incorporan nuevos miembros o "abonados" y se dinamiza la relación entre ellos (Béjean & Gadreau, 1997).

Una EBC es, en efecto, una jerarquía de redes, conducidas por la aceleración de la tasa de cambio y la tasa de aprendizaje, donde la oportunidad y capacidad para tener acceso y unir las relaciones de conocimiento intensivo y aprendizaje intensivo determina la posición socioeconómica de los individuos y las empresas. Las empresas deben ser organizaciones de aprendizaje, gestionar la adaptación continua, una organización y contar con las habilidades para albergar nuevas tecnologías y aprovechar las nuevas oportunidades. Tales empresas deberán estar unidas cada vez más en redes, en donde el aprendizaje interactivo involucra a los creadores, productores y usuarios en la experimentación e intercambio de información que conduce la innovación (Houghton & Sheehan, 2000).

Para las empresas, más allá del conocimiento interno de las mismas, la apropiación de los conocimientos externos, en particular en el caso de las PYMEs, requiere cierta articulación, cuya forma más eficiente es el establecimiento de redes de empresas. El acierto en la formación de estas redes estriba en definir adecuadamente en relación con las condiciones locales, las características de las empresas participantes, para determinar los intereses comunes que permitan un proceso de aprendizaje colectivo (Arriola, 2004):

- El sector o sectores incorporados,
- La dimensión de las empresas, balanceando la relación entre las grandes, pequeñas y medianas empresas, la autonomía o subsidiaridad de los procesos productivos,
- El número de participantes, y
- La participación de agentes o instituciones externas, en calidad de árbitros, motivadores/dinamizadores.

Así, las redes de empresas (y los clusters geográficos) son elementos particularmente importante de la economía del conocimiento. Las empresas necesitan inevitablemente trabajar cada vez más con otras empresas e instituciones en alianzas de base tecnológica, debido al creciente coste, el aumento de la complejidad y la ampliación del alcance de la tecnología. Muchas empresas se están convirtiendo en corporaciones multi-tecnológicas ubicadas alrededor de centros de excelencia en diferentes países. A pesar de la mejora en la capacidad de



la comunicación global, las empresas cada vez más se encuentran co-ubicadas (físicamente) porque es la única manera efectiva de compartir el entendimiento (conocimiento tácito) (DTI, 1999).

En los últimos años se está dando un mayor énfasis a las redes informales (redes sociales) que aportan la conexión entre los elementos del SI, que facilitan la transferencia de conocimientos, en especial de los conocimientos tácitos, poco codificados. Este tipo de redes son un sustituto tanto de las redes formales como de la integración organizativa, y reflejan el hecho de que tanto científicos como tecnólogos son miembros de una comunidad común con una educación común respecto a los métodos de aproximarse a la resolución de problemas (Lundvall, 1988)<sup>5</sup>. Si bien la literatura especializada señala las ventajas de las redes informales y flexibles sobre las redes jerárquicas y formales en su capacidad innovadora, existe una desventaja en una red informal: una mayor propensión al desarrollo de prácticas oportunistas por parte de los agentes involucrados en la red, que debilita el mecanismo de apropiabilidad y vulnera la estabilidad de los vínculos. Sin embargo, la presencia de lazos de confianza entre los miembros contrarresta esta propensión (Jaso, 2003).

Con todo esto, hay que tomar en cuenta los costes y el tiempo requeridos para el establecimiento de las redes, y el coste de oportunidad de establecer acuerdos formales de colaboración, con los cuales las redes informales pueden entrar en conflicto.

#### **Las alianzas de aprendizaje.**

Las alianzas de aprendizaje (también denominadas alianzas tecnológicas) difieren de la colaboración al compartir los costes y dispersar los riesgos a través de las organizaciones. Es el vínculo tecnológico de colaboración que establecen las empresas con la finalidad de alcanzar una meta basada en intereses comunes y expectativas mutuas. No obstante, la primera motivación para unirse en una alianza de este tipo es ganar acceso a nuevo conocimiento el cual es procesado y transformado en un activo competitivo. Para Richardson (2001), desde el punto de vista de la transferencia de la tecnología "raramente es reducible a la simple transmisión de información, consiste también en experiencia y habilidades. Es más "saber cómo" que "saber qué". Cuando una empresa acuerda proveer tecnología a otra, en general no sólo provee la licencia sino también da asistencia técnica, dibujos, diseños y herramientas. Esta etapa de la relación entre las empresas comienza a ser claramente de cooperación y aunque en un inicio hay uno que "dá" y otro que "recibe", el desarrollo posterior conduce a un intercambio más igualitario de asistencia y de acuerdo común de patentes, Los acuerdos de esta clase forman una parte importante de las redes de cooperación y afiliación por las cuales las empresas están relacionadas".

Como cualquier otra forma de acción colectiva, una alianza de aprendizaje está sujeta al comportamiento oportunista de una o más de sus miembros. En una situación competitiva, un miembro puede tratar de aprender más rápido que otros miembros, y de esta manera dejar la alianza después de haber ganado nuevas habilidades sin transmitir sus propias habilidades a los otros miembros. Así, una colaboración trans-organizacional puede degenerar en una

---

<sup>5</sup>No obstante, no se puede olvidar el aspecto de la cultura y los valores que persigue la ciencia pública y la industria privada (Leer 1996).

“carrera de aprendizaje” en la cual cada socio intenta maximizar el conocimiento ganado, y minimizar el conocimiento que comparte con los otros (Khanna et al., 1998). Algunos ejemplos de diferentes formas de cooperación inter-empresas son los siguientes:

- Inversiones conjuntas (joint ventures) en I+D,
- Pactos de investigación y desarrollo conjuntos,
- Acuerdos de desarrollo conjunto,
- Activos complementarios compartidos,
- Establecimiento conjunto de instalaciones (especialmente centros de prueba),
- Intercambio de información tecnológica (licenciamiento cruzado),
- Acuerdos de asistencia técnica recíproca,
- Provisión de entrenamiento e intercambio personal,
- Coordinación de actividades de círculos de calidad y mejora de productividad,
- Co-producción, y
- Subcontratación de I+D.

La aplicación de otros enfoques para la colaboración y facilitación de la creación, transformación y uso del conocimiento entre las organizaciones dependen en gran medida del nivel de análisis sobre cual se desea gestionar el conocimiento (relaciones interpersonales, relaciones interorganizacionales, redes organizacionales o regiones (Cuadro3.5).

#### **Las fusiones y adquisiciones.**

Un modelo híbrido, el cual no ha sido muy estudiado desde la perspectiva de la investigación en la transferencia del conocimiento, es el que se da a través de las fusiones y las adquisiciones. Sin embargo, una razón de las razones clave para adquirir o fusionarse con otras empresas ha sido a menudo adquirir el acceso a los conocimientos de las empresa adquirida, y transferir estos (conocimientos) a otras partes de la empresa. En particular, la gran velocidad de la competencia en muchas industrias hace parecer que el crecimiento de las organizaciones consume demasiado tiempo. De hecho, muchos directores consideran que la adquisición de una empresa, es una manera atractiva de ampliar el conocimiento base de la empresa rápidamente. No obstante, dicha forma de transferir el conocimiento no se encuentra exenta de problemas; ya que esta es dependiente en gran medida del nivel de integración de la unidad adquirida, y muy a menudo los procesos de integrar de una manera firme las unidades adquiridas fallan (Haspeslagh and Jemison 1991)(Jemison y Sitkin 1986).

Barkema y Vermeulen (1998) afirman que el proceso de transferencia de conocimientos a través de las adquisiciones es muy distinto de los procesos bajo otros modos de administración, debido a la rápida evolución de las relaciones entre ambas partes. Mientras, muchos de los facilitadores de la transferencia de conocimientos son probablemente los mismos (tacticidad del conocimiento, etc.), Se puede esperar que su importancia relativa y el proceso mismo cambien significativamente con el tiempo, al mismo tiempo que la integración de la adquisición en su curso. Y si bien en general se requiere de una inversión económica importante, al mismo tiempo se obtiene una autonomía y dominio importante sobre el conocimiento y la tecnología. Dentro de la principales razones identificadas que pueden llevar a cabo un proceso de fusión/adquisición de empresas se encuentran:

Redes Industriales		Redes Sociales		Sistemas de innovación/ Clusters industriales		Alianzas para aprendizaje	
<b>Objeto de Análisis</b>	Redes Indeterminadas Recursos, actividades, actores	Individuos y sus vínculos a otros individuos	Grupos de organizaciones - a menudo cubricados geográficamente	Empresas / Gestión	Diadas		
<b>Naturaleza de la empresa</b>	Entidad incrustada en una red de dependencias reciprocas	Domicilio de actores en red	Pequeña pieza de un sistema de creación de información e intercambio	Entidad Independiente en competición con otros			
<b>Límites centrales y sus características</b>	Los límites organizacionales son permeables y vinculables en relaciones confiables Los límites de la red son confusos y parcialmente contruidos socialmente	Los límites organizacionales son menospreciados Los límites de la comunidad son claros. Definen diferente identidad, cultura, lenguaje...	Los límites organizacionales son permeables y vinculables en relaciones confiables Los límites del cluster definen una distintiva "identidad de comunidad industrial"	Los límites organizacionales son importantes y fuertes, definidos por la entidad legal Los límites definen diferentes intereses organizacionales, culturas, visiones del conocimiento			
<b>Beneficiario de trabajo de conocimiento interorganizacional</b>	Redes / "sociedad"	Persona / "profesión"	Regiones geográficas / "nación" / política (empresa)	Empresas / "propietarios"			
<b>Conductor de cooperación</b>	Lógica inherente de la creación del valor Explotación de recursos complementarios	Conocimiento individual / requiere información; Identidad en comunidad de interés / profesión	Lógica de la creación del valor - la interacción soporta la creación de innovación / conocimiento	Competición - la interacción proporciona ventaja competitiva			
<b>Mecanismo integrador en Cooperación</b>	Actividades / comprensión mutua de interdependencia debido a recursos complementarios Confianza	Identidad común en profesión/comunidad de interés	"Identidad de la comunidad industrial"	Contrato / beneficio mutuo			
<b>Características del Conocimiento</b>	Incrustada en relaciones y actividades de la red	Tácito, habilidades, identidad, incrustado en la comunidad	Incrustada en personas y relaciones	Realizado por personas y objetos			
<b>Dimensiones del Conocimiento</b>	Interacción de la red y tipos de relaciones: técnicas, basadas en el tiempo, basadas en conocimiento, legales, y/o económicas. Horizonte de la red	Enfocada en las dimensiones de la red - centralidad, huecos estructurales, etc. El conocimiento es multidimensional e incrustado en acción. Tácito / explícito	Información (compartir)	Tácito / Explícito Complejo/simple Explotación/exploración			
<b>Visión de aprendizaje</b>	Desarrollo	Evolución/ aculturación/ socialización Ciclo simple	Enfocada en resultados: Innovación Aprendizaje colectivo	Acceso - Adquisición - creación de conocimiento en conjunto			
<b>Habilitadores de trabajo de conocimiento interactivo</b>	Posición de la red por ejemplo, central vs. Periféricos El horizonte de red y la competencia de red influyen en la adaptación/yo acción estratégica	Dentro de la red: Confianza, relaciones reciprocas, identidad/lenguaje común Entre las redes: objetos limite, agente de conocimiento, colaboración	Intermediarios Estructura de negocios Oportunidades para construcción de relaciones y confianza	Características relacionales Características de conocimiento Capacidad absorptiva			

Cuadro 3.5: Enfoques representativos de colaboración.  
(Fuente: Blomberg & Werr, 2006)

- Compartir riesgos al acometer proyectos innovadores, disminuyendo el grado de incertidumbre intrínseco a los procesos basados en la I+D,
- Efectuar uniones con la intención de concentrar recursos, activos y conocimientos complementarios que permitan obtener sinergias y posicionamientos en el mercado,
- Incorporarse a mercados internacionales, superando barreras tanto administrativas como de conocimiento de mercado,
- Producir o comercializar nuevos productos, diversificar la actividad de la empresa,
- Limitar la competencia a través de una notoria presencia en el mercado,
- Conseguir tecnología y "know-how", ya desarrollado,
- Mantenerse dentro del sector de actividad, tras un periodo de dificultades,
- Reducir costes en algunos tipos de operaciones,
- Aumentar la rentabilidad de la compañía.

### 3.6.1. Las organizaciones de soporte tecnológico.

Otro tipo de organizaciones que fortalecen los procesos de cooperación y transferencia de conocimiento y al mismo tiempo sirve de catalizadores de los mismos procesos son las denominadas Organizaciones de Soporte Tecnológico (OST) -RTOs por su siglas en inglés- llamadas también llamadas "Organizaciones Intermediarias".

Dichas organizaciones contribuyen a superar los obstáculos a los procesos de transferencia de conocimiento; y de hecho confirman la necesidad de contar con este tipo de organizaciones, al fortalecer los canales de comunicación y procesos dinámicos de innovación, resultando claves en la animación de las redes de innovación. Las llamadas OST actúan de puente entre las universidades (incluyendo centros de investigación) y las empresas, al difundir los resultados de las primeras en forma de productos y aplicaciones. Por ello, constituyen un socio muy adecuado para las universidades cuando éstas ofrecen tecnologías de proceso, ya que además de ser las que realmente están capacitadas para realizar las etapas ulteriores de desarrollo y para continuar en el futuro mejorándolas y adecuándolas a los diferentes tipos de clientes, consiguen una mayor amplitud en la difusión de los resultados, cosa que, en principio, una entidad pública debería buscar (Fernández de Lucio & Castro, 2001).

El papel de las OST dentro de los SI es de un valor preponderante para la innovación exitosa. Sin embargo, el papel de tales organizaciones generalmente ha sido infravalorado o incomprendido. El interés en el papel de dichas organizaciones en los procesos de innovación ha emergido debido a un destacado número de diferentes estudios de diferentes campos de investigación sobre los últimos veinte años (Watkins & Horley, 1986; Callón, 1992; Bessant & Rush, 1995; Stankiewicz, 1995; Lynn & Aram, 1996; Fernández de Lucio & Conesa, 1996; Hargadon, 1998; Howells, 1999*b*; Provan & Human, 1999; Pilorget, 1993) (Hargadon, 1997; Czarnitski & Spielkamp, 2000; Wolpert, 2002). Otros estudios por otra parte, hacen evidente que la presencia o ausencia de este tipo de organizaciones en un entorno suficientemente desarrollado es indicativo de la tasa de innovación de un área (Gemunden et al., 1992; Rothwell & Dodgeson, 1993; Mustar, 1994).

La literatura acerca de los SI ha reconocido la existencia de este tipo de organizaciones. No obstante, su estatus ha sido relegado a un nivel inferior al de las universidades y los centros de investigación básica. Dichas organizaciones aportan en las economías avanzadas la tecnología y el conocimiento que requieren y colaboran de forma activa con todos los agentes del SI para mejorar la eficacia de los recursos puestos en juego. Dentro de los mismos SI, estas organizaciones son un factor fundamental, ya que contribuyen a aumentar la competitividad de las empresas y con ello a crear riqueza y generar empleo.

Intentar definir a las RTOs es una cuestión difícil debido a la gran tipología de organizaciones, sus propósitos y configuraciones a través de los países. En algunos casos son públicas o semi-públicas, otras son privadas o se encuentran subsidiadas a través de los fondos de gobierno. El rango de tareas de dichas organizaciones va desde la predominantemente I+D, hasta la transferencia tecnológica y la investigación aplicada.

Uno de los esfuerzos más significativos en este contexto es el desarrollado por Fernández de Lucio y Conesa (1996) en su trabajo acerca de los SNI, al desarrollar el término denominado "Entorno Tecnológico". Fernández de Lucio y Conesa definen al entorno tecnológico (y de Servicios Avanzados) como: "aquel entorno que agrupa a las empresas de bienes de equipo y de servicios avanzados para empresas, Ingeniería, Consultoría, de Ensayos, Normalización y Homologación y, por último a los Centros y Asociaciones Empresariales de Investigación. Siendo su función principal la de desarrollar "Tecnologías" y Servicios que ponen a disposición de las otras empresas productivas para que estas puedan elaborar productos y servicios innovadores. Dicho entorno tiene un notable efecto multiplicador y difusor de las innovaciones tecnológicas. Con frecuencia, la innovación implica actividades de creación colectiva, que a menudo se formalizan mediante acuerdo de cooperación entre los elementos del SI, produciéndose un aprendizaje por la interacción, del mismo modo que existe un aprendizaje por la práctica.

El papel de las RTOs y los procesos de intermediación también han sido explorado en el contexto de las actividades de los servicios y la innovación de servicios, en particular en relación al crecimiento de las llamadas Empresas de Servicios Intensivas en Conocimiento ("KIBS" por su siglas en inglés) (O'Farrell & Moffat, 1991; Miles, Kastrinos, Flanagan, Bilderbeek, den Hertog, Huntink & Bouman, 1994; O'Farrell & Wood, 1999), (Bilderbeek & den Hertog, 1998; Miles, 2000; Bettencourt, Ostrom & Brown, 2002; Wood, 2002).

Bildebeek y den Hertog definen a las KIBS como: i) empresas u organizaciones privadas, ii) altamente dependientes del conocimiento profesional (ejem. conocimiento o maestría relacionada a una disciplina (técnica) o dominio funcional (técnico) específico, y iii) suministrando productos y servicios intermedios que son basados en el conocimiento.

El énfasis aquí es acerca de la naturaleza privada de dichas empresas como proveedores de servicios relacionados al mercado y en su relativa cercanía tanto a la investigación aplicada, como a las empresas innovadoras el cual puede involucrar funciones cruciales (pero en gran medida ocultas) para facilitar el cambio innovador de las mismas empresas (Bessant & Rush, 1995; Wood, 2002). Sin embargo, en algunos países en donde las organizaciones de soporte tecnológico han sido privatizadas en gran medida, existe un considerable traslape

entre estos dos tipos de organizaciones en términos de su posición privada/pública y la generación/aplicación del conocimiento. Esto significa que existen tanto RTOs como KIBS en conocimiento compartiendo un amplio rango de funciones dentro de un país, aunque estas puedan operar desde diferentes marcos institucionales.

Dodgson y Bessant (1996) indican el tipo de actividades de enlace que pueden ser desarrolladas por estas organizaciones (RTOs y KIBS) (Cuadro 3.6).

Necesidades del Usuario	Actividad enlazadora	Parte de Proveedor
•Tecnología	•Articulación de necesidades específicas •Selección de opciones apropiadas	•Fuentes de tecnología
•Capacidades y recursos humanos	•Identificación de necesidades •Selección •Entrenamiento y desarrollo	•Mercado Laboral •Recursos de entrenamiento
•Soporte Financiero	•Estimación de inversión •Realización un caso de negocio	•Fuentes de capital de empresas financieras, bancos, gobierno, etc.
•Negocios y estrategia de innovación	•Identificación y desarrollo •Comunicación e implementación	•Amenazas y señales del entorno, oportunidades, etc.
•Conocimiento relacionado a nueva tecnología	•Educación, información y comunicación •Localización de fuentes clave de nuevo conocimiento •Ligas de enlace con el sistema de conocimiento externo	•Ejemplos de la mejor práctica •Base de conocimiento emergente
•Implementación	•Gestión de proyecto •Gestión de recursos externos •Entrenamiento y desarrollo de capacidades •Ligas de enlace con el sistema de conocimiento externo	•Recursos especializados

Cuadro 3.6: Actividades de enlace en los procesos de transferencia.  
(Fuente: Dogson y Bessant, 1995.)

Otro tipo de funciones son las remarcadas por Howells, afirmando que además este tipo de funciones podrían ser divididas aún más en otro tipo de actividades más específicas (Howells, 2006):

1. Prospectiva y diagnóstico
2. Escanéo y procesamiento de información
3. Procesamiento, generación y combinación de conocimiento
4. Gestión y negociación
5. Prueba, validación y entrenamiento
6. Acreditación
7. Arbitraje y Regulación

8. Protección de resultados de la propiedad intelectual
9. Comercialización
10. Valoración y evaluación

En última instancia, no existe un modelo único de organización ni en sus funciones, ni en su forma de gestión y estructura jurídica. En cualquier caso, se puede afirmar que las diferentes tipologías se encuentran directamente relacionadas a los factores socioeconómicos, políticos y culturales de los entornos en los que se han desarrollado.

### 3.7. El papel de la Administración Pública en la innovación y la transferencia de conocimiento científico-tecnológico

Si bien, la innovación depende del conocimiento, las habilidades y la creatividad de las personas que la desarrollan, la administración pública tiene un importante papel en la creación de las mejores condiciones posibles para la innovación, y desarrollo de un rango significativo de instrumentos públicos que son esenciales para la dinámica e innovadora economía del conocimiento, incluyendo una fuerte base científica, de ingeniería y tecnológica, incentivos para la transferencia del conocimiento, y altos estándares de educación (DTI, 2003).

En general, los gobiernos de todo el mundo, pero en particular de los países desarrollados, creen que la composición o estructura de su economía es importante. En consecuencia, ellos han demostrado un alto grado de imaginación a la hora de seleccionar sus mecanismos diseñados para apoyar a las industrias de alta tecnología. Y de hecho, para apoyar a las industrias y las empresas basadas en las nuevas tecnologías muchos gobiernos han desarrollado programas e incentivos a la I+D. Por ejemplo, algunos países proveen el mayor apoyo financiero directamente a las empresas nacionales. En algunos casos, esto se realiza de manera abierta, a través de importantes subvenciones directas, préstamos, garantías de préstamos, e inversiones en capital público. En otros casos, el apoyo es realizado de manera menos transparente a través de mecanismos tales como el aplazamiento de pago de impuestos, ayudas regionales, capacitación al trabajador, o desarrollo de infraestructuras. Algunos países emplean también un amplio rango de políticas comerciales, que van desde las regulaciones al comercio desarrolladas para proteger los productos nacionales de la competencia externa; hasta la disminución de impuestos con el fin de estimular las exportaciones de algunos productos nacionales seleccionados. El creciente reconocimiento del rol que juega la ciencia y las industrias de alta tecnología en el crecimiento económico ha llevado a muchos gobiernos a proveer importantes fondos a la I+D para las empresas de especial interés. En suma, muchos países han incrementado sustancialmente sus gastos nacionales en I+D (Wessner, 2003).

Por parte de los SNI, los numerosos estudios llevados a cabo dentro de esta perspectiva reconocen la importancia que tiene el gobierno en el desarrollo de las condiciones para la innovación. Su ámbito de actuación se expresa en la conformación de la estructura del sistema (cantidad y características de los actores) y en el tipo de acciones que dichos los elementos deben desarrollar. Las actuaciones del gobierno generalmente se desarrollan en diferentes niveles, pudiendo diferenciarse de manera vertical o territorial (local, regional, nacional, o supranacional) y horizontal o sectorial. Para cada uno de estos niveles se desarrollan

instrumentos específicos que son parte de las políticas industriales científicas, tecnológicas y de innovación y forman parte de manera indirecta de su políticas económicas, educativas, fiscales, laborales, y medioambientales entre otras (Conesa, 1997).

De tal manera que, el gobierno i) ofrece los recursos necesarios para que los elementos del SI puedan desarrollar las innovaciones y ii) contribuye a la gestión de aquellos factores que inciden en la capacidad innovadora de un territorio determinado. Adicionalmente participa en la gestión de aquellos factores intangibles (institucionales) que condicionan la existencia de un clima favorable para la innovación tales como i) el cambio cultural, ii) el clima social, y iii) el clima económico requerido para el buen desarrollo de un SNI (Valenti, 2000).

Sin embargo, el grado de involucramiento del gobierno, justamente, en la gestión del sistema puede ser determinante para la evolución y cambio cultural del SNI. Una implicación excesiva del gobierno puede dar lugar a un SNI intervenido con una dinámica de funcionamiento alejada del sistema participativo deseado (Conesa, 1997). No obstante, la intervención del gobierno en los SNI puede llegar a ser decisiva, pues de la misma dependen el desarrollo de las infraestructuras, el financiamiento del sistema educativo, el desarrollo de la investigación básica en el medio universitario y en las instituciones científicas públicas y la promoción y apoyo en las privadas. Codifica la legislación que protege la innovación, lleva a cabo acciones correctivas de las fallas del mercado, promueve la investigación básica en el seno de las empresas privadas, estimula y organiza la cooperación entre las empresas (la constitución de redes) y entre el sistema productivo y el sistema científico y tecnológico (Guerra, 2005). Albers e Hidalgo (2003) afirman que, en general existe un consenso sobre la necesidad de reforzar la transferencia de tecnología desde los generadores hacia los consumidores o usuarios de la mismas. El proceso de transferencia de tecnología es inherente a la dinamización de los SI y los gobiernos y las agencias públicas llevan a cabo diferentes clases de programas para promover este proceso.

Desde el punto de vista del conocimiento, cualquier gobierno que tenga por objetivo desarrollar un SNI como parte integral del sistema económico, debe tener en cuenta la necesidad (del sistema) de aprender a innovar, al absorber, transferir y generar conocimiento. Tales factores son en definitiva los componentes centrales de cualquier estrategia dirigida hacia la innovación basada en el conocimiento, permitiendo con esto asegurar un desarrollo competitivo. Dicha estrategia deberá estar orientada hacia el desarrollo de la capacidad de los elementos que conforman el sistema de aprendizaje, y a partir de ella, estar en condiciones de adaptar, crear y enseñar. En este sentido la OECD (1999) otorga a los gobiernos un nuevo papel dentro de los SI al señalar que dichas instituciones deberían incluir entre sus nuevas tareas:

- Reorientar los objetivos específico y adaptar los instrumentos de la política en materia de tecnología y de innovación.
- Establecer las condiciones-marco propicias para la innovación.
- Crear un clima propio para los negocios, la investigación y la educación, y animar a las empresas a adoptar prácticas ejemplares en materia de gestión de la innovación, y de las actividades comerciales.
- Ampliar la perspectiva de los programas de difusión de tecnología a fin de incluir los elementos que refuercen las capacidades de empresas individuales para identificar,



obtener, y ampliar las nuevas técnicas y los nuevos conocimientos.

- Ampliar la difusión de la tecnología mediante los servicios de divulgación, las redes de información, los programas de demostración y comparación y mediante la asistencia técnica además de programas públicos de reparto de costes de transacción tecnológica con las industrias.
- Favorecer la constitución de redes y clusters.
- Favorecer el acceso de las empresas a los servicios de fuerte intensidad de saber.
- Mejorar la eficacia de los programas de ayudas financieras.
- Favorecer la comercialización.
- Estimular la expansión de los centros de innovación sectoriales existentes en el territorio.
- Reforzar la cooperación internacional en materia de I+D.

### **Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCyT+i).**

El fenómeno actual de aumento de las barreras proteccionistas (principalmente en los países de la OECD), el establecimiento de las regulaciones para acceder a la tecnología conocimiento-intensivo, las presiones para abrir a las importaciones los mercados de las economías periféricas sin contrapartidas, entre otros fenómenos, justifica la acción de la política económica y una considerable intervención de los gobiernos nacionales en los mercados con políticas explícitas o implícitamente proteccionistas, a través de subsidios o licitaciones públicas restringidas, realización de infraestructura y apoyo institucional, y una estrategia de largo plazo de cooperación y planificación entre los gobiernos nacionales y las grandes empresas para desarrollar las capacidades tecnológicas. Si bien es cierto que las políticas tecnológicas y las políticas industriales (y de innovación) afectan en mayor medida y en forma directa la capacidad innovadora de un país concreto, es necesario recalcar la gran importancia entre las distintas políticas económicas que posee la estrategia global de desarrollo económico-social de un país específico, ya que sirve de guía general, referencia obligada y elemento cohesionador de las distintas políticas económicas (Arriola, 2004).

Por otra parte, y en línea con lo anterior, la necesidad del progreso científico afecta a todos los ámbitos de acción política, en cuanto a que todas las materias precisan y dependen en buena medida del mismo (industria, energía, comunicaciones, sanidad, agricultura...). La política de Ciencia y Tecnología puede ser definida como una política horizontal que contribuye al desarrollo de las distintas políticas sectoriales y en especial al desarrollo económico.

De hecho, como se ha podido observar en múltiples informes, existe una clara interdependencia entre la inversión en I+D y la producción e innovación tecnológica de un Estado. Por lo tanto, cualquier nación que carece de una adecuada política de I+D debe pagar por las patentes que precise y depende económicamente de otras naciones, lo que hace que sus productos no sean competitivos en los mercados; desde esta perspectiva un incremento en la inversión en I+D, sobre todo en el ámbito empresarial, traería consigo una mayor rentabilidad. Consecuentemente, un país que aspire a mantener cierta capacidad tecnológica deberá (Arriola, 2004):

- Producir tecnología nacional en la cantidad y calidad necesarias,
- Ser capaz de definir el flujo tecnológico más apropiado para cada sector, y

- Controlar la tecnología importada en todas las etapas de su incorporación al flujo, es decir, en la elección, la negociación de los términos de su adquisición y la posterior utilización en la estructura productiva.

Por lo tanto, planificar, producir y gestionar son las tres condiciones de una política científica y exitosa. De hecho, las políticas en materia de I+D deben contemplar distintos aspectos, entre los que se pueden incluir los siguientes:

- El establecimiento y refuerzo de las estructuras y mecanismos de gobierno y administración relativas a la planificación, presupuestos, coordinación, gestión y promoción de las actividades científicas y tecnológicas,
- El conocimiento de los datos sobre potencial científico y tecnológico, incluidas las líneas de investigación que se están siguiendo, con el fin de orientar el desarrollo científico posterior y crear la infraestructura institucional necesaria para la ciencia y la tecnología,
- La inclusión dentro del Presupuesto del Estado de partidas específicas para investigación, y
- La promoción del proceso de innovación en cuanto que éste ha de reflejarse en la economía nacional.

Un panorama de dichas políticas de asignación de recursos se muestra en los Cuadros 3.7 y 3.8. En todos estos países, existe un fuerte compromiso a estimular la I+D en áreas clave y dentro de prioridades sectoriales. Existen estructuras claras para el asesoramiento y la formulación en materia de políticas, y estructuras institucionales que aseguren que las políticas pueden aplicarse de una manera efectiva, a través de los programas y las iniciativas dentro de las estructuras de desarrollo de la I+D en el sistema científico (Harding, 2003).

Las políticas nacionales, por su capacidad de actuación sobre el marco legal, regulatorio, de competencia, y fiscal, desempeñan un papel fundamental en la creación de un entorno macroeconómico estable que fomente la innovación y el crecimiento de una economía. El diseño y ejecución de acciones de política coordinadas e interdependientes contribuyen sin duda, a mejorar el funcionamiento de los SI. Sin embargo, los ámbitos regional o local resultan determinantes para garantizar el éxito o el fracaso de las acciones implementadas (Fernández de Lucio, Rojo & Castro, 2003). Desde el punto de vista de la tecnología, el objetivo último de la política tecnológica es que cada país construya una capacidad propia que permita tener una tecnología más adecuada a sus propios fines (culturales, científicos, sociales y económicos).

No obstante, en la coyuntura actual, se complica cada vez más la asimilación y la transferencia tecnológica de los países no generadores de tecnología (el denominado "catching-up tecnológico"); ya que la adopción de los nuevos paradigmas productivos y organizativos, aumenta el nivel de competitividad internacional que las empresas de los países menos dinámicos deben alcanzar para entrar en los mercados dinámicos mundiales. Incrementar la capacidad exportadora nacional y mejorar las tasas de cobertura del mercado doméstico significa incorporar en los bienes con más valor agregado conocimientos "intangibles", trabajo de alta calificación técnica, mayores servicios y desarrollar capacidades de marketing (Arriola, 2004).

Prioridad de política (2001/2)	Mecanismo de formulación	Mecanismo de implementación
<b>Australia</b> Investigación de Educación Superior, biotecnología, tecnologías emergentes de comercialización, centros de investigación cooperativa, instalaciones principalmente de investigación nacional (ciencia básica)	Ministerio principal de ciencia, Consejo de Ingeniería e Innovación, Científico en Jefe, Comité de Coordinación en Ciencia y Tecnología	Departamentos gubernamentales, Consejos de Investigación, cuatro Organizaciones de investigación científica y tres proveedores de servicio científico; universidades; Junta de Industria de I+D; programas y agencias  Fondos VC; niveles aumentados de inversión y concesión de impuestos de I+D
<b>Canadá</b> Realce y ampliación de redes internacionales de I+D; Moderadores de investigación; Investigación de genoma; Física subatómica; biotecnología, becas escolares y becas de tesorería; tecnologías ambientales	Consejo de asesores en Ciencia y Tecnología (comercialización universitaria y habilidades); Consejo de asesores en Ciencia y Tecnología	Fondos de nivel regional y federal y departamentos; Fundación de Canadá para la Innovación; Laboratorio de Investigación (TRIUMF); Ciencias Sociales y Consejo de Investigación Humanitaria de Canadá; universidades; fondos VC
<b>Finlandia</b> Tecnología de Información, protección ambiental, energía, el Ártico	Consejo de Políticas de Ciencia y Tecnología, TEKES, Academia de Finlandia	Departamentos gubernamentales, Fondos públicos principalmente canalizados mediante I+D); Academia de programas de investigación de Finlandia; macroprogramas (universidades e institutos de investigación); programas de cluster nacionales
<b>Suecia</b> Calidad de investigación científica; investigación básica iniciada por científicos, balance de género, colaboración de investigación nacional e internacional, programa marco de la Unión Europea, acceso a la información en investigación y resultados, movilidad del investigador	Comité de investigación nacional	Subvenciones directas a las universidades y colegios, subvenciones mediante los consejos de investigación (un consejo de ciencia, y dos consejos de investigación especializada, Ciencia de vida laboral y ciencia social y entorno, agricultura, silvicultura y planeación social)
<b>Alemania</b> Resaltar la eficiencia del sistema científico; ICT, biotecnología, investigación sanitaria, desarrollo sostenible, química, física y ciencias de los materiales, nanotecnología, energía, transporte y movilidad, espacio, tecnología marina	Gobierno federal, Comisión Federal Länder y Consejo de Ciencia Programa Delphi para asesorar en negociaciones científicas futuras (mediante Fraunhofer sino también en conjunción con MITI)	Iniciativas y programas de fondos Federales y regionales; Fundaciones y estructura institucional. VC Programas InnoREG y bioregio

Cuadro 3.7: Prioridades políticas de asignación de recursos a I+D.  
(Fuente: Harding, 2003.)

Prioridad de política (2001/2)	Mecanismo de formulación	Mecanismo de implementación
<p><b>Francia</b> Prioridad para la IT parcial Francesa; Ciencias de la vida (células madre, embriones), vínculos de Investigación/Industria; lanzamientos de alta tecnología; reestructuración de la comunidad de investigación; espacio; nuclear</p>	<p>Cascada de: gobierno central: CIRST (comité interministerial), BCRD (presupuesto de I+D civil), MENRT(Ministerio para la Investigación y Tecnología)</p>	<p>PROs (organización de investigación pública, ejem. CNRS, INSERM, INRA) las cuales patrocinan y ejecutan investigación; vínculos PRO/universidad; ANVAR(la agencia de la innovación proporciona fondos en 5 áreas en 7 regiones)</p>
<p><b>EEUU</b> Mantener el liderazgo mundial en ciencia, matemáticas y educación de ingeniería; mantener/cultivar el liderazgo mundial en iniciativas de ciencia y tecnología, resaltar actividades de ciencia y tecnología que requieren presencia federal; promover la cooperación internacional en ciencia y tecnología. Cinco prioridades de Financiación de investigación Nacional: investigación médica, ciencias naturales, defensa nacional, salud, espacio, energía, recursos naturales y entorno</p>	<p>Consejo de Ciencia nacional y Tecnología; Oficina de políticas de Ciencia y Tecnología; Comité Presidencial de consejeros en ciencia y tecnología, Fundación de Ciencia Nacional, Fundación de Investigación Nacional</p>	<p>Departamentos de gobierno de nivel federal y estatal; Fundación de ciencia nacional, institutos gubernamentales, comisión regulatoria nuclear, universidades, centros de investigación universidad-industria.</p>
<p><b>Reino Unido</b> Elevada financiación de la infraestructura, investigación en tecnologías clave, fomento de presupuesto de ciencia para la construcción de la investigación universitaria; comercialización de investigación del sector público.</p>	<p>DTI,POST,OST,Científico en Jefe, Programa de previsión y fondos de previsión</p>	<p>Departamentos gubernamentales, Consejos de Investigación, investigación de universidades y organizaciones de tecnología en el sector privado, asociación Faraday. Programas e iniciativas; VC mediante desafíos universitarios y HEIF, créditos de impuestos de I+D</p>

Cuadro 3.8: Prioridades políticas de asignación de recursos a I+D. Cont...  
(Fuente: Harding, 2003.)

De hecho, hay cinco características especialmente relevantes en las nuevas condiciones que obligan a desarrollar capacidades específicas en los países para incorporarse a la dinámica tecnológica mundial (PNUD, 2001):

1. Las condiciones de creciente competencia en los mercados mundiales establece una nueva prioridad a los niveles de cualificación,
2. Las nuevas condiciones de protección de propiedad intelectual han fortalecido el peso de la normalización, con frecuencia vinculada a la aplicación de tecnologías que suponen un elevado coste de adquisición y aplicación en el tejido productivo.
3. En la mayoría de los países de la OCDE, entre el 50 % y el 60 % de las actividades de I+D se ejecutan en el sector privado, de modo que las empresas, que cuentan con apoyo público en sus actividades de investigación, son un factor estratégico en la generación y adaptación de conocimientos y tecnologías,
4. Hoy existe un mercado mundial para los profesionales del conocimiento y la tecnología. Tanto en EEUU como Japón o los países europeos, que centralizan la mayor parte de la I+D mundial, tienen escasez de personal cualificado en las áreas tecnológicas más dinámicas,
5. Las empresas de base tecnológica, los laboratorios de I+D y las grandes empresas están estableciendo nuevos nodos mundiales de innovación, que centralizan los conocimientos y las experiencias, la financiación y las oportunidades científicas y tecnológicas.

Uno de los momentos clave para entender la utilización de la transferencias de tecnología por parte de las universidades aparece en 1980 en los EEUU como una necesidad de aceleración de la transferencia desde la universidad hacia la empresas en el marco de la Ley de Stevenson-Wydler y Bayh-Dole (1980). De esta manera se ponían las bases legales para la creación de las alianzas de transferencia tecnológica entre ambos agentes. No obstante, dicho esfuerzo no había comenzado sino desde mediados de los años 70 en donde el gobierno federal de los EEUU comienzan a valorar la colaboración entre diferentes instituciones dentro de los sistema de CyT. Otro caso significativo lo representa Japón; en donde a partir de los años 80 comienza a apoyar las industrias de alta tecnología (semiconductores, informática, telecomunicaciones, y biotecnología) estableciendo la Fundación Japón Technomart (JTM) para crear un mercado comercial de tecnología con objeto de promover el intercambio de tecnología entre regiones, industrias y corporaciones. Durante 15 años, la fundación JYM recibió 15.000 solicitudes que llevaron a 600 casos de éxito de TT. Otra razón, es la que se da debido a que los vínculos entre la universidad y la empresa parecen encontrar demasiados obstáculos. Por lo tanto, muchos países han lanzado una variedad de programas de promoción públicos que apoyan especialmente la investigación colaborativa entre la industria y las instituciones de ciencia públicas. De hecho, el apoyo financiero para la investigación colaborativa recibe la porción más grande del dinero público para la promoción de la colaboración universidad-empresa y ésta sigue ganando en importancia en la mayoría de los países (Park, 1999) (Cuadro3.9).

País	No.	Programas
USA	15	MEP, ATP, CRADA, TRP, SBIR, STTR, SBDC, SCORE, TIC, NTIS
Japón	13	JRDC, KTPC, 5G, SIGMA, Techno-mart, Mobile Research
Reino Unido	15	BTG, RTC, LINK, MAP, SPUR, SMART
Alemania	8	LEAD, Bio-Regio, TTA
Francia	10	ATOOUT, ANVAR, CORTECHS, FRAIT, PUMA, PUCE, LOGIC
Suecia	7	NMP, NIT, CAD BUS, NUTEK
Noruega	6	BUNT, TEFT, RUSH
Dinamarca	5	TDP, ASTI
Finlandia	6	FinnMINT, TULI, KERA
Países Bajos	5	ICN, SBI, INSP
Austria	6	MINT, ITF, IPI
Belgica	5	PLATO, MKB, FIRST
Suiza	2	VI
Canada	6	AMTAP, TPC, STRATEGIS
Australia	2	NIES
España	6	PITMA, OPEM, SBT, CDTI, FARMA, OTRI
Portugal	4	PEDIP, CI, TEXTILE
Irlanda	6	TAP, FAS, TechStart, NSD
Corea	6	GRI, SEC, ERC, RRC

Cuadro 3.9: Programas de difusión tecnológica en algunos países de la OECD.  
(Fuente: Park, 1999).

Desde una perspectiva global, entender los beneficios y desafíos de los programas de apoyo a la industria es importante, en la medida en que estos han sido y siguen siendo un elemento central en las estrategias nacionales de desarrollo tanto de los países desarrollados como los países en desarrollo.

Al nivel supranacional, muchos gobiernos e instituciones supranacionales han revelado conceder en la práctica un importante crédito a la relación entre innovación y crecimiento, al incrementar continuamente los recursos públicos dedicados a realizar o estimular las actividades encaminadas a la innovación. Un ejemplo de tales prácticas pueden verse en la política de innovación de la Unión Europea, la cual descansa en i) favorecer la articulación y la cooperación, ii) facilitar e intermediar en el proceso de innovación, iii) mejorar las infraestructuras de I+D, iv) fomentar la competitividad industrial y de PYMEs, y v) reducir la brecha tecnológica de las regiones desfavorecidas.

Dentro de las bases para las acciones en I+D se establece que, el objetivo de la Comunidad será el de "... fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional..." a través de cuatro tipos de acciones (AUE, 1987):

1. Aplicación de programas de IDT y demostración promoviendo la cooperación entre empresas, centros de investigación y universidades,

2. Promoción de la cooperación en materia de IDT y demostración con terceros países y las organizaciones internacionales,
3. Difusión y explotación de los resultados de las actividades en materia de IDT y demostración comunitarios, y
4. Estímulo a la formación y a la movilidad de los investigadores de la Comunidad.

Uno de los instrumentos que más representan a este esfuerzo son los llamados "Programa Marco de I+D"; los cuales han sido desarrollados de manera plurianual y creados de manera específica y particular en cada caso, así se tiene que:

- **El I Programa Marco de I+D** (1984-1987) basó su papel en la promoción de la investigación, de la innovación y de la calificación de los recursos humanos. En 1987 la I+DT fue considerada competencia de la Comunidad, y en 1992 el Tratado de Maastricht (Bangemann, 1992) reforzó ese compromiso (Bianchi, 1987), convirtiendo de ese modo a los Programa Marco en un instrumento central de la política comunitaria en este campo.
- **EL II Programa Marco de I+D** (1987-1991), constituyó la continuidad de algunos proyectos que con el mismo nombre y contenido habían tenido una primera fase en el programa anterior. En éste se hace énfasis en los retornos económicos, los denominados "intangibles", la formación de personal investigador, el intercambio de conocimientos y, para las PYMEs la posibilidad de participar en proyectos de I+D conjuntamente con empresas europeas.
- **EL III Programa Marco de I+D** (1991-1994) fue adoptado a partir de distintas consideraciones asociadas con el entorno, como el rápido ritmo de desarrollo tecnológico, los nuevos retos económicos, la mayor competencia a nivel mundial y la necesidad de abrir nuevas perspectivas.
- Durante el **IV Programa Marco de I+D** (1994-1998) la innovación colaboradora adquiere su principal relevancia. En este sentido, dicho programa considera cuatro áreas de acción: i) temas científicos de carácter internacional ( debido a la necesidad de una gran infraestructura o una red de laboratorios), ii) política tecnológica en beneficio de un importante número de sectores tecnológicos y de una profunda cooperación entre laboratorios públicos y privados, iii) consolidación de verdaderas redes de innovadores, y iv) actividades de investigación precompetitiva que permitieron conformar una red de investigación orientada a la innovación industrial.
- **El V Programa Marco de I+D** (1999-2002) tuvo como objetivo fortalecer la base científica y tecnológica de la industria comunitaria para incrementar la competitividad internacional y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. durante este programa, se pusieron en marcha varias líneas de acción con la finalidad de apoyar la difusión y la transferencia de tecnología observada durante el anterior programa.

Entre las acciones más relevantes se encuentran las acciones regionales RITTS/RIS (Regional Innovation and Technology Transfer Strategies and Infrastructures y Regional Innovation Strategies), que han promovido políticas de TT a nivel regional, y el Programa de Innovación tanto de proyectos de innovación como de transferencia y validación de tecnología con el objetivo de promover la difusión de tecnología hacia las

PYMEs; y el programa Innovation Relay Centre (IRC) que ha promovido una red de transferencia de tecnología europea<sup>6</sup>.

- El **VI Programa Marco de I+D** (2002-2006) tuvo como objetivo contribuir a facilitar la creación del Espacio Europeo de Investigación (EEI), el cual se considera esencial para que Europa elimine el retraso respecto a las otras grandes potencias en la transformación hacia la sociedad de la información y la mejora de competitividad de la industria europea. En este sentido, se propuso un cambio radical en el enfoque del programa, sobre la base de: i) la financiación de programas y planes de investigación, más que de proyectos interinstitucionales (acuerdos de colaboración de largo plazo entre empresas, universidades, y centros de investigación), ii) prioridad a los proyectos de mediano y largo plazo, frente al corto plazo, iii) diversificación de los sistemas de selección de proyectos, iv) fomento a la movilidad del personal científico, y v) incremento de la flexibilidad en la gestión del programa marco.
- Actualmente se encuentra en marcha el **VII Programa Marco**. Se encuentra plenamente operativo desde el 1 de enero de 2007 y se espera finalizar en el año 2013. Dicho programa está diseñado para dar continuidad a los logros del programa marco anterior, hacia la creación del denominado Espacio Europeo de Investigación (EEI) y llevarlo más allá, hasta el desarrollo en Europa de la economía y la sociedad del conocimiento. Su estructura esta soportada en cuatro programas que se corresponden a los cuatro componentes básicos de la investigación europea:
  1. La cooperación.
  2. Las Ideas,
  3. Las Personas, y
  4. Las capacidades.

Además de los Programas Marco, otras políticas y programas europeos relacionados al fomento de la I+D que pueden ser citadas son las denominadas **Políticas Estructurales y Regionales de la Unión Europea**; de las cuales los principales instrumentos utilizados son los **Fondos Estructurales de la Unión Europea**. Dichos fondos apuntan particularmente a reducir las diferencias entre los niveles de desarrollo de las diversas regiones y el retraso de las regiones o islas menos favorecidas, incluidas las zonas rurales. Tal acción es llevada a cabo a través de un conjunto de instrumentos con el objetivo fundamental de promover un desarrollo armonioso del conjunto de la Comunidad. Dentro de los fondos que pueden ser citados se encuentran:

- El Fondo Social Europeo (FSE).
- El Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Dichos fondos han adquirido una gran importancia para favorecer los procesos de innovación en las regiones. En este sentido, una serie de acciones estructurales y de innovación

<sup>6</sup>Bajo la perspectiva de los RIS, dichos programas fueron creados para ayudar al desarrollo de las regiones más atrasadas de Europa Occidental y después de ver sus alcances se manifestaron en otros países como Corea del Sur y Canadá. Sus bondades han sido reconocidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) en 2000 y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en 1999, en términos de que facilitan el diseño e estrategias y políticas diferenciadas, además de que permiten aprovechar el conocimiento, diversificar las estructuras económicas locales, abatir la pobreza e incluso incrementar la productividad y la competitividad (Guerra, 2005)



implementadas en el ámbito europeo han sido encaminadas a actualizar las capacidades de las regiones menos favorecidas, con el objeto de facilitar el acercamiento tecnológico de las mismas a la media Europea. Así se tiene, por ejemplo, que la participación financiera de los fondos FEDER se ha dado en: i) el entorno productivo, con miras a desarrollar la competitividad y las inversiones sostenibles de las empresas, especialmente las PYMEs, y la capacidad de atracción de las regiones, ii) la I+D tendente a incentivar el uso de nuevas tecnologías e innovaciones o a potenciar las capacidades de I+DT que controbuyan al desarrollo social, iii) el desarrollo de la sociedad de la información, y iv) la cooperación transnacional, transfronteriza e interregional en cuestiones de desarrollo regional y local sostenible. En el caso del fondo FSE su participación ha estado encaminada en el ámbito de la investigación, del desarrollo científico y tecnológico, la formación universitaria de tercer ciclo y la formación de directivos y técnicos en los centros de I+D y en las empresas.

Otro tipo de instrumentos son las que han sido implementados través de las denominadas **Redes de Transferencias de Tecnología** en Europa. En estos, las acciones de política europea relacionadas con la transferencia de tecnología comienzan en los años ochenta con el Programa Estratégico para la Innovación y la Transferencia de Tecnología (SPRINT), al que siguió el Programa para la Diseminación y Utilización de Resultados de la Investigación Científica y Tecnológica (VALUE) en 1989. Con estos objetivos se apoyó una Red de Centros de Enlace (Value Relay Centres) que fueron los predecesores de los Centros de Enlace de Innovación (IRC) actuales. De hecho, el conocimiento tácito desarrollado durante los años en que las redes europeas han estado operando (inicialmente con el programa SPRINT) se ha recogido en las denominadas buenas prácticas (Comisión Europea, 1995). Albors e Hidalgo (2003) señalan que los primeros IRC se establecieron en 1995 con el apoyo de la Comisión Europea, y con la misión (de la red IRC) de apoyar a la innovación y a la cooperación tecnológica transnacional en Europa. Los servicios de IRC están principalmente enfocados hacia las empresas pequeñas y medianas, pero también están disponibles para grandes empresas, centros de investigación, universidades, centros de tecnología y agencias de innovación. Analizada en su conjunto, la red IRC tiene recursos importantes que le permiten cubrir muchos ámbitos y, aunqur la especialización es importante tanto a nivel técnico (legal, comercial) como de sector, el esfuerzo puede y debe ser consolidado, enfocado y diseminado a través de la propia red (Albors & Hidalgo, 2003).

#### **Perspectivas para la elaboración de planes de CyT+i.**

Si bien se puede observar las importantes contribuciones obtenidas del desarrollo y la implementación de dichas políticas, éstas no se encuentran exentas de ciertas debilidades. En general, el aumento de la contribución de la tecnología para el crecimiento y la productividad; y la creación de las condiciones para traducir su potencial en el aumento de los ingresos y el empleo, requiere la aplicación de amplias y coherentes reformas políticas. En la mayoría de los países de la OCDE, las políticas actuales en este ámbito se centran demasiado en el desarrollo de nuevas tecnologías pequeños sectores manufactureros de "alta tecnología" y un pobre enfoque en el fomento de la innovación y la difusión de la tecnología en toda la economía.

Por parte de los programas de difusión de tecnología, éstos no solo integran múltiples racionalizaciones y objetivos, sino que también incluyen una variedad de actores y sociedades

dando lugar a la discusión acerca de las complicaciones involucradas en su implementación. La difusión tecnológica generalmente debería ser desarrollada localmente (debido a que este es el nivel en donde se encuentran las empresas), y los programas, usualmente involucran alianzas y redes sectoriales cruzadas así como inversiones institucionales e incentivos empresariales. Por lo tanto, los conflictos pueden surgir entre los niveles de gobierno local y nacional sobre las prácticas administrativas y los objetivos de los programas (mientras que la competitividad es enfatizada al nivel nacional, los empleos son importantes al nivel local). Puede ser difícil llevar a las empresas a colaborar unas con otras, especialmente en el desarrollo y la difusión de tecnologías relacionadas a los productos. La difusión tecnológica efectiva toma tiempo y dinero, y puede ser difícil de medir y evaluar; y también requiere flexibilidad en la operación para alcanzar las diversas y emergentes necesidades de las empresas. La experiencia acerca del uso de organizaciones no-gubernamentales orientadas al mercado para proveer este tipo de servicios sugiere que no es posible que este tipo de organizaciones sean financiadas totalmente a través de los ingresos de los clientes. Esto significa que una base de inversión pública es necesaria (OECD, 2002).

En este sentido, ya desde 1997 la OCDE había identificado una serie de tendencias en los programas de difusión de tecnología de la misma organización, los cuales reflejan de manera general las mejores prácticas (OECD, 1997):

- **Asegurar el control de la calidad:** Se deben tomar medidas para garantizar la calidad de los proveedores de servicios, la adecuada formación de los consultores y la eficacia de los sistemas de distribución locales.
- **Centrarse en los clientes:** Se debería comenzar con un enfoque en los clientes y usuarios y tratar de satisfacer las cambiantes necesidades técnicas de las empresas.
- **Mejorar la capacidad de innovación de las empresas:** Se debe promover una conciencia sobre el valor de la innovación entre la gestión y estimular la demanda de técnicos y en materia de organización dentro de las empresas.
- **Integrarse con los SNI:** Los programas de difusión de tecnología debería desarrollarse sobre las inter-relaciones existentes entre los actores pertenecientes al SNI, y mantener una mayor coherencia entre la concepción de los programas (por ejemplo las metas, los objetivos, las modalidades de apoyo) y los servicios prestados.
- **Desarrollar medidas de valoración y evaluación:** Se debe contar con mecanismos de evaluación que permitan orientar y mejorar su funcionamiento y gestión de una manera continua.

De hecho, las políticas de innovación y difusión tecnológica necesitan ser parte integral de una amplia agenda política con el fin de:

- Fomentar las interacciones entre todos los elementos (científico, tecnológico, financiero, empresarial y de gobierno) pertenecientes al SNI,
- Mejorar la gestión de la base científica a través de una mayor flexibilidad en las estructuras de investigación, y el fortalecimiento de colaboración universidad-empresa. Todo esto, con el fin de apuntar al intercambio de conocimientos entre las universidades, los centros públicos de I+D y las empresas de una manera sinérgica.
- Adoptar nuevos mecanismos de apoyo a la innovación y la difusión de la tecnología mediante una mayor utilización de las asociaciones públicas/privadas.

- Fomentar el papel de las universidades en el desarrollo económico a través de la comunicación y la participación de líderes industriales en la planificación del desarrollo económico.
- Garantizar que a largo plazo las oportunidades tecnológicas están salvaguardadas mediante una financiación adecuada de los centros públicos de I+D y los incentivos a la colaboración entre empresas en la investigación precompetitiva; además de eliminar los obstáculos para el desarrollo de los mecanismos de mercado para la financiación de la innovación.
- Facilitar la inversión del sector privado en nuevas tecnologías y empresas de base tecnológica, por ejemplo, a través del cambio de la legislación fiscal y el incremento de capital disponible, además de la reducción de la reglamentación, la información y la financiación de las barreras tecnológicas y la promoción de la capacidad empresarial.
- Apoyar la transferencia de tecnología entre las PYMEs y las grandes empresas, a través de acuerdos de cooperación
- Dar seguimiento a los programas de apoyo y las políticas que afectan a la transferencia de tecnología.
- Eliminar de los obstáculos a la cooperación tecnológica mediante la mejora de la transparencia en el extranjero acceso a los programas nacionales y la obtención de un marco confiable para los derechos de propiedad intelectual.
- Finalmente, dichas reformas tienen que ser políticamente viable a través de mejorar la coordinación entre las distintas instancias del gobierno, y la participación de los principales actores y la supervisión de su aplicación, asegurando la coherencia y la credibilidad en la formulación de políticas.

Finalmente el objetivo es, apuntar a i) la construcción de una cultura innovadora, ii) la mejora de la difusión tecnológica, iii) la promoción de la creación de redes y clusters, iv) el apalancamiento de la I+D, y v) responder a la globalización. Por lo tanto, es importante señalar que, dada las dinámicas complejas y los vínculos de retroalimentación involucrados entre estos campos, la falla en uno puede tener repercusiones en otro. De tal manera que aquí, la Administración Pública también juega un papel fundamental al proporcionar una dirección global y desarrollando medidas para hacer progresar la innovación.



## Parte II

# Estudio de la transferencia de conocimiento.



## Capítulo 4

# El Sistema de Ciencia y Tecnología en México

Sin lugar a dudas, los grandes avances económicos realizados en los últimos años en diferentes países, se encuentran íntimamente relacionados con los procesos de la innovación al nivel nacional. De hecho, los países industriales de hoy en día experimentan procesos que tienden a formar sus sociedades e industrias en Economías Basadas en el Conocimiento (EBC) (OECD 1996, DTI 1998); por lo tanto, la generación del nuevo conocimiento, el progreso tecnológico y la innovación son factores determinantes en el crecimiento de una economía. En este sentido los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) actúan a través de la introducción de conocimiento en la economía (y en la sociedad en general), permitiendo generar un entorno ideal para la generación de riqueza intelectual debido a su carácter interactivo y cooperativo. De esta manera contribuyen en gran medida al desarrollo de las economías nacionales. No obstante, esto requiere del aprendizaje activo por parte de los individuos y las organizaciones que toman parte en los procesos de innovación. Por lo tanto, los conceptos de Conocimiento y Aprendizaje son importantes en todas las contribuciones al análisis de los Sistemas de Innovación (Lundvall 1992, OECD 1996). En el nivel nacional y específicamente en las economías más desarrolladas, la creciente importancia del conocimiento ha significado que el stock neto de capital intangible (ejem. educación e I+D) creciera más rápidamente que el capital tangible (ejem. edificios, transportes, carreteras, y maquinaria). Algo que desafortunadamente no ha sucedido aún en las economías en desarrollo (Mortensen 1997).

Por otra parte, aunque en México no existe de manera formal un Sistema Nacional de Innovación (SNI); como resultado de los esfuerzos en materia de I+D de los últimos treinta

años, y debido al proceso de reestructuración del modelo económico y social, se ha logrado construir una plataforma de CyT (Sistema de Ciencia y Tecnología). Dicho sistema (SCyT) está conformado por diferentes agentes, recursos humanos para la investigación y desarrollo, recursos presupuestales, un marco legal y un organismo central de coordinación e instrumentación de las políticas correspondientes. En general, el mismo SCyT se caracteriza por ser pequeño y aún no consolidado, con nacientes procesos de innovación en empresas, y relaciones emergentes entre universidad - industria - gobierno (Casas, deGortari & Santos, 2000).

Es durante los años 90 cuando se adopta una nueva estrategia que incorpora apoyo a una política basada en la demanda. Sin embargo, la idea de los procesos interactivos y las retroalimentaciones sobre los cuales se sostienen las relaciones científico-tecnológicas no han sido integrados en la creación de Políticas de Ciencia y Tecnología e innovación (PCyT+i) en México. No obstante, los esfuerzos públicos por crear instituciones dedicadas a la generación del conocimiento y el desarrollo tecnológico se remontan a la etapa de estabilización de la Revolución Mexicana, -hacia los años treinta del siglo pasado-. Sin embargo, el diseño institucional de la ciencia y la tecnología en México se inicia en 1970 con la creación del CONACYT a quien se le asigna la responsabilidad de coordinar los esfuerzos nacionales en la materia. Y es en estos últimos treinta años cuando se impulsa y despliega una política consistente que deriva en diversos alcances:

- Apoyo a universidades públicas para el desarrollo y fortalecimiento de tales actividades,
- Creación de instituciones de investigación (Centro Público de Investigación, CPI) en distintas regiones del país y aprobación de un nuevo modelo institucional para la generación del conocimiento y Desarrollo Tecnológico (DT),
- Formulación, aprobación y consolidación de programas específicos de fomento a la Innovación y Desarrollo Tecnológico (I+DT),
- Lanzamiento de un programa de becas, con vigencia de más de treinta años, para la formación de la masa crítica requerida en los campos necesarios,
- Aprobación de dos leyes específicas en la materia y de otra normatividad relevante.
- Un acuerdo legislativo para incrementar hasta el equivalente de 1 % del PIB el gasto en actividades de I+D, y la creación de un ramo presupuestal, así como el fomento y la creación de organismos públicos de promoción y coordinación de la investigación y la innovación en los estados de la República.

Diversos documentos consignan así, la evolución que a través de más de treinta años han registrado los programas y las actividades de CyT en México. Por lo tanto, como resultado de los esfuerzos realizados en materia de I+D, y debido al proceso de reestructuración del modelo económico y social de México, se logra construir una plataforma en Ciencia y Tecnología (Paredes & Loyola, 2006).

El resultado de este largo esfuerzo se expresa a través del SCyT que incluye entre otros:

- Un ramo presupuestal específico,



- Un sistema de estímulo a la actividad de investigación a través del **Sistema Nacional de Investigadores (SNIInv)** y los programas de estímulos a la productividad en universidades y organismos de investigación,
- Un conjunto de más de 360 universidades y organismos públicos dedicadas a las actividades de CyT,
- Un padrón compuesto de más de 700 posgrados de calidad certificada,
- Leyes de CyT, y
- La incorporación del tema científico y tecnológico en otras entidades gubernamentales, entre otros indicadores significativos.

Desafortunadamente, México todavía está muy lejos de alcanzar los indicadores de países líderes o de estar a la altura de los esfuerzos de naciones emergentes. Diversas organizaciones públicas y privadas (incluyendo al CONACYT) confirman tal situación a través de diferentes estudios realizados.

En 1997, el CONACYT emite un documento basado en el proyecto **Conocimiento e Innovación (KIP)**, el cual apunta a "...aumentar la generación, difusión y aplicación del conocimiento para la innovación", con el fin de lograr el desarrollo del sector privado y mejorar la competitividad de la industria mexicana. De dicho documento se desprende un diagnóstico de la situación actual de la CyT en México, del que se destacan los siguientes aspectos:

- El "sistema"<sup>1</sup> de innovación es ineficiente para canalizar los resultados de la investigación científica y tecnológica.
- Las políticas gubernamentales y el marco institucional no proveen incentivos para trabajos conjuntos entre dichos centros y las empresas.
- La inversión en CyT es baja.
- El crecimiento de la productividad en las empresas es bajo.
- Faltan instituciones de soporte tecnológico dirigidas por la demanda.
- Se presenta una baja efectividad de los programas de investigación.
- A lo largo del tiempo se han dado fuertes variaciones en el financiamiento a proyectos de investigación.
- Se presenta una concentración regional excesiva.
- Existen políticas de educación inadecuadas en las universidades<sup>2</sup>.

Para la OECD (2003) en un análisis del desempeño innovador (1960-1990). México muestra un desempeño innovador cada vez más débil en materia de innovación siendo esto pertinente tanto para las patentes comerciales (72 en los 60's ¿47 en los 90's) como las publicaciones científicas. Tales indicadores están por debajo del promedio de los países con

<sup>1</sup>Entrecorillado en el documento.

<sup>2</sup>Nadal (1994) identificaba que el sistema científico y tecnológico mexicano posee las siguientes características: i) el gasto total en i+d es muy bajo y ha presentado grandes fluctuaciones en el tiempo, ii) la i+d está concentrada en unas cuantas instituciones gubernamentales y la participación del sector privado es muy baja, iii) la PCyT ha sido inestable y no ha contado con prioridades y objetivos definidos en el largo plazo, y iv) el paradigma dominante de la política ha sido proveer recursos a la i+d en todas las ramas de actividad, sin programas selectivos que se vean reforzados por los mecanismos del mercado.

economías similares. Dicha situación se debe en parte a sus esfuerzos insuficientes en I+D. De hecho, tal situación se ve reflejada de igual manera en términos de inversión en I+D como proporción del PIB con respecto a un país típico con una economía y fuerza laboral de tamaño similar.

De lo anterior, se puede afirmar que México carece de un eficiente Sistema Nacional de Innovación (SNI) que permita integrar a las empresas dentro de la dinámica científica y tecnológica del país, la cual se ve reflejada en una baja tasa de transformación de I+D en aplicaciones comerciales. Esta ineficiencia se explica en gran medida por la falta de cooperación y transferencias de conocimiento (TC) entre las empresas, las universidades y los centros de investigación, de tal manera que es necesario investigar más a fondo las raíces estructurales del ineficaz sistema Nacional de Innovación en México. Dicha situación lleva a plantear una propuesta que de respuesta a las debilidades anteriormente mencionadas.

No obstante, si bien México puede ser considerado un país de tipo intermedio aún existen ciertas carencias y limitaciones que deben ser superadas (burocracia, analfabetismo, facilidades logísticas, acceso a recursos de información y conocimiento, etc.). De hecho, se puede afirmar que para poder aplicar el enfoque del SNI, primero deben ser resueltos tales problemas. Por lo tanto, el objetivo del modelo propuesto apunta a presentar una nueva visión de la ciencia, la tecnología y la innovación en México, al integrar las circunstancias actuales del país.

## 4.1. Una aproximación al SNI en México

### 4.1.1. Aspectos socioeconómicos

México tiene una extensión territorial de 1.964.381  $km^2$  (de los cuales 1.959.248  $km^2$  son superficie continental y 5.133  $km^2$  de superficie insular) (Cuadro 4.1). Por su tamaño, México ocupa el quinto lugar de los países de América (después de Canadá, Estados Unidos, Brasil y Argentina) y el decimocuarto a escala mundial. Por su ubicación, México pertenece a América del Norte, junto con Canadá y Estados Unidos. México colinda al norte con los Estados Unidos de América y al sur con Guatemala y con Belice. La línea fronteriza con Estados Unidos es de 3152 kilómetros (INEGI, 2008).

	Año 2007
Población (millones de habitantes)	106.682.518
Superficie ( $km^2$ )	1.964.375
Densidad demográfica (Hab/ $km^2$ )	54,3

Cuadro 4.1: Características demográficas.  
(Fuente: INEGI, 2008)

Por su parte, la frontera con Guatemala tiene una extensión de 970 kilómetros, mientras que la frontera con Belice tiene sólo 179 kilómetros de longitud. México se encuentra

organizado administrativamente en forma de una federación y se compone de 32 entidades federativas (31 estados y un Distrito Federal).

El SNI en México (SMI) presenta una serie de peculiaridades con respecto a su estructura productiva y la actual coyuntura. Tales peculiaridades pueden ser resumidas mediante las cifras que se muestran en el Cuadro 4.2.

<b>Indicadores Estructurales</b>						
	<b>Magnitud (Millones de Pesos)</b>			<b>Crecimiento anual</b>		
	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>
PIB	6.267.474	7.713.796	9.155.490	0,8	4,2	4,8
<b>Indicadores Estructurales</b>						
	<b>Magnitud (Millones de Pesos)</b>			<b>% (Sobre el total)</b>		
	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>	<b>2002</b>	<b>2004</b>	<b>2006</b>
VAB Agricultura	226.397	272.405	318.158	3,9	3,9	3,8
VAB Industria	1.227.690	1.450.456	1.727.992	21,1	20,6	20,8
VAB Construcción	292.180	380.234	469.344	5,0	5,4	5,6
VAB Servicios	4.077.494	4.944.039	5.803.881	70,0	70,2	69,8
VAB Total	5.823.761	7.047.134	8.319.375	100,0	100,0	100,0
<b>Indicadores Coyunturales</b>						
	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>			
Inflación	4,68%	4,00%	3,63%			
Tipos de interés						
CPP	5,80%	5,90%	4,80%			
PEA*	43.398	42.819	43.576			
Ocupados*	42.306	41.321	42.198			
Desocupados*	1.092,70	1.497,80	1.377,70			
Tasa de desempleo	3,9%	3,5%	3,2%			

\* Miles de personas

Cuadro 4.2: Indicadores socioeconómicos.  
(Fuente: CEFP, 2007)

Desde el punto de vista de la economía mexicana dicho crecimiento ha sido pequeño y lento como se puede observar en el indicador referente al PIB del año 2002 (0,8%), destacando claramente un mayor crecimiento mantenido durante los años subsecuentes, e inclusive llegando a repuntar durante el primer semestre de 2006 hacia el 5,1%, y terminando a final de año en un 3,0%. Dicho comportamiento mostró un panorama favorable en todos los sectores económicos, alentado por la fortaleza del mercado interno. De la observación de la misma estructura económica, se deduce que durante tres periodos consecutivos ésta ha mantenido la misma tendencia sobre el comportamiento de la actividad productiva, destacando una gran orientación de la actividad productiva hacia la producción de servicios, seguido por el sector industrial, el cual disminuye ligeramente a lo largo de los tres periodos, y el destacado crecimiento del sector de la construcción (5,6%) en su participación del VAB. Dentro de los indicadores coyunturales se puede notar un descenso paulatino en las tasas de inflación y en los tipos de interés, si bien se observa un ligero crecimiento en la población económicamente activa y un ligero descenso en la tasa de desempleados consecuencia del aumento en la población no económicamente activa.

Por parte de las características de los principales indicadores de las actividades de I+D en México se puede observar (Cuadro 4.3) que el esfuerzo realizado en las inversiones de I+D como porcentaje de PIB sigue siendo bajo (0,46 %), en comparación con otras naciones como Brasil (0,95 %), E.E.U.U. (2,68 %), y España (1,05 %) por citar algunos. e inferior al promedio de inversión en América Latina (0.57 %) y aún más alejado del promedio de los países de la Comunidad Europea (1.85 %) y de los países de la OCDE (2.24 %) en 2005.

Al comparar el gasto en investigación y desarrollo experimental (GIDE) de México como porcentaje del PIB con otras naciones, puede verse que la inversión en este aspecto ha sido baja. México reporta sólo 0.49 % en 2005, inferior al promedio de inversión en América Latina (0.57 %) y aún más alejado del promedio de los países de la Unión Europea (1.85 %) y de los países de la OCDE (2.24 %) en 2005.

Indicador	Año 2005
Gasto total en I+D	39.813
Gasto total de I+D (% del PIB)	0,46%
Gasto total de las empresas en I+D	18.692
Gasto total en I+D por Sectores	
> Empresas	46,9%
> Administración	23,2%
> Universidades	28,7%
> EPSFL	1,1%
Personal en I+D (en ETC)	83.683,00
Personal en I+D por c/1000 de la PEA	2,0
Personal en I+D por Sectores	
> Empresas	50,6%
> Administración	17,7%
> Universidades	30,1%
> EPSFL	1,6%
Investigadores (en ETC)	43.922
Investigadores por c/1000 de la PEA	1,07
Investigadores por Sectores	
> Empresas	45,3%
> Administración	15,0%
> Universidades	38,0%
> EPSFL	1,7%

Cuadro 4.3: Principales magnitudes de la actividad en I+D.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

No obstante, si bien se puede observar un aparente aumento de las actividades en I+D por parte de las empresas (46,9 %) con respecto a las inversiones por parte del Estado

(23,2%), en la realidad esto no se refleja; o al menos aún no se aprecian en su totalidad los beneficios de tales inversiones: de la observación de los indicadores socioeconómicos anteriormente revisados se obtiene que la contribución al VAB por parte del sector industrial es más de un 100 % inferior con respecto al sector servicios. Esto puede ser deducido al observar que la industria mexicana está conformada mayormente por industrias predominantemente tradicionales, caracterizadas por tener un nivel tecnológico y de calificación científica-técnica media baja. En línea con lo anterior, otras conclusiones que pueden ser obtenidas es el referente al personal dedicado a I+D y los investigadores (en ETC). Si bien estos constituyen un importante recurso de conocimiento para las empresas (50,6 % y 45,3 % respectivamente), la relación con respecto al gasto y el número de los mismos en relación al número de habitantes sigue siendo bajo (2,0 % y 1,07 % respectivamente). Si se compararan dichas cifras con respecto a los mismos países citados anteriormente (Brasil 0,71 %, E.E.U.U. 8,77 %, y España 8,5 %) se puede concluir que el esfuerzo en dicho rubros sigue siendo insuficiente.

#### 4.1.2. El ámbito científico

El ámbito científico incluye a las universidades y los centros públicos de investigación a través de los cuales se crea el conocimiento. Dadas su características, este elemento constituye uno de los elementos más cruciales de todo el Sistema, pues es aquí en donde se generan gran parte de las ideas que posteriormente serán aplicadas para el desarrollo de nuevos productos y servicios. No obstante, las facilidades o limitaciones de vinculación con otros elementos del Sistema pueden inhibir su desarrollo volviendo a éste un mero proveedor de recursos humanos más que un proveedor de conocimiento. Desde el punto de vista del conocimiento, el papel central del ámbito científico es el de crear conocimiento, ya sea través de incorporarlo en el recurso humano o en el desarrollo de proyectos de CyT. Por lo tanto, dicho ámbito es fundamental para el correcto desempeño de todo el SNI, pues es aquí en donde se crea la masa crítica de conocimiento, suficiente para sostener el desarrollo científico y tecnológico de un país. No obstante, la innovación no se da solamente en el ámbito científico, otros elementos del Sistema pueden desarrollar otro tipo de innovaciones (innovaciones no-tecnológicas) tales como las organizacionales o las de tipo incremental.

Las instituciones que conforman dicho ámbito, las cuales que ejercen actividades de I+D en México se encuentran ubicadas principalmente en el sector educativo, el cual está integrado por diferentes tipos de instituciones con diferentes misiones con respecto a su papel en la sociedad y la naturaleza de sus relaciones con la industria. Las universidades públicas, particularmente aquellas de carácter nacional tales como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) o la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), han conducido la investigación de acuerdo con los paradigmas internacionales, mientras los centros públicos de investigación (CPI) y nacionales desarrollan sus actividades más orientadas hacia la solución de problemas regionales específicos o sectoriales.

##### *El sistema de educación superior*

El sistema de educación superior en México (ANUIES, 2007) se caracteriza por su gran magnitud, complejidad, heterogeneidad y diversidad en sus componentes, evidenciadas, entre

otros aspectos, por el tamaño y las particularidades de las instituciones que lo integran y por las características y el perfil del profesorado. El sistema está integrado por 3.332 instituciones universitarias y tecnológicas que forman parte del Sistema Educativo Nacional, de las cuales 1.514 son públicas y las restantes 1.818 son privadas, 859 son autónomas, 236 pertenecen al sistema federal, mientras que 419 pertenecen al sistema estatal. Dentro de dicho sistema se imparten un total de 1.481 postgrados. En ellas se atendió a 2.221.300 estudiantes en el ciclo escolar 2006-2007, de los cuales 1.513.900 realizaron sus estudios en instituciones públicas (68,2%) y 707.400 (31,8%) en instituciones privadas. En este sentido, un dato importante es la distribución de la matrícula por áreas de conocimiento, pues dicha distribución permite predecir el comportamiento educativo nacional hacia la creación de la capacidad tecnológica (Cuadro 4.4).

Áreas del conocimiento	2004	2005	2006
Ciencias agropecuarias	2,2%	2,2%	2,3%
Ciencias de la salud	8,9%	9,1%	9,4%
Ciencias naturales y exactas	2,0%	1,9%	1,9%
Ciencias sociales y Administrativas	47,5%	47,1%	46,9%
Educación y humanidades	5,8%	5,9%	6,0%
Ingeniería y tecnología	33,6%	33,7%	33,4%

Cuadro 4.4: Evolución de la matrícula nacional.  
(Fuente: ANUIES, 2005, 2006 & 2007)

Un dato importante a destacar es que dentro de estas mismas instituciones fueron atendidos 158.700 estudiantes de posgrado repartidos en 111.500 alumnos de maestría, 14.600 de doctorado y 32.600 de especialidad. Un diagnóstico realizado por el Programa Nacional de Educación (Pronae), establece que en las instituciones públicas de educación superior (IES) se realiza la mayor parte de la investigación científica, tecnológica y humanística del país. Sin embargo, las capacidades institucionales para la generación y aplicación innovadora del conocimiento y para la formación de investigadores son aún insuficientes; están distribuidas muy heterogéneamente en el territorio nacional y su insuficiente desarrollo en muchas de las dependencias e instituciones que por su misión deberían cultivarla afecta la calidad de los programas educativos y limita sus posibilidades de contribuir al desarrollo social y económico del país. En este sentido, dentro de la función de la producción de conocimiento científico en las universidades, y en relación con la investigación que se realiza en las mismas, se destaca que México mantiene una plantilla de investigadores al nivel nacional que corresponde al 21,2 % en relación al número de profesores ubicados en las universidades mexicanas (Cuadro 4.5).

Todo esto sugiere una debilidad de dicho ámbito pues, en general, la labor del profesorado está dedicada mayormente a la docencia, contrario al perfil deseado del profesor-investigador, que sugiere exista un balance entre la docencia y la investigación en las IES y, por lo tanto, un desarrollo equilibrado de las actividades de docencia, tutoría, generación y aplicación innovadora del conocimiento y la gestión. Un ejemplo de dicho perfil puede verse dentro del Sistema Nacional de Investigadores (SNIInv), el cual reconoce la calidad de los productos de trabajo de los profesores-investigadores pertenecientes a los centros de investigación y las empresas.

	2002	2004	2006
No. de profesores	192 593	206 903	221 510
Investigadores (ETC)	36.775	38.763	38.823
Miembros del SNIInv			Jun/2006
> En las Universidades Públicas Estatales			3.014
> En las Instituciones Públicas Federales			4.119
> En otras Instituciones Públicas			1.340
> Por Instituto Tecnológico Público			231
> Por Universidad Politécnica Pública			23
> Por Centro Público de Investigación			1.142
> Por Institución Privada			553
Total			10.422

Cuadro 4.5: Evolución de los investigadores en las Universidades Mexicanas.  
(Fuente: Rubio, 2006; CONACYT, 2007)

En este sentido se resalta la contribución del SNIInv a la evolución de los investigadores en las universidades mexicanas al contribuir con cerca del 24 % de los miembros de dicha institución. No obstante, si bien durante los últimos años ha sido notable el crecimiento de los recursos humanos en las actividades de I+D en el país, llegándose a duplicar en el periodo 2000-2005 de 22.228 a 43.922 investigadores (en ETC), este número parece ser insuficiente para promover las actividades innovadoras. De hecho, datos internacionales muestran que en 1993 España ya contaba con una plantilla de 41.681 investigadores de tiempo completo, una cifra superior a los que tenemos más de 15 años después, si se toma como referencia a otros países, esa brecha resulta aún mayor (FCCyT, 2006b).

Un indicador referente a la productividad de los investigadores es el relativo a las publicaciones científicas que aparecen recogidas en el Science Citation Index. De acuerdo con el Cuadro 4.6, la evolución experimentada en materia de publicaciones durante el periodo 2002-2006 muestra un crecimiento general de dicho indicador. No obstante si se observa el porcentaje de participación de dicho indicador en el contexto mundial, éste se encuentra representado por un modesto 0,75 % para el año 2006, en comparación con países tales como Brasil (1,79 %), España (3,29 %) y E.E.U.U. (32,70 %). Más aún si se analiza el número de publicaciones científicas en relación al número de investigadores se encuentra que solo el 40 % de los investigadores publican al menos un artículo por año ((CONACYT, 2007).

	2002	2004	2006
No. de publicaciones	5.213	5.885	6.604
% de participación mundial	0,70	0,77	0,75

Cuadro 4.6: Evolución del número de publicaciones del sistema público.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

En relación con el papel de la generación y la aplicación innovadora del conocimiento en las instituciones de educación superior, la política pública establecida por la SEP afirma con toda claridad que esta actividad, realizada por los profesores, particularmente los de tiempo completo, debe ser un medio para contribuir a mejorar y asegurar la calidad de la educación y no un fin en sí misma. En el marco de esa política, la SEP y el CONACYT han publicado convocatorias para fortalecer la capacidad de desarrollar ciencia básica en las instituciones de educación superior con la tipología apropiada para ese efecto. En general, se busca apoyar proyectos de investigación que produzcan conocimientos de frontera y que, a la vez, contribuyan a mejorar la calidad de la educación superior, a la formación de científicos y académicos, así como a la consolidación de los cuerpos académicos de las instituciones participantes (Rubio, 2007) (Cuadro 4.7).

Convocatoria	2003	2004	2005
Proyectos	558	681	681
Importe	599.961.827	602.920.337	647.525.270

\* millones de pesos mexicanos

Cuadro 4.7: Participación de las universidades en la actividad investigadora.  
(Fuente: Rubio, 2006)

En dicha convocatoria se definen áreas prioritarias de atención tales como i) físico-matemáticas y ciencias de la tierra, ii) biología y química, iii) medicina y ciencias de la salud, iv) humanidades y ciencias de la conducta, v) ciencias sociales y economía, vi) biotecnología y ciencias agropecuarias, vii) ciencias de la ingeniería, y viii) investigación multidisciplinaria.

Asimismo, se definen diversas formas de apoyo que atienden tanto a individuos, como a grupos: i) profesores-investigadores jóvenes, ii) profesores-investigadores consolidados, iii) cuerpos académicos, iv) colaboración entre un cuerpo académico consolidado y otro en consolidación, v) fortalecimiento de redes de cuerpos académicos, y vi) gastos de operación complementarios.

Este es un mecanismo importante en la promoción de la investigación ya que, antes de ponerse en marcha, los gastos del CONACYT se limitaban al SNIInv (25%), al programa de becas de posgrado (27%) y el apoyo para sus centros de investigación (47%). En este sentido, mediante el esfuerzo conjunto del CONACYT y la SEP se logró establecer un importante programa de subvenciones a la investigación.

#### *Los centros públicos de investigación*

Por parte de los CPI-CONACYT ((2007), esta representación se encuentra constituida por 27 centros que se encuentran divididos en tres áreas: ciencias exactas y naturales, ciencias sociales y humanidades, y desarrollo tecnológico y de servicios. Dichos centros en 2006 aportaron 1965 investigadores, de los cuales 1142 forman parte del SNIInv. Las cifras más significativas de sus actividades en I+D durante el periodo 2003-2005 se encuentran representadas en el cuadro 4.8.



	2002	2004	2006
Miembros del SIN	981	1.096	1.184
Artículos publicados	1.365	1.661	1.554
Proyectos	3.367	3.160	3.583

\* Millones de pesos

Cuadro 4.8: Evolución del número de proyectos de los CPI-CONACYT.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

Si bien se puede observar un importante esfuerzo realizado por los CPI-CONACYT en el desarrollo e inversión de la I+D, no se puede olvidar que gran parte de la producción generada por los mismos CPI debe ser orientada hacia el cumplimiento de las necesidades de la sociedad en general, es decir, debe poder solucionar aquella problemática que la sociedad (o la empresa) por sí misma y con los recursos disponibles no puede resolver.

CONACYT (2007) destaca que los CPI brindan especial atención y apoyo a la micro, pequeña y mediana empresa al atender anualmente a cerca de 5000 empresas con diferentes servicios, lo que ha permitido captar recursos propios que fortalecen sus finanzas, al tiempo que ofrecen desarrollos tecnológicos que mejoran la competitividad de sus clientes.

El fortalecimiento de la capacidad de I+D resulta en especial importante, pues los países y las empresas se benefician de la investigación que se realiza en otros lugares sólo si pertenecen a las redes profesionales internacionales donde se intercambian conocimientos. Sin embargo, esto exige capacitación en I+D de alta calidad y una fuerte presencia mundial. La idea de un "conjunto mundial de conocimientos" puede resultar equívoca, pues sugiere que cualquier país tiene la capacidad de obtener conocimientos de él. A fin de apropiarse del conocimiento disponible, un país debe generar capacidad e invertir en I+D.

#### 4.1.3. El ámbito tecnológico y de servicios

El ámbito tecnológico y de servicios desempeña un papel fundamental dentro del SNI, tanto por proporcionar a las empresas productivas tecnologías y apoyo en sus procesos de innovación como por su capacidad de ser el nexo entre las necesidades del entorno productivo y las capacidades potenciales del entorno científico. Se incluyen en este entorno las entidades y empresas pertenecientes a los siguientes subsectores:

- Empresas de maquinaria y equipo mecánico
- Empresas de equipo eléctrico, electrónico y óptica
- Servicios científico y tecnológicos
- Otros servicios a empresas

Desde la perspectiva del conocimiento, transforman el conocimiento científico en conocimiento aplicado, es decir, en aplicaciones que puedan ser utilizadas con fines comerciales integradas en diferentes productos y servicios. No obstante, su amplia gama de servicios ofrecidos como organizaciones intermediarias las hace moverse a través de diferentes ámbitos no necesariamente científicos. Los llamados gestores de tecnología, por ejemplo, generalmente

pueden llegar a ofrecer servicios desde la mera negociación en la transacción comercial de la adquisición de un producto tecnológico, pasando por el entrenamiento y la capacitación, hasta el desarrollo de una aplicación específica para una empresa.

Con respecto a este ámbito, la información disponible sobre el uso de este tipo de servicios como fuente externa para la innovación en México es casi inexistente, siendo pocas las referencias conocidas al respecto (CONACYT, 1998; CONACYT, 2001). La primer encuesta del CONACYT señala que la utilización de este tipo de servicios como fuente de información era muy baja, pues solo el 3,4% de un total de 1.322 empresas hicieron uso de este tipo de servicios. En la segunda encuesta del CONACYT, esta tendencia no cambió al mostrar que solo el (5%) de 1.610 empresas habían hecho uso de este tipo de servicios. Los datos de los "Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 2007" del CONACYT (2007) muestran que en el año 2005 éste representó (no especificando el tipo de servicios ofrecidos) solamente el 26% del gasto nacional en ciencia y tecnología. Más aún, si se extrae la parte correspondiente a la inversión del sector privado este solo representa 15,5% del total de la inversión del gasto en servicios científicos y tecnológicos. Tal situación muestra una clara debilidad de todo el Sistema para transformar el conocimiento desarrollado por el ámbito científico en bienes y servicios útiles para las empresas y, en general, para la sociedad. Esta situación puede ser verificada de igual manera al observar que el número de establecimientos dedicados a este tipo de servicios (13.726 unidades) es comparativamente pequeño con respecto a las número de establecimientos manufactureros (328.670 unidades) (INEGI, 2002).

En línea con lo anterior, un esfuerzo importante se ha dado por parte del Sistema de Información sobre Servicios Tecnológicos (SISTEC) disponible en Internet ((Pyme, 2007). Este sistema facilita servicios de información sobre la infraestructura y servicios que ofrecen 577 centros e institutos de investigación aplicada y desarrollo tecnológico, así como empresas de consultoría especializada. En este sentido, las estadísticas muestran una evolución desde su inicio en 1997 con 567 organizaciones registradas (universidades, centros e institutos de investigación públicos y privados, asociaciones, cámaras de comercio y empresas de consultoría) hasta alcanzar 961 organizaciones registradas en el año 2000. No obstante, como se observa y confirman los datos y estadísticas dicho ámbito se encuentra infravalorado.

#### 4.1.4. El ámbito empresarial

El ámbito empresarial incluye a todas aquellas empresas que se encuentran dentro del SNI. Estas empresas no se limitan solamente a las empresas grandes y de alta tecnología (públicas y privadas) generadoras de bienes y servicios, comprendiendo a todas aquellas empresas que constituyen la masa crítica (micro, pequeñas, medianas y grandes) de todo el SNI, y dentro del cual se aplica el conocimiento adquirido ya sea a través del ámbito científico o del tecnológico. Desde del punto de vista del conocimiento, las empresas son los principales responsables de aplicar el conocimiento transformado y validar la misma transformación. Dicha validación sirve de filtro para los productos y servicios creados, al generar tanto beneficios económicos para las empresas como beneficios sociales al cubrir una serie de necesidades no satisfechas de los usuarios en general. No obstante, dicha aplicación no estará limitada solamente por lo bien o mal que esté transformado el conocimiento en productos y servicios. Su aplicación estará condicionada en gran medida tanto por la capacidad

de absorción del conocimiento por parte de las empresas (a través de los recursos humanos y los recursos físicos disponibles), y por el nivel de desarrollo de cada uno de los marcos del SNI.

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), el sector manufacturero en México se encuentra dividido en 21 subsectores, 86 ramas, 182 subramas y 293 clases de actividad. Las industrias manufactureras están conformadas por unidades económicas dedicadas principalmente a la transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias, con el fin de obtener productos nuevos. También se consideran como parte de las manufacturas las actividades de maquila, el ensamble de partes y componentes o productos fabricados, la reconstrucción de maquinaria y equipo industrial, comercial, de oficina y otros y el acabado de productos manufacturados mediante el teñido, tratamiento calorífico, enchapado y procesos similares. Igualmente se incluye aquí la mezcla de materiales como los aceites lubricantes, las resinas plásticas, las pinturas y los licores, entre otras.

Este sector se caracteriza por ser diversificado: coexisten actividades altamente concentradas, como la industria siderúrgica, automotriz, cemento, elaboración de cerveza, refinación de petróleo, por citar algunas; junto con industrias atomizadas como son la fabricación de productos de herrería, elaboración de pan, tortillas de maíz, purificación de agua, entre otras (INEGI, 2007). La información de los Censos Económicos 2004 indica que el sector manufacturero en México es el más importante en la generación de producción bruta total (43.3%), concentrando el 10.9% de las unidades económicas y una de cada cuatro personas ocupadas (Cuadro 4.9).

2003	Población ocupada	%	Ingresos por explotación*	%
Total	4.198.579	100	2.394.668.506	100
Alimentos, bebidas y tabaco	845.051	20,1	554.877.328	23,2
Material de transporte	512.335	12,2	405.222.206	16,9
Industria química	203.274	4,8	376.109.633	15,7
Productos energéticos	45.485	1,1	206.496.033	8,6
Productos metálicos	350.011	8,3	195.623.178	8,2
Productos eléctricos, electrónica y óptica	415.172	9,9	140.658.046	5,9
Minerales y productos no metálicos	187.188	4,5	117.257.200	4,9
Papel e Impresión	198.357	4,7	102.203.526	4,3
Caucho y Plástico	211.923	5,0	86.791.674	3,6
Textil	617.850	14,7	78.505.736	3,3
Maquinaria y Equipo	103.931	2,5	47.167.324	2,0
Muebles y productos relacionados	146.654	3,5	25.693.300	1,1
Cuero y Calzado	118.228	2,8	23.941.421	1,0
Otras industrias manufactureras	172.434	4,1	22.354.442	0,9
Madera	70.686	1,7	11.767.459	0,5

\* miles de pesos

Cuadro 4.9: Importancia relativa de los sectores industriales.  
(Fuente: INEGI, 2007)

La estructura sectorial actual del entorno industrial se puede resumir poniendo de manifiesto la importancia relativa correspondiente al subsector de alimentos bebidas y tabaco, que junto con el de material de transporte y la industria química representan poco más del 55% de los ingresos por explotación, y en su conjunto emplean a cerca del 40% de la población. Es de notar (en línea con el ámbito anterior: tecnológico y de servicios) la limitada participación del subsector de productos eléctricos, electrónica y óptica y el subsector de maquinaria y equipo los cuales en su conjunto solamente participan con el 7,8% de los ingresos y el 12,4% de la población empleada.

Mención especial requiere la industria de la maquila en México, pues de la revisión de los censos económicos se observa que desde el punto de vista del sector manufacturero, el monto de sus ingresos (correspondientes a las ventas netas más los ingresos por los servicios de maquila) con respecto al monto de los ingresos del sector manufacturero, éste representaría cerca del 18% de los ingresos del sector manufacturero. La misma situación sucede con la población empleada por dicho sector, correspondiendo al 35% de la población empleada por el sector manufacturero (INEGI, 2005).

	Población ocupada	Ventas netas de productos		Ingresos por servicios de maquila	
		Nacional	Extranjero	Nacional	Extranjero
Manufactura por cuenta propia y maquila	240.528	128.162.015	45.908.231	8.611.426	8.684.355
Maquila nacional	184.875	5.372	-	23.026.378	-
Maquila de exportación	938.089	-	-	-	189.363.071
Maquila nacional y de exportación	106.294	-	-	5.919.112	16.434.402
Total	1.469.786		174.075.618		252.038.744

Cuadro 4.10: Contribución de la maquila al sector de la manufactura en México.  
(Fuente: INEGI, 2004)

La evolución de las unidades económicas del sector manufacturero en el periodo de 1998 a 2003, mostró una disminución del 4.5%, siendo los establecimientos micro los que contribuyeron a esta caída, en términos absolutos, con el mayor número. La disminución tanto en el número de establecimientos como en el personal ocupado no fue homogénea, pues mientras que las unidades económicas cayeron el 4.5%, el personal ocupado sólo disminuyó el 0.8%. Por tamaños de empresas, la reducción de las unidades económicas se presentó en las microempresas, en las pequeñas y en las medianas, aunque fue más importante la caída porcentual en las empresas pequeñas y medianas, con 13.1% y 12.1%, respectivamente. En cambio, las grandes empresas aumentaron un 0.6%. Un comportamiento similar se dio en el personal ocupado total: las pequeñas empresas disminuyeron 13.6% y las medianas 11.6%, en tanto que las empresas grandes en este mismo periodo crecieron un 7.4% (INEGI, 2005).

Respecto a la distribución empresarial de la industria mexicana (Cuadro 4.11), se puede observar claramente que ésta se encuentra constituida por empresas con menos de 6 empleados (83,4%), de las cuales el subsector de alimentos, bebidas y tabaco representa mayormente

a este tipo de empresas. Le siguen en el mismo orden de importancia el subsector metalúrgico y de fabricación de productos metálicos y el subsector textil, de la confección, cuero y calzado; dicho conjunto representa a casi el 70% de empresas con menos de 6 personas. Por la parte opuesta, el número de empresas que emplea a más de mil personas se encuentra representado solamente por el 0,15% de las empresas, representado mayormente por los mismos subsectores (67%). Nuevamente, dicha situación da cuenta del bajo nivel tecnológico en el que se encuentran las industrias mexicanas, pues se observa que las denominadas industrias de alta tecnología solo representan un 2,4% del total de las empresas en México.

2003	< 6	6 - 100	101 - 1000	> 1000	Total	% Sectores
Total	274.222	48.066	5.864	518	328.670	100
Alimentos, bebidas y tabaco	109.316	12.962	965	65	123.308	37,5
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	44.677	5.704	496	23	50.900	15,5
Textil, confección, cuero y calzado	37.484	8.593	1.248	75	47.400	14,4
Productos minerales no metálicos	21.333	3.469	222	13	25.037	7,6
Muebles y productos relacionados	18.122	3.223	219	5	21.569	6,6
Madera	15.974	1.687	68	0	17.729	5,4
Papel e impresión	13.153	3.640	342	0	17.135	5,2
Otras industrias manufactureras	9.595	1.865	251	21	11.732	3,6
Caucho y plástico	1.455	2.396	496	14	4.361	1,3
Industria química	1.088	1.559	397	29	3.073	0,9
Maquinaria y equipo	1.021	1.249	186	11	2.467	0,8
Material de transporte	643	756	427	152	1.978	0,6
Productos eléctricos, electrónica y óptica	329	776	494	110	1.709	0,5
Productos energéticos	32	187	53	0	272	0,1
Total	274.222	48.066	5.864	518	328.670	100

Cuadro 4.11: Distribución de las empresas industriales por número de trabajadores.  
(Fuente: INEGI, 2004)

Otro importante factor a analizar dentro de este ámbito es el que hace referencia a la ocupación de los recursos humanos. En realidad, dar seguimiento a este tipo de indicadores en México es un tanto complicado, dada la limitada disponibilidad de estudios al respecto. No obstante, el estudio denominado "Panorama de la Ocupación por Sector de Actividad Económica" desarrollado por el Observatorio Laboral muestra que el subsector educativo y de la salud concentran dentro del personal ocupado a un 50% en promedio de su personal con estudios al nivel de licenciatura. Le siguen en orden del nivel profesional el subsector de los servicios profesionales (45%) y el de gobierno (33,5%). Se destaca por su bajo nivel de personal con estudios profesionales el sector de la manufactura (10,5%), el cual agrupa a

diferentes subsectores tales como el de alimentos bebidas y tabaco, textil y cuero y calzado, maquinaria y equipo, instrumentos eléctricos, electrónicos y óptica, etc. (Cuadro 4.12).

Sectores	2005
Educación y Salud	50,7%
Servicios profesionales	45,8%
Gobierno	33,5%
Industria Extractiva	26,2%
Transporte	15,6%
Comercio	11,9%
Manufactura	10,5%
Turismo	8,4%
Construcción	7,7%
Servicios personales	7,0%
Agricultura	2,0%

Fuente: Observatorio laboral, 2006

Cuadro 4.12: Población universitaria ocupada.  
(Fuente: Observatorio Laboral, 2006)

El mercado laboral mexicano cuenta con relativamente pocos empleadores de gran tamaño. De hecho, la característica dominante del patrón de estructuras empresariales es el gran número de micro, pequeñas y medianas empresas, lo que da forma en gran parte a la naturaleza del mercado laboral de los profesionistas. El sector industrial en México se encuentra caracterizado principalmente por su especialización productiva como de carácter tradicional (alimentos, bebidas y tabaco, textil, confección, cuero y calzado, muebles, madera y productos de tipo metálico y no metálico), y de contenido tecnológico bajo y medio, orientándose principalmente a la producción de bienes de consumo intermedio y final.

No obstante, a lo largo de las últimas dos décadas la importancia de dicha especialización se ha venido modificando para hacerse más orientada hacia el desarrollo de productos de contenido tecnológico medio-alto. Esto puede ser observado al revisar los datos de las exportaciones mexicanas, las cuales se han vuelto más diversificadas y menos dependientes de unos cuantos productos (petróleo). Así, para el año 2000, el grueso de las exportaciones (87,3%) correspondió a bienes manufacturados y solamente el 9,8% provino de las exportaciones petroleras, con el respectivo 2,9% repartido entre las exportaciones agropecuarias y las industrias extractivas.

A lo largo de este siglo dicho crecimiento ha venido acompañado por cambios en su composición que indican una tendencia hacia la reducción en su diversidad, es decir, hacia la concentración de ingresos por exportaciones en un número progresivamente menor de productos tales como eléctricos y electrónicos, equipo de transporte, y metálicos entre otros (INEGI, 2002). De hecho, la tendencia hacia una mayor concentración sigue presente aunque con ciertas variaciones entre sus ramas. Así se tiene que para el periodo 2003-2006 la exportación de la industria mexicana se concentró en productos tales como maquinaria y equipo, eléctricos y electrónicos, material de transporte y alimentos, bebidas y tabaco.

*La gestión de la I+D y la innovación*

Las características mostradas anteriormente sirven para entender la situación de las actividades de I+D que se llevan a cabo dentro del entorno productivo y que, al final de cuentas, son las que determinan la posición relativa de dicho entorno dentro del SNI. En el cuadro 4.13 se recogen los indicadores de gasto en actividades de I+D de los principales sectores económicos: se observan tres subgrupos de sectores que se reparten el monto invertido en gastos de I+D alimentos, bebidas y tabaco; carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico; y maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte. Si se observa detenidamente el nivel de agregación de dicho cuadro se puede determinar que el subsector que más invierte en I+D es el de los alimentos, bebidas y tabaco. Tales cifras dan cuenta de la importancia relativa de dicho sector representada por sus ingresos por explotación y el número de empleados; en realidad si se pone atención a cada uno de los sectores, dichas cifras se corresponden de una manera más o menos homogénea con respecto a la importancia relativa mostrada anteriormente por cada uno de los subsectores.

Sectores	Millones de pesos			%		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico	1397,1	4116,2	4954,3	13,01	25,54	26,51
Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte	4371,2	3412,6	3602,3	40,69	21,17	19,27
Servicios	2121,9	2983,7	3407,2	19,75	18,51	18,23
Alimentos, bebidas y tabaco	1049,2	2301,3	2900,3	9,77	14,28	15,52
Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)	747,8	1310,2	1241,1	6,96	8,13	6,64
Textiles, prendas de vestir, piel y cuero	180,8	799,1	951,2	1,68	4,96	5,09
Productos minerales no metálicos	321,7	568	861,2	2,99	3,52	4,61
Metales básicos	370,5	265,2	283,7	3,45	1,65	1,52
Madera, papel, imprentas y publicaciones	31,6	170	252,3	0,29	1,05	1,35
Electricidad, gas y suministro de agua (servicios públicos)	5,7	80,4	87,8	0,05	0,50	0,47
Minería	36,1	57	80,3	0,34	0,35	0,43
Muebles y otras manufacturas no especificadas en otra parte	88,1	51,5	65,5	0,82	0,32	0,35
Agricultura	3,7	2,7	2,5	0,03	0,02	0,01
Construcción	16,5	0,3	2,1	0,15	0,00	0,01
<b>Total</b>	<b>10741,8</b>	<b>16118,1</b>	<b>18691,9</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Cuadro 4.13: Evolución de gasto en I+D por sectores industriales.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

Desde el enfoque del SNI, el sector industrial es el agente principal. Sin embargo, en el caso de México, dicho agente es uno de los eslabones más débiles del mismo SNI. De hecho, aunque la Encuesta Nacional de Innovación (ENI 2006) muestra un notable despunte en la distribución de los gastos de innovación al observarse una reducción en la adquisición de maquinaria y equipo (21,8 %) y un aumento en la I+DT (26,7 %), y el ingreso por productos tecnológicamente mejorados (15,5 %); el número de empresas innovadoras se redujo en un 0,7 % (CONACYT, 2007) (Cuadro 4.14).

Indicadores	2001	2003	2006
Total de empresas	11.938	19.266	16.398
Empresas innovadoras	3.062	-	4.099
% Empresas innovadoras	25,6	-	24,9
% Ingresos por productos tecnológicamente nuevos	16,3		31,8
Gastos en I+DT			
Invierten en I+DT	1.324	1.705	-
% Invierten en I+DT	11,1	8,8	-
Invierten en la creación de nuevos productos	2.290	6.600	-
% Invierten en la creación de nuevos productos	19,2	34,3	-
Invierten en la mejora de los procesos de trabajo	1.977	10.539	-
% Invierten en la mejora de los procesos de trabajo	16,6	54,7	-
Invierten en el desarrollo de productos o procesos para sustituir patentes o licencias	-	1.308	-
% Invierten en el desarrollo de productos o procesos para sustituir patentes o licencias	-	6,8	-
Gastos en innovación			
	%		%
> Adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación tecnológica	61,5		39,7
> Adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	5,3		0,9
> Capacitación ligada a actividades de innovación	5,3		2,8
> Lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas	3,6		1,5
> Investigación y Desarrollo Tecnológico	15,8		42,5
> Diseño industrial o actividades de arranque de producción tecnológicamente nuevos o mejorados	6,2		3,6
> Adquisición de software u otra tecnología externa ligada a la innovación tecnológica	2,2		8,0
> Preparación para introducción de servicios o métodos de entrega nuevos o mejorados	0,0		1,0
Total Gastos en innovación	100		100

Cuadro 4.14: Indicadores de innovación de la industria.  
(Fuente: Conacyt, 2001, 2007; INEGI, 2004)

Más aún, dicha situación se presenta como reciente, pues de acuerdo a la encuesta llevada a cabo mediante el Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004 (INEGI, 2004), las empresas en general destinaban pocos recursos a la innovación y el desarrollo tecnológico. Dicha situación se refleja aún en la precariedad o inexistencia de infraestructura y en la escasez de recursos humanos para la I+D al interior de las empresas. Asimismo, las pautas de innovación se enfocaban poco hacia la creación de tecnología propia.

Si bien para el año 2003 existe un aparente crecimiento en el porcentaje de las empresas que invierten en la creación de nuevos productos (34,3%) y la mejora de procesos (54,7%)



en comparación a los indicadores del año 2001 (19,2% y 16,6% respectivamente), en la realidad es difícil determinar y comparar tales indicadores, pues dicha encuesta no muestra datos relativos al número de empresas innovadoras, gastos en innovación y el grado tecnológico o el nivel de tales innovaciones; y por la contraparte la encuesta reciente (2006) no muestra datos relativos a la creación de nuevos productos, y la mejora de procesos entre otros indicadores. No obstante, el indicador referente al “número de empresas que invierten en el desarrollo de productos o procesos, con el fin de sustituir el pago de patentes y licencias” como un indicador de las empresas innovadoras (6,8%), muestra un pobre desempeño y un bajo esfuerzo de las empresas por desarrollar productos con un alto contenido tecnológico (situación confirmada en la encuesta reciente).

La problemática anterior puede ser verificada al observar las bajas cifras en el número de patentes nacionales concedidas durante varios años (Cuadro 4.15).

	2000	%	2002	%	2004	%	2006	%
Solicitadas	431		526		565		574	
Concediadas	118	27,4	139	26,4	162	28,7	132	23,0
Distribución por área tecnológica de las patentes concedidas								
Artículos de uso y consumo	23	19,5	32	23,0	32	19,8	32	24,2
Técnicas Industriales diversas	31	26,3	35	25,2	40	24,7	25	18,9
Química y Metalurgia	31	26,3	30	21,6	26	16,0	26	19,7
Textil y Papel	1	0,8	1	0,7	2	1,2	0	0,0
Construcciones Fijas	15	12,7	5	3,6	21	13,0	12	9,1
Mecánica, Iluminación, Calefacción, Armamento, y Voladuras	7	5,9	19	13,7	19	11,7	9	6,8
Física	4	3,4	13	9,4	15	9,3	15	11,4
Electricidad	6	5,1	4	2,9	7	4,3	13	9,8

Cuadro 4.15: Patentes nacionales concedidas a mexicanos por área tecnológica.  
(Fuente: IMPI, 2006)

Como se observó anteriormente, si bien el número de patentes nacionales solicitadas a ido en aumento, por el contrario, el porcentaje de patentes concedidas ha ido disminuyendo. La situación se complica si se sitúa dicho contexto en el ámbito internacional al citar cifras de patentes otorgadas para el año 2000 y el año 2006 a países tales como E.E.U.U. (3.158 y 5.180) y Japón (243 y 387). Dichos países no solo las duplican, sino que en el caso de los E.E.U.U. las multiplican (IMPI, 2007).

De hecho, en el año 2001, pocas empresas contaban con unidades dedicadas a las actividades de I+D (9,5%) o de ingeniería (12,24%) en México. La situación para el año 2003 no cambia demasiado, pues solo el 32% de las empresas encuestadas cuentan con un departamento dedicado total o parcialmente a diseño o creación de nuevos productos o procesos (MII 2004). Si bien la reciente encuesta de innovación (ENI 2006) destaca la importancia de las unidades de I+D y de ingeniería ((42,6%, y 42% respectivamente) como fuente para la innovación, la encuesta no destaca las cifras de las unidades disponibles en las empresas mexicanas.

La estructura del SNI refleja la distribución del esfuerzo en I+D entre los sectores público y privado (Cuadro 4.16). El mayor esfuerzo dado dentro del SNI en México es realizado por el sector público. Si bien se observa un incremento en la participación del gasto y el personal de I+D por parte del sector privado, dicho esfuerzo sigue siendo insuficiente al observar que la participación en el número de investigadores por parte del sector privado se encuentra muy por debajo (28 %) en relación a la participación pública (72 %). Esto explica en gran medida los bajos resultados en términos de inversión, creación y registro de nuevos productos por parte de dicho sector, pues a pesar de que se ha aumentado la participación del mismo en el gasto de I+D, la masa crítica de investigadores para desarrollar nuevos productos es insuficiente.

	2001	2003	2005
	priv / pub	priv / pub	priv / pub
Gasto en I+D	31/ 59*	32/ 60*	38/ 53*
Personal en I+D	22/ 78	34/ 66	52/ 48
Investigadores	17/ 83	26/ 74	28/ 72

\* La suma de los parciales no totaliza el 100%, debido a que se incluyen sólo los sectores más representativos

Cuadro 4.16: Evolución de la estructura del SNI en México.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

#### 4.1.5. El ámbito financiero y de gobierno

El ámbito financiero comprende a todas aquellas entidades responsables (banca privada, financieras, organizaciones privadas sin fines de lucro, etc.) que proveen recursos económicos a las empresas para desarrollar sus actividades innovadoras. Sin embargo, esto no siempre es cierto, puesto que generalmente suele ser una función compartida entre las entidades gubernamentales y privadas. Más aún, en la mayoría de los países más del 60 % de dicha inversión sigue corriendo a cargo del gobierno. Desde la perspectiva del conocimiento, el ámbito financiero es el responsable por la promoción de las actividades innovadoras. Esto es hecho, generalmente, a través de dar acceso a las empresas al financiamiento (público y privado) orientado al desarrollo tecnológico a través de diferentes programas y esquemas de fondos desarrollados tanto por el Estado como por las instituciones privadas (préstamos bancarios, fondos de inversión, cajas de ahorro, etc). Sin embargo, este ámbito depende en gran medida del desarrollo de las políticas apropiadas. Dichas políticas deben apuntar a promover y facilitar el acceso al financiamiento para las empresas, además de estimular a las empresas a invertir en I+D.

En línea con lo anterior, el ámbito de gobierno juega un papel crucial dentro de todo el SNI. Sus funciones de regulación y estimulación generalmente no siempre se llevan a cabo de manera correcta, pues las políticas desarrolladas en el ámbito comercial, industrial y científico pueden llegar a entorpecer y desalentar los procesos innovadores de las empresas.

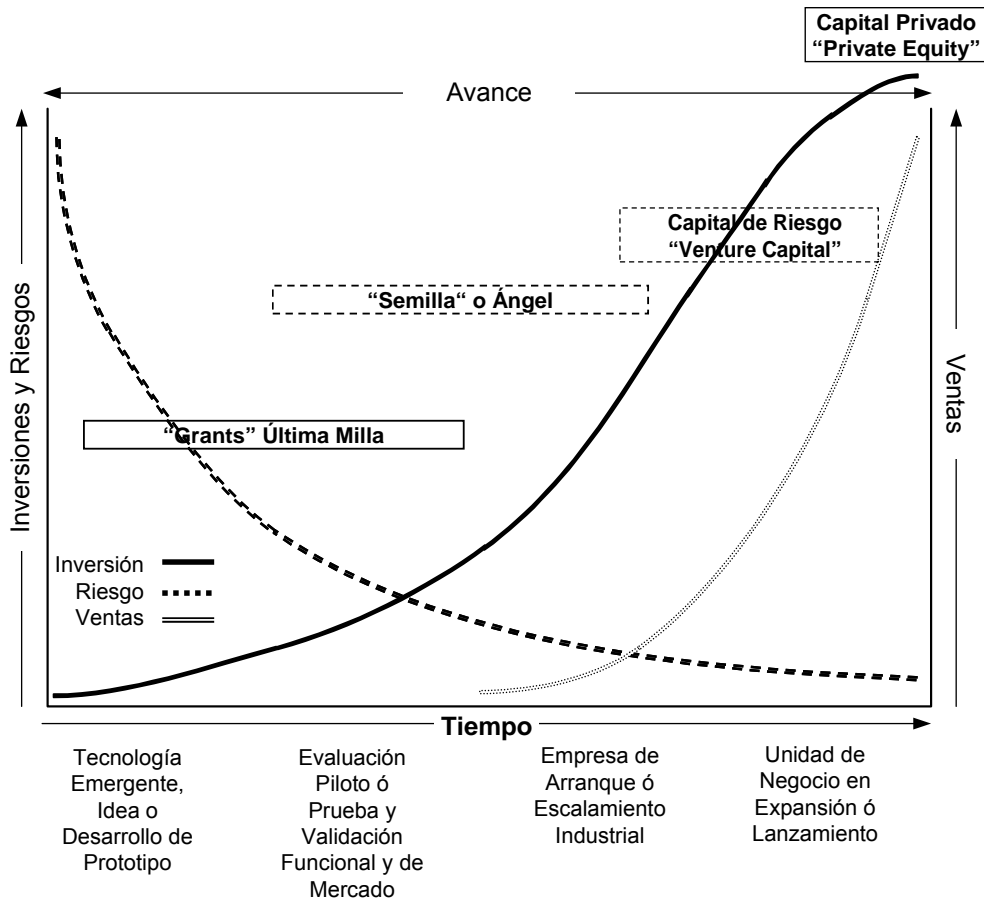
Por el contrario, buenas políticas en los tres ámbitos anteriores catalizan y fomentan las inversiones en los procesos de innovación. No obstante, esto no depende solamente de un gobierno central, depende en gran medida de la coordinación de todos los elementos y los diferentes niveles que lo componen. Desde la perspectiva del conocimiento, el gobierno tiene un rol fundamental al jugar un papel regulador y estimulador de las actividades innovadoras tendientes a crear conocimiento dentro de todo el SNI. El gobierno tiene la obligación de crear políticas y programas de CyT que fomenten su desarrollo dentro de las instituciones y las empresas que se encuentran en el SNI de forma que permitan a las instituciones y las empresas desarrollar aquellas actividades innovadoras generadoras de conocimiento y consecuentemente de beneficios económicos y sociales.

#### *La financiación de la I+D y la innovación*

Si bien el ámbito industrial es uno de los elementos más débiles de todo el SNI en México, el ámbito financiero es aún más débil y contribuye en gran medida al debilitamiento del primero. De hecho, en México muy pocas empresas invierten en I+D o desarrollan productos y procesos innovadores, y las que invierten lo hacen tímidamente. En general, las causas por las que las industrias no invierten en actividades de I+D son muchas y muy variadas, y van desde el desconocimiento de las opciones de financiamiento, hasta la apatía de afrontar los largos y tediosos trámites para obtener algunos de estos apoyos. Diversas estadísticas muestran que la falta de otorgamiento de crédito en México, constituye una de las principales barreras a la modernización tecnológica de las empresas, a diferencia de otros países en donde existen otro tipo de mecanismos para financiar las actividades innovadoras con participación privada y pública.

El acceso al financiamiento privado (banca privada, financieras, organizaciones privadas sin fines de lucro, etc.) para financiar las inversiones en I+D e innovación suele ser bastante escaso y costoso, sobre todo para las PYMEs. Los bancos suelen ser reacios a financiar proyectos arriesgados e innovadores, sobre todo a empresas pequeñas. Éstos se encuentran más enfocados a financiar a empresas de mayor tamaño, o a aquellas especializadas en la exportación. Además de que, ni los fondos de capital privado (private equity) ni de capital riesgo (venture capital) están muy desarrollados en México, por lo que los préstamos bancarios, los préstamos informales a precios exorbitantes o el crédito de proveedores (muy extendido) suelen ser los únicos recursos para las empresas pequeñas (Cuadro 4.17).

De hecho, en México existen alrededor de 30 fondos de inversión tanto de capital privado, como de capital riesgo, mientras que en otros países como Brasil, España y Taiwan existen 71, 105 y 259 fondos, respectivamente. Esto se debe, en parte, a las condiciones que ofrecen los países para el desarrollo de este tipo de fondos, de tal manera que en México no se ha logrado establecer un ambiente que permita el desarrollo de la industria de capital privado. Las "Encuestas de Evaluación Coyuntural del Mercado Crediticio" realizada trimestralmente por el Banco de México permiten confirmar parte de lo anteriormente afirmado. Datos recientes observan que, para el año 2006, en promedio la banca comercial nacional cubrió sólo alrededor del 18,7% de las necesidades crediticias de las empresas, mientras que la mayor parte encontró en los proveedores su principal fuente de financiamiento (60,6%) (BANXICO, 2006).



Cuadro 4.17: Esquema de financiamiento a la I+D.  
(Fuente: ADIAT, 2007)

Debido a la anterior situación, el acceso a las fuentes de financiamiento para la I+D y la innovación ha tenido que ser realizado con recursos públicos. En este sentido, el esfuerzo del gobierno por fomentar y estimular las actividades de I+D en el sector privado ha sido dado a través del CONACYT al implementar una serie de medidas con el fin de facilitar dicho acercamiento (de la I+D) hacia las empresas. Así, se tiene que, a partir del tercer objetivo estratégico del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 (PECyT) (CONACYT, 2002), destinado a elevar la competitividad y la innovación de las empresas, se han llevado a cabo una serie de acciones entre las que destacan la modificación de la Ley del Impuesto sobre la Renta para otorgar hasta un 30% de estímulo fiscal a empresas que inviertan en I+D, la participación de empresas en Fondos Mixtos y Sectoriales, y la creación del programa denominado AVANCE ((CONACYT, 2006).

Con el Programa de Estímulos Fiscales a las empresas se promueve uno de los factores considerados más importantes en la competitividad: la inversión en el desarrollo de nuevos

productos, materiales y procesos, es decir, lo que se conoce como Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE), al otorgar un incentivo fiscal por el 30% de la inversión anual realizada por las empresas en proyectos de investigación y desarrollo tecnológico. Este programa ha propiciado a la un incremento en los recursos destinados a IDE por parte del sector privado (Cuadro 4.18).

Concepto	2001	2002	2003	2004	2005	2006
PyMES (%)	60	62	59	63	67	60
Grandes (%)	40	38	41	37	33	40
Empresas (Número)	150	201	245	357	613	482
Proyectos (Número)	548	787	918	1308	2083	1617
Estímulo Fiscal*	545	610	566	1.055	3.000	4.000

\* Monto en millones de pesos

Cuadro 4.18: Resultados programa Estímulos Fiscales.  
(Fuente: (CONACYT, 2007)

Una evaluación externa realizada por CONACYT, muestra una serie de impactos y beneficios derivados de la aplicación de dicho programa durante el periodo 2001-2004 (Cuadro 4.19).

Concepto	2001	2002	2003	2004
Incremento a la producción*	4.723	4.824	25.504	62.062
Incremento en ventas*	6.973	12.041	58.055	128.225
Incremento en utilidades*	1.465	2.158	4.519	2.388
Exportaciones*	877	1.568	20.044	55.008
Sustitución de Importaciones*	124	670	456	522
Reducción de costos*	-	-	711	2.249
Patentes	-	123	77	125
Nuevos Productos	-	724	762	1.099
Generación de empleos	1.190	6.180	6.377	19.335

\* Monto en millones de pesos

Cuadro 4.19: Impacto de los estímulos fiscales.  
(Fuente: CONACYT, 2006)

No obstante, si bien la cifras reportadas pueden proporcionar una apreciación estimada del crecimiento, difícilmente podrán interpretarse como tendencias firmes. Sin embargo, dan margen a reconocer el enorme impacto que dicho programa ha tenido en la generación de beneficios para el país, no solo a un nivel cuantitativo, sino también a un nivel cualitativo:

- Un número cada vez mayor de empresas hacen inversiones en I+D y participan en las convocatorias,
- Si bien el crecimiento en el número de empresas es similar en las grandes y en las PYMEs, comienza a percibirse un aumento relativo ligeramente mayor en estas últimas que se hace especialmente notorio en las de menor escala (pequeñas y micro),

- El porcentaje de proyectos elegibles se ha venido incrementando, hasta alcanzar en 2005 el 88,2%. Al parecer las empresas tienen cada vez más claro el sentido de la actividad de investigación y desarrollo y de su contribución a sus resultados y a su crecimiento,
- El tamaño medio de los proyectos se ha incrementado, como resultado de la experiencia y la capacidad acumuladas; han crecido también en complejidad y en originalidad.

El programa AVANCE (Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios), junto con el Programa del Fondo de Economía y el Fondo PYME, son programas de reciente creación (entre 2002-2004). Dichos programas se encuentran orientados fundamentalmente hacia el desarrollo de la I+D y la innovación, buscando estimular principalmente a las empresas, aunque se busca también la participación de las universidades y los centros públicos de investigación. Promueven la generación de conocimiento, la producción y comercialización de productos con alto contenido y un mayor esfuerzo tecnológico por parte de las empresas (Cuadro 4.20).

Programa	Empresas/ Instituciones	Montos*
Proyectos última milla	124	353.153
Programa emprendedores CONACYT-NAFIN	15	72.871
Escuela de negocios	4	15.000
Total	143	441.024

\* Millones de pesos

Cuadro 4.20: Resultados programa AVANCE.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

Mención aparte merece el denominado Fondo de Garantías CONACYT-NAFIN enmarcado dentro del mismo programa AVANCE. Este programa fue creado con el fin de afrontar uno de los mayores problemas para la inversión privada en la I+D a través del capital privado y el capital riesgo. No obstante, dicho instrumento "capital semilla" previsto durante el periodo pasado (2000-2006) no llegó a implementarse.

Con la instrumentación del programa AVANCE se apoya a los empresarios, investigadores e instituciones de investigación para transformar sus descubrimientos y desarrollo científicos y tecnológicos en casos de éxito. El programa AVANCE es un programa creado para impulsar la creación de negocios basados en la explotación de desarrollos científicos y/o desarrollos tecnológicos. Dicho programa cuenta con tres instrumentos:

- Programa "Última Milla", el cual otorga apoyos económicos para lograr que desarrollos científicos y tecnológicos maduros puedan convertirse en proyectos de inversión que originen negocios de alto valor agregado o nuevas líneas de negocio.
- Programa de Emprendedores CONACYT-NAFIN, que ofrece aportaciones de capital a empresas que desean iniciar o consolidar negocios basados en la explotación de descubrimientos científicos y/o desarrollos tecnológicos.

- Fondo de Garantías CONACYT-NAFIN, el cual facilita el acceso a líneas de crédito a las empresas que desarrollan nuevos productos o nuevas líneas de negocio y desean invertir en sus capacidades de producción o contar con capital de trabajo. El programa otorga garantías y condiciones de financiamiento preferentes a través de la banca comercial.

Por su parte, el Fondo de Economía suscrito entre la Secretaría de Economía y el CONACYT, apoya el desarrollo y la innovación tecnológica del sector productivo y promueve que las empresas desarrollen ventajas para competir en los mercados, a partir de la utilización de la tecnología como elemento estratégico de desarrollo (Cuadro 4.21).

Concepto	2002	2003	2004	2005	2006
Empresas participantes	221	235	197	258	242
Proyectos	294	350	209	339	333
Apoyo otorgado*	152,5	231,8	158,1	175,8	63,5

\* Millones de pesos

Cuadro 4.21: Resultados Fondo de Economía.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

La Secretaría de Economía es también responsable del programa de desarrollo empresarial denominado "Fondo PYME". Este fondo está basado en el Programa de Desarrollo Empresarial 2001-2006 (PDE), el cual fue constituido como un programa sectorial que articula el conjunto de políticas, estrategias, acciones e instrumentos que apoyan a las empresas y a los emprendedores.

En particular, este fondo forma parte de una serie de estrategias establecidas dentro del PDE, entre las cuales destaca la estrategia denominada Vinculación al desarrollo y la innovación tecnológica<sup>3</sup>. No obstante, si bien este programa apunta a fomentar el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas, dicho fondo no se encuentra orientado solamente hacia el desarrollo de la I+D y la innovación. Los apoyos al fondo se otorgan a proyectos que se encuentren clasificados dentro de cinco categorías (y 32 subcategorías): i) creación y fortalecimiento de empresas, desarrollo tecnológico e innovación, ii) Articulación productiva sectorial y regional, iii) Acceso a mercados, iv) acceso a financiamiento, y v) realización de eventos PYME y otras actividades e instrumentos de promoción.

Este instrumento se caracteriza por tener una clara orientación hacia proyectos de carácter empresarial y un claro sesgo hacia proyectos de desarrollo de nuevos productos, procesos y negocios. En este sentido, las áreas productivas que más se han beneficiado de este instrumento son las industrias alimentaria, automotriz y de autopartes; la eléctrica y electrónica, y la industria farmacéutica y biotecnología.

<sup>3</sup>Dicha estrategia señala cinco líneas de acción: i) Modernización y fortalecimiento tecnológico en las MIPYMES, ii) Desarrollo e innovación tecnológica, iii) Transferencia de tecnología a través de esquemas de subcontratación industrial, iv) Promoción de una cultura tecnológica empresarial, y v) Fomento a los esquemas de normatividad nacionales e internacionales. Con esta estrategia se propone fortalecer el desarrollo tecnológico, así como la transferencia de tecnología mediante esquemas de subcontratación industrial, además de la creación de un fondo de apoyo para el desarrollo e innovación tecnológica.

Asimismo, existe una clara intención de fomentar la vinculación entre los agentes del SNI: las empresas grandes que deseen participar deben hacerlo incorporando en sus propuestas a empresas micro, pequeñas o medianas, que podrán ser parte de su cadena de proveedores o distribuidores y que se beneficien y aporten al desarrollo del proyecto. Adicionalmente, las propuestas que cuenten con la participación de centros públicos de investigación o instituciones tales como universidades, institutos, centros de ingeniería y desarrollo tecnológico, tienen mayor posibilidad de ser elegidas (Cuadro 4.22).

	Importe en miles de pesos (SPYME/OI*)			Proyectos		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Formación de Emprendedores	925,0/925,0	380,0/434,0	687,5/685,5	3	2	3
Creación y Fortalecimiento de incubadoras de empresas	39906,0/66673,0	61349,0/89365,0	57424,7/66438,7	59	120	136
Innovación y DT	347759,0/353831,6	119950,5/91355,4	67412,3/96037,1	30	34	53
Centros de Desarrollo Empresarial	18603,1/11652,2	23937,2/9314,5	21376,6/9829,6	59	55	51
Creación y Fortalecimiento de Aceleradoras de negocios	-	42955,8/52830,0	76730,6/79668,8	-	6	9
Capacitación y Consultoría	-	151177,4/137559,1	120649,4/130377,5	-	77	108
Formación de instructores y consultores	-	5878,8/6228,2	2910,8/4261,2	-	13	7
Promoción	-	5194,7/11671,3	6403,7/7880,4	-	19	21
Monto total	138.684,3	598.275,4	585.327,0	151	326	388

\* Otras instituciones

Cuadro 4.22: Resultados Fondo PYME.  
(Fuente: Secretaría de Economía, 2007)

En 2002 se crearon los Fondos Sectoriales y Mixtos como instrumentos estratégicos para impulsar la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico en áreas prioritarias como salud, educación, desarrollo económico y desarrollo social, entre otras, y complementan el presupuesto regular que se destina a la ciencia y tecnología (Cuadro 4.23).

El enfoque que CONACYT ha dado a la administración de recursos para la ciencia y la tecnología en los fondos sectoriales y mixtos cuenta con las siguientes características: i) recursos concurrentes del CONACYT y de las Secretarías-Organismos y Gobiernos Estatales-Municipales, ii) convocatorias públicas de carácter nacional, iii) definición de temática y prioridades por el Sector, con ayuda de especialistas de cada área, iv) evaluación de propuestas por expertos científicos y tecnólogos, v) asignación de recursos a las mejores propuestas, a través de procesos competitivos, y vi) transparencia y rendición de cuentas, a través de evaluación ex ante y ex post de resultados e impacto de los proyectos apoyados.

Los Fondos Sectoriales constituyen un medio para apoyar proyectos de investigación y desarrollo que atiendan problemas de alta prioridad para la sociedad en el ámbito de cada secretaría y entidad pública. Estos son concertados por el CONACYT y las Secretarías de Estado y entidades del Gobierno Federal. Por su parte, los Fondos Mixtos (Fomix) buscan atender prioridades y demandas puntuales a nivel municipal, estatal y regional. Los 30 Fondos



Programa (2002-2006)	Proyectos	Importe*
Fondos Sectoriales	3.171	4.019,8
Fondos Mixtos	2.053	1.532,9

\*Millones de pesos

Cuadro 4.23: Resultados de los Fondos Sectoriales y Mixtos.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

Mixtos dan continuidad a los denominados Sistemas de Investigación Regional surgidos en el sexenio anterior, si bien la modalidad es distinta, se enfocan a las entidades federativas más que a regiones. Dichos fondos constituyen un instrumento estratégico para fomentar la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico en diversas áreas, siendo concertados por el CONACYT con los gobiernos de los Estados y los municipios.

Con la diversidad de estos instrumentos se ofrece una plataforma financiera al sector productivo (Cuadro 4.24), con el fin de facilitar la inversión de las empresas en el desarrollo de tecnologías competitivas, así como apoyos para el fortalecimiento de redes y la formación de consorcios que posibilitan la creación de fideicomisos que pueden dar una oportunidad a los sistemas locales o regionales de innovación.

Instrumentos	Convocatoria		Tipo de actividades que estimula		
	Orientada a problemas	Vinculación Universidad-Empresa	CPI	IES	Empresas
Fondo ciencia básica	No	No	Investigación básica		
SNInv	No	No	Investigación básica, y menos aplicada		
Fondos mixtos	Sí	No	Investigación aplicada		
Fondos sectoriales (excluye ciencia básica y economía)	Sí	No	Investigación aplicada		
Fondo economía	No	Sí	Investigación aplicada I+D		
Consortios	Sí	Sí	Investigación aplicada I+D		
Estímulos fiscales	No	No	I+D		
AVANCE	No	Sí	Desarrollo experimental		I+D

Cuadro 4.24: Incentivos que promueven comportamientos en los elementos del SNI.  
(Fuente: FCCyT, 2006)

No obstante, una evaluación reciente realizada por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT, 2006a) para el periodo 2002-2005, muestra que la distribución del presupuesto del CONACYT fue en su mayoría dirigido hacia la formación de recursos humanos y ciencia básica (66,5%), investigación orientada, iii) I+D e Innovación (3,8%) y otros (los cuales incluyen, gastos de operación 9,4%, otros fondos 1,7% y otros apoyos 9,5%).

*Las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCyT)*

En materia de PCyT en México, es hasta principios de los años 70 cuando se desarrollan las primeras iniciativas en esta materia, con el fin de ordenar y regular dichas actividades, como consecuencia de un evidente atraso científico y tecnológico, y una dependencia del exterior producto de las anteriores políticas industriales<sup>4</sup>.

Así, en 1970 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), e INFOTEC como organismo de difusión sobre esta temática. Además, en el mismo año se desarrolla el primer programa de CyT denominado Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología. Tales esfuerzos apuntan a promover la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación tecnológica. No obstante, es importante señalar que la PCyT en México mantenía el carácter de política de Gobierno hasta el año 1999. Por lo tanto, hubo que esperar casi tres décadas para disponer formalmente de un marco legal que sentara las bases de una línea principal de acción del Gobierno en materia de impulso, fortalecimiento y desarrollo de la investigación científica y tecnológica.

En 1976, el CONACYT se da a la tarea de realizar el segundo programa de CyT denominado Plan Nacional Indicativo de Ciencia y Tecnología y para el periodo 1978-1982 desarrolla el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología. Se puede afirmar que es a partir de estas primeras acciones que comienzan a estructurarse las bases para la formación del sistema de científico y tecnológico en México.

En la década de los 80, y debido a ajustes estructurales entre 1982 y 1983, se experimenta una redefinición del papel del Gobierno, lo cual se traduce en nuevas políticas de apertura comercial, modificación de precios y tarifas del sector público que, a su vez, provocan un cambio de criterios financieros y la reducción de la intervención directa del Gobierno en la economía. Dicha liberalización económica se consolida con el ingreso de México al GATT, y posteriormente en los años 90 con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC)<sup>5</sup> y de diversos acuerdos con Centro América y varios países de América del Sur. Consecuentemente, la industria es una de las actividades más impactadas por las crisis y hacia 1988 el cambio estructural se inicia.

---

<sup>4</sup>Hacia principios de los años setenta las diferentes políticas aplicadas habían originado una industria heterogénea en el que las subsidiarias de las empresas transnacionales recibían su tecnología directamente de la casa matriz, conformando centros de I+D complementarios en casos excepcionales. El resto de la industria nacional, pública y privada, trataba de modernizarse mediante la compra y el licenciamiento de tecnología, contratos de asistencia técnica y consultoría. Un ejemplo de tales iniciativas son el denominado Programa Nacional Fronterizo (1961) y el Programa Nacional de Industrialización de la Frontera Norte (1966), que da inicio a la instalación de maquiladoras. Esta política es favorecida por la estrategia de despliegue industrial seguida por las empresas multinacionales, que buscan relocalizar sus procesos productivos intensivos en mano de obra en zona cercanas a sus grandes mercados.

<sup>5</sup>La celebración del TLC a mediados de los 90, constituye una estrategia muy importante para la TT y la promoción de la industrialización del país. A partir de dicho periodo y con la entrada del TLC, dichos reglamentos y leyes se adecuan a las exigencias internacionales. Sin lugar a duda, en la década de los noventa se conforma en México un nuevo marco regulatorio influido por un escenario de privatización y desregularización, que supone un drástico cambio en las reglas del juego y en el modelo de organización productiva (Casalet 2004).

No obstante, un hecho relevante es que al margen de sus dificultades, la industria es en México, y previsiblemente sigue siendo, uno de los sectores más dinámicos de la economía, la que paga los salarios más elevados y la que aporta la mayor parte de los recursos externos. Aunque los servicios juegan ahora un rol cada vez más importante y los índices de industrialización ya no van en ascenso, es indudable que el papel del sector sigue siendo determinante para el crecimiento económico del país. Por ello su importancia en la configuración de varios de los procesos en curso durante esa época.

En 1984 se publica el Programa Nacional para la Promoción de la Industria y el Comercio Exterior (Pronafice). Dicho programa comprende el diagnóstico tecnológico y los principales problemas para adaptar, difundir e innovar en cada sector, además de señalar la necesidad de poner en marcha un “nuevo paradigma tecnológico” basado en la promoción de la innovación, la difusión y la adaptación de nuevas tecnologías. Asimismo, indica los horizontes de tiempo en que se debían desarrollar algunos sectores tecnológicos específicos de los llamados de “alta tecnología” para la modernización del país (Peres Núñez, 1994 )<sup>6</sup>. En el aspecto científico, en ese mismo año se emite la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico y se publica el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (1984-1988).

En dicho programa la meta siguió siendo la autodeterminación de la CyT en el país, y buscar que ésta ofreciera soluciones alternativas en sectores claves para el desarrollo nacional como son: energéticos, transportes, informática y telecomunicaciones. Asimismo, en este Programa se consideró a la formación de recursos humanos como un elemento indispensable en la estructura del Sistema de CyT, lo cual significó dedicar una proporción importante del presupuesto de CONACYT en esta área y la creación del Sistema Nacional de Investigadores (SNIInv) en 1984.

En la última década del siglo XX, el Gobierno se preocupó por orientar sus esfuerzos para superar las deficiencias administrativas y la falta de capacitación de los trabajadores, poniendo en marcha proyectos para la capacitación laboral y gerencial con apoyo de organismos nacionales e internacionales. En este contexto se insertan el Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica (1990-1994) (Fidetec, ForcCyTec, Preaem y el Programa de incubadoras de empresas de base tecnológica) y el Programa de Ciencia y Tecnología (1995-2000). De dichos programas surge el interés por crear un entorno económico con capacidad para motivar la inversión privada y la generación de empleos productivos. En este contexto se revalorizan las posibilidades de las PYMES y se jerarquiza la creación de instituciones vinculadas con aspectos centrales del nuevo desarrollo, como la calidad, la normalización y verificación de procesos, la calificación y el estímulo a la modernización tecnológica (Ley Federal de Normalización y Metrología de 1992, y Ley de Propiedad Industrial de 1994 antes denominada Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial de 1991).

---

<sup>6</sup>El Pronafice propone que dichas metas se alcancen mediante cinco líneas de política que incluyen el financiamiento de proyectos tecnológicos en condiciones preferenciales o mediante capital de riesgo, subsidios fiscales, desarrollo de centros industriales de i+d, desarrollo de proveedores mediante la subcontratación y la creación de vínculos efectivos entre las empresas y las instituciones de investigación.

A mediados de la década de los noventa surge el Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000). La competitividad, la productividad y la descentralización regional quedan finalmente instalados en el discurso de la política industrial. Las grandes líneas estratégicas consagran el apoyo a la formación de agrupamientos industriales y al desarrollo de entornos institucionales integrados en redes. En este sentido se crean los Sistemas Regionales de Ciencia y Tecnología (SRCyT), que tenían como propósito apoyar la I+DT vinculados a los problemas económicos y sociales de una región, concertar la participación del sector productivo en la investigación y la formación de recursos humanos para elevar el nivel de competitividad, así como promover la concertación en todos los niveles. Bajo este criterio se concibieron nueve Sistemas, los cuales establecieron un paso importante para llevar a cabo la estrategia de descentralización de la ciencia y la tecnología, concibiendo a la investigación como un medio para alcanzar el desarrollo de las regiones. Estos mismos, marcaron el antecedente de los denominados Fondos Mixtos (FOMIX).

En este mismo periodo, el financiamiento gubernamental a la innovación y la falta de accesibilidad al crédito es quizá uno de los problemas fundamentales abordados en algunos trabajos dedicados a las PYMEs. Como se aprecia, en el caso concreto de las acciones de Gobierno, destaca la labor del CONACYT como organismo rector de las PCyT del país y de estrecha vinculación con el sector académico y empresarial. En este ámbito, para contar con un marco legal acorde con las nuevas orientaciones de la política, la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico de 1985 fue abrogada en 1999, cuando se aprueba la Ley para el Fomento de la Ciencia y la Tecnología, la cual propuso nuevos instrumentos para lograr que la CyT e innovación contribuyeran al crecimiento del país a nivel económico, social y educativo. Esta ley introdujo cambios en la concepción de la PCyT, en la estructura organizativa de las instituciones de investigación, en los instrumentos de apoyo a la investigación y en el fomento a la descentralización.

Las reformas económicas introducidas entre los años 1982 y 1998 cuyos resultados produjeron modificaciones radicales, dispararon procesos acumulativos que actuaron sobre el sistema nacional de innovación existente. Entre las modificaciones destacan los cambios institucionales que surgieron de alteraciones en ordenamientos legales que atañen de diversas formas a los agentes del SNI. La trama de dichos ordenamientos y sus consecuencias sobre las conductas de los agentes constituyen el marco regulatorio de dicho sistema (FCCyT, 2006).

En el año 2001 se aprueba el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECYT) para el periodo 2001-2006, siendo el principal instrumento de la PCyT en México. Desde el punto de vista del SNI, la pertinencia de la I+D, la interacción entre los agentes, la regionalización de las capacidades, el fomento a la innovación, la coordinación del mismo sistema y la participación social se encuentran en el centro de su concepción. En este sentido, el PECYT cumple con el papel de ordenar y articular los esfuerzos nacionales y estatales en CyT de acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, y su fundamento legal es la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica de 1999. Dicho programa se encuentra enmarcado bajo tres objetivos estratégicos: disponer de una política de Estado en CyT, incrementar la capacidad de CyT del país y elevar la competitividad y la innovación de las empresas; los cuales serán alcanzados a través de implementar un conjunto de estrategias propuestas (Cuadro 4.25).

Objetivos	Estrategias
Contar con una política de estado en CyT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructurar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología</li> <li>• Adecuar la Ley Orgánica del CONACYT</li> <li>• Impulsar las áreas de conocimiento estratégicas para el desarrollo del país</li> <li>• Descentralizar las actividades científicas y tecnológicas</li> <li>• Acrecentar la cultura científica y tecnológica de la sociedad</li> </ul>
Incrementar la capacidad en CyT del país	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar el presupuesto nacional para actividades de C&amp;T</li> <li>• Aumentar el personal técnico medio y superior y el científico con posgrado</li> <li>• Promover la investigación científica y tecnológica</li> <li>• Ampliar la infraestructura científica y tecnológica nacional</li> <li>• Fortalecer la cooperación internacional en CyT</li> </ul>
Elevar la competitividad y la innovación en las empresas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar la inversión privada en I+D</li> <li>• Promover la gestión tecnológica en las empresas</li> <li>• Promover la incorporación de personal científico y tecnológico de alto nivel en las empresas</li> <li>• Fortalecer la infraestructura orientada a apoyar la competitividad y la innovación de las empresas</li> </ul>

Cuadro 4.25: Objetivos y estrategias del PECYT 2001-2006.  
(Fuente: CONACYT, 2006)

En el año 2002 se aprueba la Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT), que sustituye a la LFICyT (1985), y la Ley Orgánica del CONACYT, confiriéndole al mismo la modalidad de organismo descentralizado del Estado, con lo que se pretende facilitar la instrumentación y el establecimiento de las bases de una política de Estado que conduzca a la integración del SNCyT. La LCyT cuenta con los objetivos de regular los apoyos que el gobierno otorga para alentar el desarrollo de la CyT del país, determinar los instrumentos mediante los cuales el gobierno proporcionará los apoyos, establecer mecanismos de coordinación entre los principales actores del sistema de CyT, establecer los mecanismos de coordinación con los gobiernos de los estados y vincular las investigación científica y tecnológico con la educación. Otros elementos que incorpora la LCyT son la creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (CGICYT); el Foro Consultivo, Científico y Tecnológico (FCCyT); la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología (CNCYT) y la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación (RENACYT), dotando con esto, de autonomía a los CPI (Cuadro 4.26).

Además de las reformas mencionadas anteriormente, se crean en todos los Estados de la República Mexicana (incluyendo el Distrito Federal): 26 consejos estatales, 22 leyes estatales, 17 comisiones estatales en los Congresos locales, 13 programas o planes estatales y 18 leyes estatales que involucran el tema de la innovación (todos dentro del ámbito de la CyT).

Con el fin de orientar los objetivos estratégico del PECYT hacia el mejoramiento del nivel y la calidad de vida del país (en línea con la LCyT), el programa establece 5 áreas estratégicas de conocimiento<sup>7</sup>:

<sup>7</sup>De acuerdo con el PECyT, se denominan "Áreas estratégicas del conocimiento" aquellas que tienen un impacto en varios sectores del Gobierno Federal y que tienen una alta tasa de cambio o innovación a nivel

- Información y las comunicaciones,
- Biotecnología,
- Materiales avanzados,
- Productos y los procesos de manufactura de alto valor agregado,
- Infraestructura y desarrollo urbano y rural, incluyendo sus aspectos sociales y económicos.

No.	Actividad	Fecha
1	Publicación de la Nueva Ley de Ciencia y Tecnología	Junio 2002
2	Publicación de la Nueva Ley Orgánica del CONACYT	Junio 2002
3	Publicación del Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECyT)	Diciembre 2002
4	Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico	Junio 2002
5	Instalación del Comité Intersecretarial para la integración del Presupuesto Federal en Ciencia y Tecnología	Junio 2002
6	Instalación del Consejo General de investigación Científica y Desarrollo Tecnológico	Agosto 2002
7	Creación del Ramo Presupuestal 38 para el CONACYT	Octubre 2002
8	Instalación de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología	Noviembre 2002
9	Acuerdo de sectorización de los 27 Centros Públicos de Investigación CONACYT	Abril 2003
10	Decreto por el que se adiciona el Artículo 9 Bis de la Ley de Ciencia y Tecnología	Diciembre 2004
11	Acuerdo de la Comisión Nacional Hacendaria para canalizar Recursos a los Estados en Ciencia y Tecnología. Ramo 39	Diciembre 2004
12	Nuevo Reglamento de Becas	Diciembre 2004
13	PEF. Art. 23. Los recursos fideicomitidos de los Fomix se destinarán hasta en un 80% a proyectos vinculados con la investigación aplicada al desarrollo	Diciembre 2005
14	Reforma a la Ley del Impuesto sobre la Renta, Art. 219, relativa a los Estímulos Fiscales	Febrero 2006
15	Ley de Ingresos de la Federación. Art. 16, fracción IV, inciso C. Monto de Estímulos Fiscales	Febrero 2006
16	Lineamientos para la aplicación de los recursos del Ramo 39. Programa de Apoyo al fortalecimiento de las Entidades Federativas.	Febrero 2006

Cuadro 4.26: Reformas para disponer de una política de estado en CyT.  
(Fuente: CONACYT, 2006)

mundial. Así, los criterios que se utilizaron para la identificación de las áreas prioritarias científico-tecnológicas fueron los siguientes: i) alta tasa de cambio científico y tecnológico ii) Existencia de investigadores de alto nivel en el país iii) Impacto en el bienestar de la población iv) Impacto del cambio científico y tecnológico en los sectores productivo y social v) Base importante de actividad económica en los sectores que harán uso de las innovaciones vi) Grado de dependencia tecnológica del exterior vii) Potencial de nuevos avances o desarrollos en el futuro mediano viii) Oportunidades para la creación de empresas de base tecnológica, e iv) Impacto en la elevación de la competitividad de las empresas.

Para cumplir el segundo objetivo estratégico del PECYT, se crean una serie de reformas que permitan implementar las PCyT desde diferentes enfoques (institucional, sectorial, temático, internacional y regional) (Cuadro 4.27). El objetivo final de dichas reformas es el de facilitar la distribución de los recursos de una manera más homogénea y aumentar la capacidad de absorción de todos los agentes del SNI. Para tal fin se diseñaron (además de los ya existentes) un conjunto de instrumentos de fomento y apoyo a las actividades de CyT dentro de los cuales se pueden citar:

1. El Fondo Institucional de Ciencia Básica,
2. El Sistema Nacional de Investigadores,
3. Las Becas de Posgrado,
4. Los Fondos Sectoriales,
5. Los Fondos Mixtos.

No.	Actividad	Fecha
1	Programa SEP-Conacyt para el fortalecimiento de Posgrado Nacional	Octubre de 2001
2	Sistema Integral de Información Científica y Tecnológica (SIICYT)	Noviembre de 2002
3	Creación y puesta en marcha 17 Fondos Sectoriales y 32 Fondos Mixtos	Junio de 2002
4	Sectorización de 27 Centros de Investigación a cargo del CONACYT	Abril de 2003
5	Creación de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación	Octubre de 2003

Cuadro 4.27: Reformas para incrementar la capacidad en CyT del país.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

Si bien dichos instrumentos reflejan una cierta continuidad respecto a programas existentes previamente, algunos instrumentos creados en los años 90 tales como ForcCyTec, y Fidetec son sustituidos para dar lugar a otros (fondos mixtos y sectoriales, etc.) que mejorarán el desempeño de los anteriores. En relación a la distribución de los recursos de una manera más homogénea y aumentar al mismo tiempo la capacidad de absorción de todos los agentes del SNI en todos los niveles. En este sentido, lo que se busca es poder establecer un balance entre los dos instrumentos (fondos mixtos y sectoriales), y las áreas estratégicas del conocimiento, permitiendo con esto equilibrar los recursos destinados a cubrir las necesidades en CyT del país (Figura 4.1).

Con el fin de alcanzar el tercer objetivo estratégico del PECYT, referente a elevar la competitividad y la innovación de las empresas se crean una serie de reformas que permitan alcanzar dicho objetivo (Cuadro 4.28). A diferencia del objetivo anterior (pero en combinación con éste), el tercer objetivo reconoce la importancia que tiene la inversión en el conocimiento científico y tecnológico, demostrado en los países desarrollados. El fin último es el de incentivar la inversión privada en el desarrollo de nuevos productos, materiales, procesos y sistemas, a través de las diferentes reformas generadas. Para este fin se crean los siguientes instrumentos:

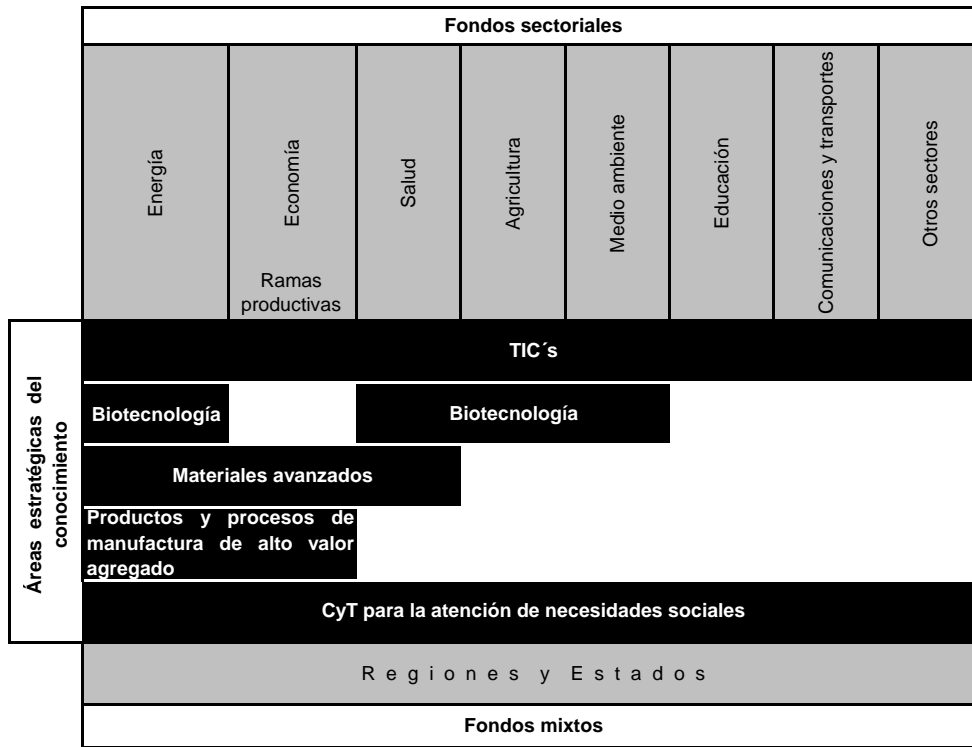


Figura 4.1: Relación entre los fondos y las áreas estratégicas del conocimiento. (Fuente: CONACYT, 2006)

- El Programa de Estímulos Fiscales.
- El Programa AVANCE.
- El Fondo de Economía.

La combinación de instrumentos pertenecientes a los dos objetivos anteriores se basó en cinco ideas centrales subyacentes en el PECYT: formación de recursos humanos, excelencia y orientación de la investigación, regionalización de las capacidades de CyT, innovación del sector productivo y vinculación de la oferta y demanda de conocimiento.

En relación con la formación de recursos humanos se incluyen las becas de posgrado, mientras que el SNIInv busca promover la presencia en las universidades y los CPI, principalmente, de una masa de investigadores para hacer investigación básica. La mayoría de los Fondos Sectoriales y los Fondos Mixtos atienden a una mayor orientación y pertinencia de la investigación, mientras que el fondo de Ciencia Básica y el SNIInv buscan promover la calidad y la excelencia de la ciencia básica. A su vez, los Fondos Mixtos contribuyen a la regionalización de las capacidades de CyT. Se introducen un conjunto de instrumentos para fomentar la I+D+I del sector productivo, principalmente AVANCE y Estímulos Fiscales.



No.	Actividad	Fecha
1	Modificación al artículo 217 de la Ley ISR (30% de estímulo fiscal a empresas con inversión en IDE)	Diciembre de 2001
2	Fondo Sectorial Secretaría de Economía- CONACYT	Julio de 2002
3	Creación del programa AVANCE (Nuevos Negocios a partir de Desarrollos Científicos y Tecnológicos)	Julio de 2003
4	Alianzas público-privadas para la investigación y desarrollo tecnológico	Julio de 2003

Cuadro 4.28: Reformas para incrementar la capacidad competitiva e innovadora de las empresas.  
(Fuente: CONACYT, 2006)

La distribución presupuestal por parte del gobierno federal, en la inversión de los diferentes fondos constituidos entre el año 2002 y el año 2005, fue la siguiente (Cuadro 4.29):

Fondo	%	Fondo	%	Fondo	%
Sectorial	58,7	Mixtos	19,8	Institucional	21,5
Distribución					
SEP-Conacyt	31,0	Chiapas	1,5	Fondo Emprendedores	1,7
Semarnat	3,6	Guanajuato	2,0	Fondo de Garantías	0,6
Economía	7,4	Michoacán	1,0	Repatriaciones	2,9
Salud	5,8	Nuevo León	2,8	Posgrados	2,1
SEMAR	1,8	Tabasco	1,4	Proyectos NSF	0,3
SAGARPA	3,4	Tamaulipas	1,0	Otros Fintitucionales	4,3
CFE	1,0	Zacatecas	1,6	AVANCE Esc.de Negocios	0,3
Otros	5,0	Otros	8,5	AVANCE Última Milla	9,2

Cuadro 4.29: Distribución presupuestal de los fondos  
(Fuente: CONACYT, 2006)

El PECYT estableció como meta a alcanzar para el año 2006 niveles de inversión equivalentes al 1.5 % del PIB en el Gasto Nacional en CyT (GNCyT), y el 1 % del PIB en I+D<sup>8</sup>. No obstante, debido a las restricciones presupuestales, además de fluctuaciones recurrentes dichas metas no fueron posibles de ser alcanzadas (Cuadro 4.30).

De hecho, dichos indicadores (GNCYT 0.8 %, y GNI+D 0,46 %) han sido los máximos alcanzados a lo largo de 10 años. Tal situación, pone a México en una clara desventaja con respecto a otros países más competitivos tales como España (1,12 %), Corea (2,99 %) y E.E.U.U. (2,62 %). Aún así, para el año 2005, el gasto federal en ciencia y tecnología (GFCyT) alcanzó un monto de 31.338,5 millones de pesos, cifra superior en un 6,3 % con respecto al año anterior, el cual fue distribuido de acuerdo al objetivo socio-económico de cada una de las entidades del gobierno federal<sup>9</sup>:

<sup>8</sup>El GNCyT total incluye al gasto del sector público, las universidades y el sector privado en tres rubros: I+D, Posgrado y Servicios en CyT.

<sup>9</sup>Esta clasificación es la utilizada por los países miembros de la Organización para la Cooperación y el

1. Avance general del conocimiento.
2. Exploración y explotación de la Tierra y la atmósfera.
3. Desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca.
4. Promoción del desarrollo industrial.
5. Producción y uso racional de la energía.
6. Desarrollo de la infraestructura.
7. Salud.
8. Desarrollo social y servicios.
9. Cuidado, y control del medio ambiente.
10. Espacio civil.
11. Defensa.

Gasto	Sector Público			Sector privado	Sector externo	Gasto total	% Gasto nacional CyT	% PIB
	Total	CONACYT	Universidades					
I+D	18,525.8	2,354.1	2,778.4	16,171.2	412.3	38,101.3	57.1	0.46
Educación y enseñanza en CyT	6,842.8	2,193.0	1,241.8	2,404.1	-	10,938.7	16.4	0.13
Servicios en CyT	5,970.4	485.7	1,367.0	10,355.6	-	17,693.0	26.5	0.21
<b>TOTAL</b>	<b>31,339.0</b>	<b>5,032.8</b>	<b>5,387.2</b>	<b>28,930.9</b>	<b>412.3</b>	<b>66,817.9</b>	<b>100.0</b>	<b>0.80</b>

Cuadro 4.30: Gasto nacional en CyT 2005.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

De acuerdo con esta clasificación, los objetivos que mayor participación tuvieron en el GFCyT del año 2005 fueron el avance general del conocimiento con 57,4 %, la producción y uso racional de la energía con el 16,9 %, la promoción del desarrollo industrial con 7,4 %, y la salud con 6,2 %. En estos cuatro objetivos se integró el 87,9 % del total del GFCyT.

#### 4.1.6. La interacción y la Transferencia de Conocimiento entre los ámbitos del SNI

El nivel (en calidad e intensidad) de las interacciones mantenidas por los diferentes elementos pertenecientes al SNI pueden dar una idea del nivel de "sistematicidad" que mantiene éste. En este sentido, para el caso del SNI en México, la información disponible acerca de este tipo de información es limitada. De hecho, los estudios realizados para la obtención de este tipo de indicadores son muy limitados, y en general los esfuerzos por mejorar la interacción entre todos los elementos del SNI en México han sido pocos y muy recientes. Dentro de los pocos estudios realizados en México que pueden ser citados se encuentran: "Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad - Empresa" (Casalet & Casas, 1997), y "Encuesta Nacional de Innovación 2001" (CONACYT, 2001).

Desarrollo Económicos (OCDE), es descrita en el documento denominado The measurement of Scientific and Technological Activities 1993, Manual Frascati.

El estudio "Un diagnóstico sobre la vinculación Universidad - Empresa" (Casalet & Casas, 1997) llevado a cabo durante el año 1996 entre diferentes instituciones (públicas y privadas) de educación superior (universidades e institutos tecnológicos) e institutos de investigación (públicos y privados) mostraba que entre sus actividades principales predominaba la docencia (62,9%), posteriormente las actividades de investigación (23,3%), en tercer lugar los servicios técnicos (7,5%) y, en cuarto lugar, la capacitación (4,2%). Por su parte, la difusión, que por ley orgánica resulta ser la tercer función sustantiva de una gran parte de las instituciones encuestadas, adquiriría porcentajes poco significativos. No obstante, al desagregar la información relativa a las principales actividades por tipo de institución, se encontraron variaciones que están determinadas por las características de cada una de las misiones institucionales como se observa en el cuadro 4.31 <sup>10</sup>.

Actividad	Universidades*		Institutos de I+D	
	Públicas	Privadas	Públicos	Privados
Docencia	75,4%	75,0%	23,3%	9,5%
Investigación	15,8%	19,4%	56,7%	33,3%
Servicios técnicos	5,3%	2,8%	6,7%	33,3%
Capacitación/ Asesoría	n.d.	n.d.	13,3% <sup>c</sup>	14,3% <sup>a</sup>

\*No incluye institutos tecnológicos, n.d.: No disponible

Cuadro 4.31: Principales actividades de las universidades e institutos de investigación.  
(Fuente: CONACYT & ANUIES, 1997)

Dentro de los principales mecanismos de interacción y Transferencia de Conocimiento (denominados por el estudio modalidades de vinculación) se destaca que, en promedio, la extensión es el mayor tipo de mecanismo que se da en las empresas con el 75,6%. En segundo lugar figura la formación profesional, con el 62%. Los otros rubros de la vinculación no son muy bajos teniendo en cuenta que la I+DT fueron actividades de vinculación en un promedio de 47,5%, y las de fortalecimiento a la docencia e investigación, en un 44,7%. El nivel de detalle de cada una de las instituciones puede ser observado en el cuadro 4.32.

Mecanismos de vinculación y TC	Universidades		Institutos Tecnológicos	Institutos de investigación	
	Públicas	Privadas		Públicos	Privados
Formación profesional	59,9	55,6	81,9	48,9	41,3
Fortalecimiento a la docencia y la investigación	43,5	46,9	38,8	38,3	26,7
I+DT	52,8	78,2	33,6	55,4	58,3
Extensión	76,8	72,9	75,9	78,4	72,6

Cuadro 4.32: Mecanismos de vinculación y TC de las universidades e institutos de investigación.  
(Fuente: CONACYT & ANUIES, 1997)

<sup>10</sup>Se omiten los institutos tecnológicos por haberse aplicado la encuesta únicamente al nivel de pregrado, resultando en una baja tasa de investigación 1,7%, no siendo representativa del conjunto total del sistema de los institutos tecnológicos (pregrado + posgrado)

Sin embargo, al revisar las estructuras a través de las cuales se da la vinculación y la Transferencia de Conocimiento (tales como parques tecnológicos, incubadoras de empresas, fundaciones universidad - empresa, centros de competitividad o empresas start-up o spin-off), su número de éstas es muy bajo, siendo en todo caso las más numerosas las incubadoras de empresas, las fundaciones y los centros de competitividad. Las empresas start-up y las spin-off no alcanzan un 10% del total (Cuadro 4.33).

Estructuras	Universidades		Institutos	Institutos de Investigación	
	Públicas	Privadas	Tecnológicos	Públicos	Privados
Parques Tecnológicos	19,3	8,3	0,0	0,0	0,0
Centros de Competitividad	24,6	25	0,0	0,0	33
Compañías start-up y/o spin-off	22,8	11,1	0,0	16,7	0,0
Fundaciones universidad - empresa	28	0,0	0,0	0,0	0,0
Incubadoras de empresas	0,0	0,0	15,3	23,3	0,0

Cuadro 4.33: Estructuras de vinculación y TC disponibles en las universidades e institutos de investigación. (Fuente: CONACYT & ANUIES, 1997)

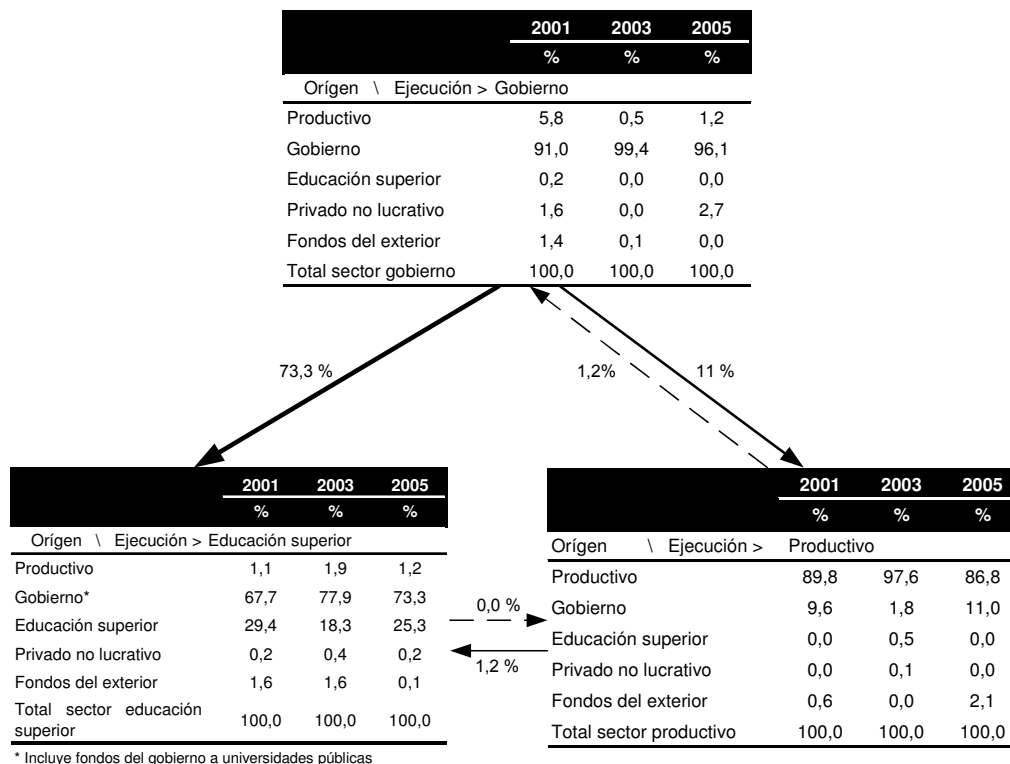
Los bajos porcentajes de respuestas positivas sobre dichas estructuras de vinculación y Transferencia de Conocimiento indican la persistencia de estructuras de vinculación más tradicionales y menos científicas, con un énfasis a desarrollar actividades de vinculación que no necesariamente implican el desarrollo científico o la Transferencia de Conocimiento, ni creación de nuevas empresas. Si bien la evolución de tales indicadores no puede ser verificado de una manera rigurosa, al no disponerse de indicadores actualizados, dicha problemática puede ser confirmada por la ENI llevada a cabo por el CONACYT entre las empresas mexicanas (CONACYT 2001). De esta encuesta se desprende que, en general, las empresas establecen pocas relaciones con otros agentes (remarcándose más este hecho entre las empresas nacionales). En general, las empresas extranjeras tienden a cooperar más con otras dentro de su grupo corporativo. No obstante, en ambos casos predomina la poca práctica de acuerdos con otras empresas e instituciones. La introducción de productos nuevos tecnológicamente o con mejoras en procesos (resultado de la colaboración con empresas) es de aproximadamente el 20% (Cuadro 4.34).

Origen de capital	Acuerdos de cooperación en actividades de innovación con otras empresas o instituciones*			
	Con acuerdo		Sin acuerdo	
	No.	%	No.	%
Nacional	254	16,5	1286	83,5
Extranjero	79	27,8	205	72,2

\* Los datos responde a las submuestras que resultan de las empresas que introdujeron productos o procesos.

Cuadro 4.34: Acuerdos de cooperación para la innovación (Fuente: CONACYT, 2001)

Una forma de aproximarse al nivel de dichas interacciones entre los ámbitos del sistema se logra analizando el porcentaje de gastos en actividades de I+D que es financiado por cada uno de los agentes (Cuadro 4.35). Se observa que para diferentes años el gasto en I+D financiado por el sector productivo y ejecutado por el sector educativo no ha superado en promedio el 2 % del mismo, en general el gobierno ha financiado casi el 75 % de las actividades investigadoras de dicho sector. Mientras que el mismo sector educativo ha financiado solamente poco más del 25 % de sus actividades en I+D.



Cuadro 4.35: Las interacciones dentro del SNI.  
(Fuente: CONACYT, 2007)

De igual manera, se puede observar que el nivel de interacción entre los diferentes ámbitos citados es casi nulo, pues del 100 % del gasto en I+D ejecutado por el gobierno (fondos mixtos, fondos sectoriales, fondo de economía, etc.), el sector productivo solo ha contribuido con poco más del 1 % del mismo, es decir la interacción entre los CPI y las empresas es prácticamente inexistente. Esto puede ser verificado al observar el porcentaje de la distribución presupuestal por parte del gobierno federal entre los diferentes fondos constituidos y reflejados en el cuadro 4.29.

De todos los fondos y programas constituidos (fondo de economía, fondo emprendedores, fondo de garantías y el programa AVANCE, además de algunos proyectos de los fondos sectoriales) solo el 16,2 % incluyen proyectos vinculados a las empresas. Aún así, si se observa

tal distribución desde el punto de vista de las acciones realizadas por todos los instrumentos implementados se tiene que solo el 3,8% son acciones dirigidas a la I+D y la innovación (Cuadro 4.36).

Acciones 2002-2005	% Acumulado
Formación de recursos Humanos y Ciencia básica	66,5
Investigación orientada	9
I&D e Innovación	3,8
Otros	20,6
Total	100

Cuadro 4.36: Distribución de los recursos por tipo de acciones.  
(Fuente: FCCyT, 2006)

De todos estos fondos y programas, el único instrumento que presenta cierta información acerca de la vinculación entre la investigación y las empresas es el fondo de economía. Este instrumento ha fomentado la vinculación de las empresas con las universidades y los CPI. En la primera convocatoria 37.5% de los proyectos incluía la vinculación con la academia. Este porcentaje ha ido creciendo y en la convocatoria del año 2005 86.9% de los proyectos se realizaron en vinculación. En el año 2004, 64% de los proyectos se fueron realizados con universidades estatales y CPI, lo cual denota una mayor desconcentración institucional que otros instrumentos. De igual manera, las universidades estatales han incrementado significativamente su participación, lo cual contribuye a la regionalización de las capacidades de CyT.

De acuerdo a la caracterización realizada, se ha presentado una primera aproximación a la estructura y las características básicas del SNI en México. Y, sobre las bases de la definición de Lundvall acerca de los SNI (un SNI esta constituido por “[...] los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles [...] y se localizan dentro o en las fronteras de un Estado”); se puede afirmar en términos generales que, el SNI en México puede ser definido como un sistema de estructura frágil, de relaciones débiles, de actores mayormente inmaduros, y de funciones desorientadas.

## Capítulo 5

# Enfoque metodológico del estudio de la TC en México

### 5.1. La problemática de la Transferencia de Conocimiento en México

De la revisión acerca de la literatura especializada que conforma el estado del arte y el análisis del estado de la CyT+i en México es posible identificar un vacío existente entre la generación de conocimiento y la transformación y aplicación del mismo. Si bien se pueden citar notables iniciativas de Transferencia de Conocimiento (TC) por parte de reconocidas universidades y Centros Públicos de Investigación (CPI) en el país (UNAM, IPN, UAM, etc.), la línea seguida por la mayoría de las universidades mexicanas a través el tiempo ha sido la proveer recursos humanos a las organizaciones y en general a la sociedad, manteniéndose como un espectador del desarrollo industrial y económico del país. Al mismo tiempo, pese a que se puede afirmar que en gran parte de las universidades públicas del país se realiza investigación de alto nivel, por lo general los laboratorios están dedicados mayormente a la investigación básica y, consecuentemente, ésta no lleva a cubrir una necesidad específica del país. Por lo tanto, la mayoría de estas investigaciones nunca llegan a salir de los laboratorios y tener una repercusión en la sociedad. De acuerdo a un ejercicio realizado por FUNTEC<sup>1</sup>, al distribuir un listado de investigaciones de la UNAM en 145 cámaras y asociaciones empresariales, sólo dos empresas mostraron interés en aprovechar dichas investigaciones. Tal resultado puede ser visto como el desinterés de las empresas en introducir innovaciones.

---

<sup>1</sup>Periódico la Jornada, 11 de Julio del 2005

Más aún, en México los programas e instrumentos de la política de CyT+i han sido dirigidos mayormente a fomentar la creación de conocimiento científico e inclusive a apoyar la creación de productos tecnológicamente nuevos y eventualmente a introducir nuevas formas de organización de la producción y, en mucho menos intensidad, a fomentar la transferencia de dicho conocimiento científico y a incentivar el desarrollo de aquellas capacidades que permitan absorber conocimiento externo y generar conocimiento propio. Si bien desde hace mucho tiempo han existido programas de apoyo a la actualización y transferencia tecnológica para aumentar la productividad, ésta se ha venido realizando mayormente a través de la compra de bienes de capital, de productos tecnológicos para resolver problemas a corto plazo y, en menor grado, de know-how y conocimiento científico. Continuar utilizando la transferencia y la actualización solamente para metas iniciales de asimilación y de corto plazo conduce a una “dictadura del incrementalismo”, es decir, a la repetición de la actualización tecnológica que impulsa soluciones patrón, imitativas, como si la tecnología fuera estática (Machado, 2000).

En este sentido, se puede afirmar la existencia de una debilidad en la Transferencia de Conocimiento (TC) entre los elementos que se constituyen “productores del conocimiento” (ámbito científico) y los elementos que se constituyen “utilizadores del conocimiento o innovadores” (ámbito empresarial-industrial, incluyendo el ámbito tecnológico y de servicios). Por lo tanto, la TC, como herramienta dinámica de la innovación, puede ser considerada en los dos sentidos, tanto en la cesión por parte de los que generan tecnología y no la explotan comercialmente, como la incorporación de la tecnología para su comercialización por parte de los que no la tienen (COTEC, 2003). Para salir de esa “dictadura del incrementalismo” es necesario asumir que para innovar se necesita adoptar y aplicar el conocimiento generado en otra parte, pero también que la eficacia con que las tecnologías externas son utilizadas depende de los esfuerzos internos para profundizar la plataforma de absorción (Katz, 1974), que no son sino el conjunto de capacidades acumuladas (Lall, 2001). Sobre la base de lo anterior se hace prioritaria la definición de aquellos mecanismos claves que hacen que este fenómeno sea factible. No obstante, dichos mecanismos no han sido posibles sino hasta años recientes. De hecho, la relación de la universidad y, en general, del ámbito científico con el entorno empresarial - industrial y con el entorno socioeconómico, ha cobrado una mayor importancia desde los años 1980 (García, Fernández, Gutiérrez & Castro, 2003) debido al enfoque interactivo del proceso de innovación (Kline & Rosenberg, 1986), el papel de la universidad en los SI (Etzkowitz, 2003) y por el auge de la economía basada en el conocimiento, modelada por el aprendizaje y motorizada por la innovación (Arocena & Sutz, 2003).

## 5.2. De la vinculación a la transferencia de conocimiento

Revisando la historia, el desarrollo de las formas de interacción de la universidad con las empresas y, en general, con la sociedad ha sido determinado por la visión que se tenga del proceso mismo de la interacción (vinculación, cooperación, o TC). Es así como las primeras estrategias adaptadas encontraron su fundamento en el modelo lineal del proceso de innovación, de tal forma que el tema de la relación se tomó como un problema de oferta y demanda. Estos mecanismos, pertinentes y relevantes actualmente, se orientan a integrar las necesidades del entorno socioeconómico en determinadas áreas que pudiera ofrecer la universidad.



Inicialmente, la relación se veía en un solo sentido y estaba condicionada por los servicios que en materia de capacitación y formación pudiera ofrecer la universidad. Por ejemplo, al Estado o las empresas, y por el uso que éstas pudieran hacer del conocimiento generado por medio de la investigación básica universitaria (en este sentido se podría afirmar que se esta hablando de vincular<sup>2</sup>). De esta manera, por medio de estos mecanismos las universidades apoyaban el desarrollo del sector productivo y estatal, y obtenían beneficios indirectos derivados del financiamiento que el gobierno ofrecía y que dependía en gran medida del dinero recaudado por medio de los impuestos empresariales. De esta forma, la relación con el entorno socioeconómico era unidireccional y los actores se mantenían distantes en múltiples aspectos. La colaboración universitaria giraba en torno al cumplimiento de dos funciones básicas: la enseñanza y la investigación básica.

Más tarde, la relación entre los actores se hizo más estrecha, apareciendo mecanismos de cooperación bidireccionales con beneficios directos para ambas partes. Se mantiene el enfoque de oferta y demanda pero con ciertos cambios importantes: primero, los servicios universitarios (formación e investigación) se orientan más hacia las necesidades del sector productivo y del Estado, perdiendo un poco de autonomía, pero ganando mayor relevancia en el contexto socioeconómico, de tal forma que comienzan a desarrollarse servicios científicos y tecnológicos, investigaciones contratadas y servicios de consultoría académica, se empiezan a compartir laboratorios, bibliotecas, equipos técnicos y una gran variedad de recursos (en este sentido se podría afirmar que se esta hablando de cooperar<sup>3</sup>). Por otra parte, la universidad empieza a actuar como demandante al usar recursos del Estado y de las empresas, buscando aprovechar la tecnología presente en el entorno y la información relevante para mantener actualizados sus programas académicos y mejorar sus actividades de investigación y enseñanza. En esta forma de cooperación, la universidad obtiene beneficios económicos directos, suministrando al entorno socioeconómico los servicios que requieren para solucionar problemas específicos. Los anteriores mecanismos tradicionales continúan siendo operativos en muchos contextos.

Con la aparición de los modelos interactivos y el reconocimiento de la importancia de la cooperación con el entorno, dentro del proceso de innovación, surgen otros esquemas de cooperación que tienen la virtud de acercar más a los actores y acortar las diferencias entre unos y otros. Estos mecanismos son una evolución de las relaciones basadas en la oferta y la demanda hacia otras enfocadas en acciones de cooperación mutua, que de manera conjunta daban solución a problemas concretos y permitían valorar los resultados científicos y tecnológicos (en este sentido se podría afirmar que se está hablando de transferir conocimientos<sup>4</sup>). De esta forma las universidades incursionan en el campo empresarial con iniciativas comerciales para sus investigaciones y las empresas se acercan al campo de la investigación y a la generación de conocimientos propios. Ejemplos de los nuevos esquemas de cooperación

---

<sup>2</sup>La Real Académica de la Lengua Española define al término vincular como: i) Atar o fundar algo en otra cosa, ii) Perpetuar o continuar algo o el ejercicio de ello, iii) Someter la suerte o el comportamiento de alguien o de algo a los de otra persona o cosa.

<sup>3</sup>La Real Académica de la Lengua Española define al término vincular como: Obrar juntamente con otro u otros para un mismo fin.

<sup>4</sup>La Real Académica de la Lengua Española define el término transferir como: i) Pasar o llevar algo desde un lugar a otro, ii) Extender o trasladar el significado de una voz a un sentido figurado, iii) Ceder a otra persona el derecho, dominio o atribución que se tiene sobre algo.

son las incubadoras de empresas, los proyectos conjuntos de innovación, los centros mixtos de investigación, los parques tecnológicos, las empresas conjuntas "joint venture". Los nuevos mecanismos son complementarios de los tradicionales, incrementándose así las opciones de cooperación proponiendo nuevos roles para los agentes participantes.

De acuerdo a Ramos (2002), la relación universidad - empresa se puede dividir en varios niveles:

1. Formación. Es la transferencia del conocimiento a las personas, logrando especialmente a través de las carreras universitarias, maestrías y doctorados, influir en los sectores productivos con cuadros de personal formados para realizar proyectos tecnológicos.
2. Venta de servicios tecnológicos (principalmente los servicios especializados de laboratorios). Es un estadio de transferencia en productos y servicios donde los sectores industriales y estatales reciben los beneficios de unos recursos de capital invertido en la infraestructura de laboratorios de alta calidad.
3. Proyectos de asesoría y consultoría, que constituye una transferencia también a personas pero difiere del nivel de formación ya que se transfieren capacidades de solución e innovación a través de cuadros altamente especializados y que conforman equipos de asesoría y consultoría para los sectores sociales, empresariales, industriales, y, en general, para todos los sectores productivos y estatales.
4. Contratos de desarrollo CyT y la implantación de Centros de I+D privados. Este nivel de transferencia es de los más recomendados para perfeccionar y potenciar con beneficios la vinculación entre el conocimiento y los sectores productivos y estatales. En este nivel se localizan los proyectos de capital de riesgo y los proyectos "joint venture", como formas superiores de cooperación. Dentro de este nivel comienzan a aparecer los denominados parques tecnológicos, parques industriales y otros.
5. Proyectos de innovación. Constituye, con el anterior, el nivel superior de cooperación. En los proyectos de innovación se pretenden desarrollos tecnológicos que tengan éxito en un mercado. Estos procesos llevan a contratos de capitales de riesgo compartido, con financiaciones por lo general estatales o de organismos de I+D. Corresponde al mayor nivel de interacción, llegándose inclusive a contratos de regalías o participación de utilidades con los sectores productivos.

La importancia de enfatizar la diferenciación entre los términos de vinculación, cooperación y transferencia (de conocimiento) radica en el uso que se le da a éstos. Así, se tiene que si bien podrían parecer intercambiables y la mayoría de las universidades los utilizan de manera indistinta los alcances entre uno y otro suelen diferir ampliamente; la aplicación de éstos (sobre todo en las universidades de los países en desarrollo) suele limitarse mayormente a la vinculación y en menor grado hacia la cooperación y la TC, confundiendo (y limitando) así los términos y los alcances de cada concepto; y la intensidad con la que se da la Transferencia de Conocimiento varían ampliamente de un mecanismo a otro como es mostrado en la Figura 5.1.

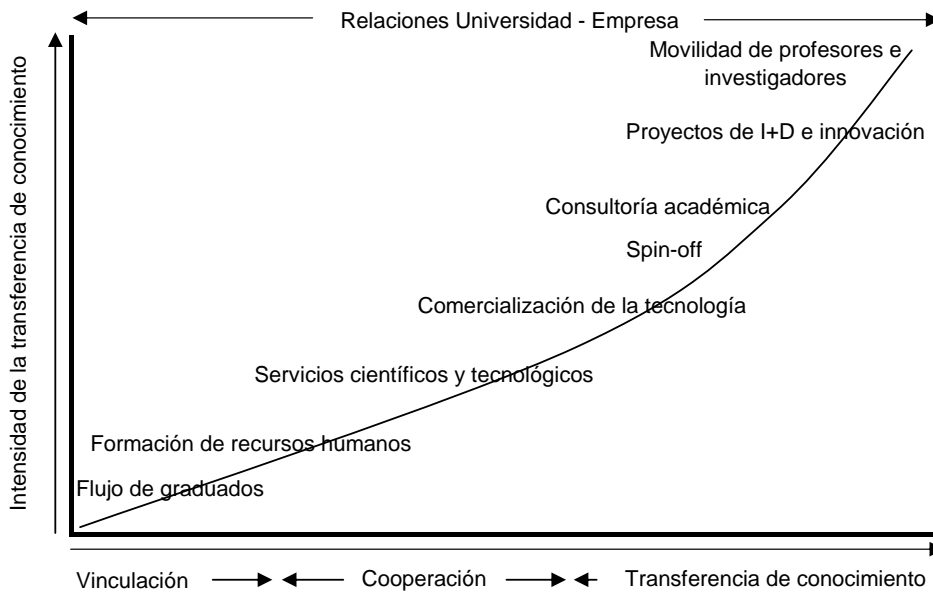


Figura 5.1: De la vinculación a la TC.  
(Fuente: Elaboración propia)

Si bien la evolución (sobre todo en los países más desarrollados) de tales interacciones ha llevado a lograr una serie de fortalezas hasta alcanzar los procesos de transferencia de conocimiento, hoy en día siguen existiendo una serie de debilidades o vacíos al tratar de lograr tales objetivos. En este sentido, desde el punto de vista de Hidalgo y León (2006) para comprender las fortalezas y debilidades de esta cooperación en la gestión del conocimiento es preciso tener en cuenta que los papeles jugados por universidades y empresas no pueden presentarse de forma aislada. Estos papeles dependen fuertemente de la mentalidad de todos los socios implicados y de la complementariedad de los mismos en el sistema de ciencia y tecnología. Más específicamente, el tipo de generación de conocimiento científico y tecnológico ligado a la investigación bajo contrato realizado por las universidades (públicas) está condicionado por el tipo de actividad solicitado, y éste depende, a su vez, de la estructura del tejido industrial y de su capacidad de absorción. Si bien se puede hablar de una falta de alineación entre los objetivos que persiguen las universidades en relación a las necesidades de las empresas y, en general, del entorno socioeconómico, también se puede hablar de las condiciones bajo las cuales se dan tales dificultades.

De esta manera, si una universidad desarrolla su actividad de investigación en áreas de alta tecnología no requeridas por la empresa local o nacional, el nivel de cooperación será necesariamente bajo a menos que otras empresas extranjeras estuviesen interesadas en ello. Como ejemplo, el potencial apoyo a la empresa ofrecido por una universidad en España puede ser conceptualmente diferente del ofrecido en otro país con un desarrollo industrial más elevado como Estados Unidos, debido a que las necesidades del tejido industrial son muy diferentes. Por el contrario, algunas empresas no encuentran grupos de investigación en

las universidades o en organismos públicos de investigación suficientemente cualificados para resolver el tipo de problemas complejos muy aplicados que desean resolver en contratos de investigación bajo estrictas condiciones de tiempo y calidad. En este sentido, las universidades piensan que esta actividad tan aplicada no está estrechamente relacionada con la agenda de investigación internacional donde puede ser más fácil publicar o, simplemente, porque esta actividad es mejor recibida por la comunidad científica internacional. Este problema persiste aún hoy día y, al mismo tiempo que las universidades de un país incrementan los contratos con empresas de otros países, las multinacionales situadas en el mismo país también están redirigiendo sus peticiones de actividad de investigación hacia universidades de otros países. La cooperación universidad-empresa se está globalizando (Hidalgo & León, 2006).

### 5.3. Clasificación de los mecanismos de la Transferencia de Conocimiento

La situación planteada, lleva necesariamente a asumir el tercer papel de la universidad (generación, transferencia y explotación del conocimiento), y describir los mecanismos a través de los cuales es posible cumplir dicho papel (Figura 5.2). La relevancia de las misiones en la TC se puede apreciar en el carácter integrado e interactivo de las misiones universitarias de docencia, vinculación (difusión), investigación (generación de conocimiento) e innovación (transferencia y aplicación de conocimiento), las cuales son todas de la misma jerarquía y nivel de exigencia. Así, la innovación identifica problemas y desarrolla experiencias que alimentan la investigación y enriquecen la tarea docente y la investigación genera materiales y conocimientos que alimentan la docencia. La docencia en su desarrollo define derroteros e identifica problemas que a su vez son insumos que alimentan el trabajo investigador. La investigación y la docencia generan materias primas (conocimientos, experiencias, propuestas, etc.) que adecuadamente codificadas alimentan el desarrollo de la innovación. Dada la anterior situación, es claro que la inmensa red de interrelaciones entre las cuatro misiones en que gira la actividad académica universitaria requiere de unos canales institucionales o mecanismos de vinculación suficientemente flexibles, que brinden reconocimiento a cada una de las misiones. Así, según los mecanismos de transferencia que se implementen, la relación puede fortalecer el desarrollo de cualquiera de las misiones de la universidad.

#### 5.3.1. Consultoría, desarrollo e innovación a través de investigación bajo contrato con terceros

La iniciativa de una investigación bajo contrato puede proceder de la empresa o del grupo de investigación de la universidad, iniciándose generalmente a través de contactos personales. Aunque ésta es una actividad surgida desde la base del profesorado, la institución puede favorecer los contactos, la gestión económica de los mismos, y el establecimiento de las normas y reglamentos necesarios para controlar y facilitar el uso de los recursos. Asimismo, esta flexibilidad alcanza a la gestión económica de los proyectos que puede realizarse a través de los propios servicios económicos de la universidad o por delegación en fundaciones propias de la universidad. Puede afirmarse que no existen trabas administrativas significativas a la cooperación universidad empresa en la investigación bajo contrato.

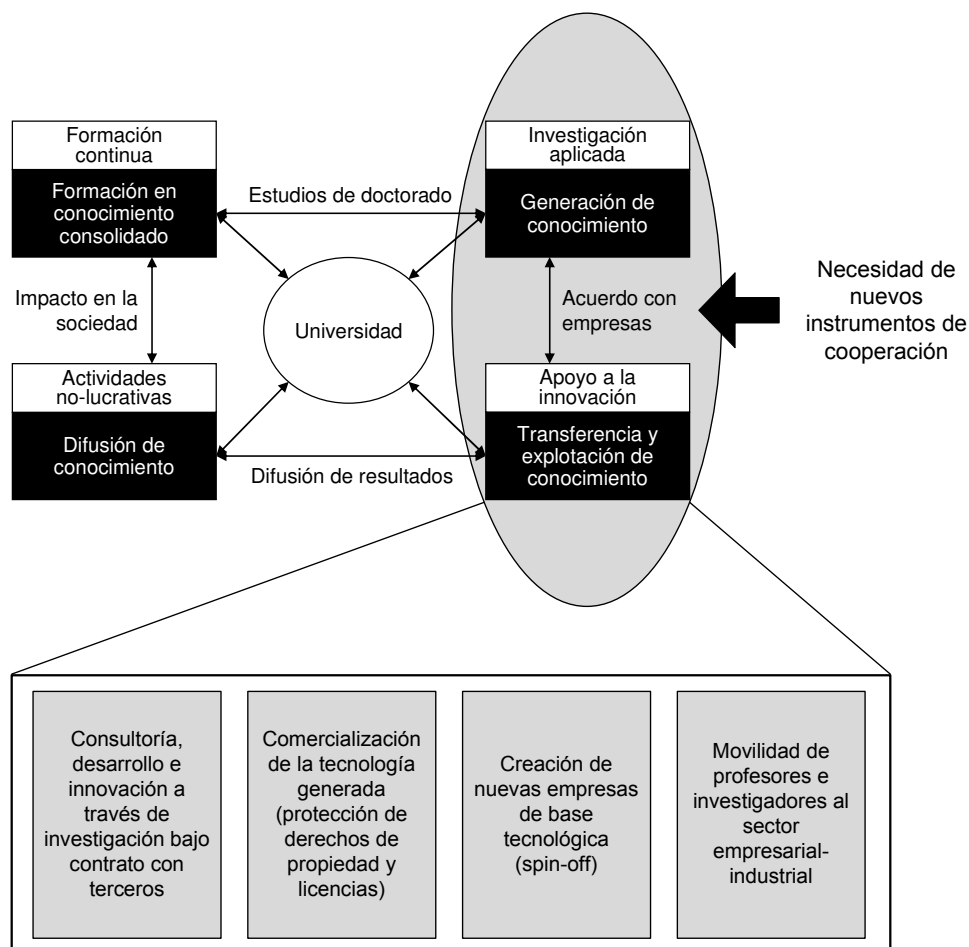


Figura 5.2: Actividades relacionadas con el tercer papel de la universidad.  
(Fuente: Hidalgo & León, 2006)

Este tipo de mecanismos pueden ser divididos de la siguiente manera:

- Consultoría académica.** Esta forma de cooperación se caracteriza por una clara orientación a resolver problemas de su entorno socioeconómico. La universidad desarrolla para ella actividades de consultoría y/o asistencia técnica, a través de sus académicos más calificados para aplicar sus conocimientos a estudios específicos encomendados por la empresa o el Estado. Muchos problemas técnicos del sector industrial y comercial necesitan de la opinión (informes técnicos) y apoyo de personal universitario experto en un área determinada (asesoría científica). Aparte de la capacidad académica de la universidad, los menores precios cobrados por ella comparados con los de las empresas de consultoría, son una innegable ventaja para la universidad. Esta forma de cooperación puede ser muy importante en la consolidación de los vínculos con el entorno socioeconómico.

- **Proyectos de investigación contratada** Es el caso cuando una determinada empresa contrata con la universidad una investigación específica en un campo donde ella es particularmente competente. El propósito de la investigación es tratar de crear un nuevo saber a partir de los conocimientos disponibles por la universidad. Esta cooperación tiene lugar por cuanto la empresa, por lo general, no mantiene actividades de investigación en su interior, a menos que sea imprescindible, como aquella dirigida al desarrollo de nuevos productos o servicios. Aquí aparece la universidad con excelentes oportunidades y ventajas para desarrollar líneas de investigación financiadas por la empresa en áreas de las nuevas tecnologías. La universidad dispone de alta capacidad humana y equipamiento, menores costos de administración y adecuada gestión de grandes proyectos. Algunos temas de I+D pueden ser llevados a cabo por consorcios de empresas y universidades para licitar contratos específicos de investigación o tecnologías pre-competitivas, o para el desarrollo de nuevos productos o servicios. Otro tipo de investigación a realizar por la universidad con el patrocinio de empresas nacionales y multinacionales podría estar dirigido hacia el trabajo de nuevas tecnologías de interés futuro (desarrollo de nuevos materiales, nuevos usos o aplicaciones, etc.).
- **Proyectos de innovación tecnológica.** Se trata de innovaciones inducidas por la tecnología y la transferencia de tecnología corresponde a una interacción entre I+D universitaria y la empresa, en la que se transfiere competencias y propiedad intelectual desde la universidad. Por medio de estos proyectos se pueden adquirir nuevas capacidades que los investigadores pueden transferir hacia la universidad y, al mismo tiempo, se pueden generar nuevas líneas de I+D y permitir a la universidad trabajar más cerca del mercado.
- **Proyectos conjuntos.** Puede ocurrir que en la universidad se asocie una empresa deseosa de ejecutar un proyecto específico que requiere competencias que ella no posee pero que ha logrado identificar en una universidad. Así, académicos, jóvenes graduados debidamente seleccionados y profesionales de la empresa, podrían trabajar por un tiempo en proyectos de desarrollo a través de un acuerdo específico entre la universidad y la empresa.
- **Proyectos específicos** por disponibilidad de financiamiento particular. Corresponden a proyectos generados por la existencia de instrumentos de financiamiento de carácter nacional o internacional, que apoyan: a proyectos concertados entre la universidad y la empresa; a proyectos de empresas; a proyectos de universidades y centros tecnológicos; y a proyectos de investigadores de interés futuro para la empresa. Esta tipología de proyectos, también conocida como investigación aplicada, se caracteriza por ser un importante canal de transferencia y difusión tecnológica.

### 5.3.2. Comercialización de la tecnología generada

El proceso de valoración de las actividades de I+D inicialmente citadas no solo está definido por el conjunto de acciones y actividades tendentes a transferir el conocimiento y generar una tasa de retorno. Este proceso se encuentra relacionado igualmente con la comercialización de los resultados derivados de la investigación, y la comercialización de la propiedad intelectual.

Las licencias de explotación de invenciones constituye una de las formas tradicionalmente utilizadas para transferir el conocimiento de la universidad hacia la empresa bajo condiciones definidas contractualmente. La mayor parte de estas licencias provienen del campo de la ingeniería, por su propia naturaleza. Este tipo de mecanismo (la comercialización del conocimiento) requiere una implicación más profunda de la universidad que debe disponer de estructuras de apoyo especializadas. Generalmente, estas actividades se realizan a través de oficinas destinadas para tal fin (las denominadas OTRIs; Organismos de Transferencia de Resultados de Investigación), aunque con la necesidad de una estrecha participación de los grupos de investigación.

Aunque también puede hablarse de cooperación universidad-empresa en este ámbito, es mucho más reducida que en el anterior porque la capacidad de comercializar el conocimiento generado hacia una empresa es reducido salvo que se haya generado para resolver un problema que la propia empresa ha demandado, y eso suele hacerse en el marco de un contrato en el que se ceden los derechos de propiedad.

### 5.3.3. Creación de nuevas empresas de base tecnológica (spin-off)

La creación de empresas basadas en el conocimiento surgen tanto de la iniciativa personal aislada de las instituciones como de un esquema de cooperación con socios empresariales donde todas las partes aportan conocimiento y recursos humanos cualificados.

Para las universidades públicas la creación de estas empresas, su implicación como accionistas en las mismas, los acuerdos de cesión de tecnología y el apoyo institucional a través de incubadoras y servicios profesionalizados es una de las alternativas más recientes de cooperación. La creación de tales empresas, además, ha permitido estrechar las relaciones universidad empresa y facilitado el proceso de transferencia de conocimiento generado en el seno de los grupos de investigación de universidades y centros públicos. Sin embargo, este proceso (en la mayoría de los países) camina lentamente, con experiencias interesantes en diversas universidades, pero con notables debilidades en el campo jurídico y estatutario de los profesores e investigadores del sector público, acusándose carencia de estructuras adecuadas para la incubación y una falta de instrumentos de capital-riesgo que promuevan la vitalidad del sistema de innovación.

Bajo este tipo de mecanismos se pueden encontrar diferentes tipos de empresas de base tecnológica:

- **Empresas derivadas o conjuntas.** Están formadas por inventores y empresarios, muchos de los cuales provienen de la universidad y que han evolucionado desde las empresas de asesoría o consultoría (empresas blandas) de académicos, ubicadas dentro o fuera del campus, hasta empresas de mayor riesgo (duras), de servicio comercial o manufactura. Por lo general, los académicos desean conservar el control de su empresa, pero por falta de su aptitud gerencial y empresarial podrían llegar al fracaso. La participación de la universidad en estas empresas surge a menudo si es dueña de la propiedad intelectual para el producto a comercializar y para lo cual se requiere la licencia. Las experiencias conocidas indican que esta unión mejora sustancialmente el desarrollo de las

empresas, teniendo en cuenta que uno de los socios, tiene la experiencia de comercial y de mercado, de la que el otro socio carece.

- **Centros de incubación o incubadoras de empresas.** Están en condiciones de proveer varios de los servicios mencionados para un Centro de inventos. Se diferencian del anterior en las facilidades de espacio físico para el periodo de gestación de la empresa hasta que la tecnología llega al mercado. Se sabe que la mayor parte de las universidades solo están en capacidad de llevar a cabo exitosamente las etapas iniciales del ciclo de innovación (hasta la fase de laboratorio), de tal forma que muchas tecnologías son abandonadas por falta de financiamiento, de conocimiento del mercado o de interés de la industria. El centro de incubación puede ofrecer un ambiente apropiado, con espacio físico a bajo costo, facilidades administrativas y acceso a asesoría científica y tecnológica, técnica, legal, financiera y otras actividades contratadas. Además, existe una reglamentación muy estricta en cuanto a la admisión y permanencia en el centro.

En este sentido, las incubadoras de empresas pueden adquirir varias formas:

1. **Centros de excelencia.** Se caracterizan por un fuerte apoyo privado y vínculos estrechos con universidades o programas de investigación con financiamiento público; su propósito básico es llevar ciertas tecnologías a la fase de comercialización.
2. **Centro de innovación.** No se orienta al desarrollo de nuevas tecnologías, sino a aplicaciones más eficientes de tecnologías o de innovación tecnológica.
3. **Incubadora descentralizada.** También se le conoce como “incubadora sin paredes”, donde los emprendedores no están localizados en un sitio común, sino que están en diferentes sitios y el servicio de entrenamiento y administración se provee en forma descentralizada. Este es un ejemplo típico en áreas rurales.
4. **Incubadora de empresas.** Tiene el propósito de proveer espacio común y una serie de servicios compartidos a los nuevos emprendedores. Existe una reglamentación referente a las condiciones de entrada y salida para aquellos emprendedores que se vinculan a la incubadora, dependiendo de las características propias de la misma.

En cada una de estas variedades de incubadoras, el factor común es la provisión de espacio apropiado y servicios compartidos, todos entregados a precios muy convenientes que permiten a los emprendedores orientar todo su esfuerzo, con más tranquilidad, hacia los aspectos técnicos y de negocios del proyecto.

#### 5.3.4. Movilidad de profesores e investigadores al sector industrial

La movilidad pública-privada, es decir, de investigadores y profesores a empresas privadas y viceversa debería constituir uno de los mejores instrumentos para la transferencia y compartición de conocimiento tácito. En este sentido, la incorporación de doctores y tecnólogos y la incorporación parcial y temporal de científicos a empresas son dos modalidades en que el flujo de conocimiento se realiza casi de forma directa. Sin embargo, este mecanismo no es muy popular entre las universidades en general, pues además de sortear en algunos casos problemas de tipo legal, la mayoría de las empresas argumentan el desconocimiento y la falta de experiencia en la industria por parte de los investigadores.

Probablemente, las formas más comúnmente utilizadas por las empresas y las universidades en este tipo de TC han sido dadas por:



1. El flujo de graduados calificados hacia las empresas y las industrias,
2. Las denominadas unidades de entrenamiento industrial, a través de dos formas: la primera, como una simple interacción entre la universidad y la empresa o el Estado, a través de sus académicos en el trabajo de proyectos orientados a mejorar el funcionamiento y la productividad industrial, así como el entrenamiento de los profesionales de la industria; también, existen programas de intercambio temporal de profesionales para beneficio mutuo de la enseñanza y la investigación; la segunda, consiste en la creación de estructuras específicas orientadas a la formación y capacitación tales como centros de tecnología avanzada.

Se destaca la variada existencia de autores y estudios acerca de los mecanismos anteriormente descritos con respecto tanto a su definición como a la forma de tratar éstos (tipologías, clasificaciones, etc.) (Geisler & Rubinstein, 1989; Bozeman, 2000; Schmoch, Licht & Reinhard, 2000; Blume & Fromm, 2000; Little, 2000; Scharfing, Schibany & Gassler, 2001; Santoro & Chakrabarti, 2002; OECD, 2002a; Schmoch, 2003). Un ejemplo de tales clasificaciones es presentada por Fernández de Lucio et al. (1997) sobre los denominados mecanismos de cooperación<sup>5</sup>, atendiendo fundamentalmente a la actividad que éstos promueven:

1. **Instrumentos para fomentar la I+D conjunta dentro del SI y la utilización de los conocimientos científicos y técnicos por parte de los agentes sociales.** Dentro de este primer grupo se contemplan mecanismos tradicionales como la realización de proyectos de I+D ejecutados por la universidad y la empresa (ya sea liderado por la universidad con la colaboración de la empresa o viceversa, así como proyectos pre-competitivos abordados de forma conjunta), y la prestación de servicios tecnológicos. Igualmente, se incluyen dentro de esta clasificación mecanismos más recientes como la creación de empresas de base tecnológica o la creación de centros mixtos de empresas universidad.
2. **Instrumentos para incrementar la capacitación tecnológica de los recursos humanos de las empresas.** En este segundo grupo se contemplan todos aquellos mecanismos orientados a mejorar la cualificación de los recursos humanos e incluyen tanto las actividades de formación como el intercambio de personal. Cabe resaltar que en la formación no solo se consideran los seminarios, cursos y demás esquemas tradicionales utilizados para transmitir conocimientos a las empresas o capacitar a su personal, sino que también se incluyen los trabajos temporales realizados por personal universitario en la organizaciones productivas (prácticas estudiantiles, realización de proyectos de fin de carrera, realización de tesis doctorales, etc.) orientados a proporcionar formación y experiencia práctica complementaria a los alumnos universitarios. Así mismo, dentro del intercambio de personal se contemplan mecanismos de doble vía, es decir, estancias de investigadores universitarios en centros de I+D empresariales y estancias de investigadores empresariales en los grupos de investigación universitarios.
3. **Instrumentos para desarrollar las interfaces entre los diferentes entornos.** Este tercer grupo contempla todas aquellas acciones implementadas en el marco de las políticas de innovación y que tienen como objetivo la creación y fortalecimiento de

---

<sup>5</sup>Estos autores utilizan el término Instrumentos para el Fomento de la Interacción (IFI) y lo definen como el conjunto de actividades diversas que tienen como característica común la promoción de las relaciones entre los diferentes elementos que participan en el proceso de innovación.

las estructuras de interfaz <sup>6</sup>. Los mecanismos empleados en este sentido adquieren la modalidad de subvenciones de carácter financiero y apoyan desde el funcionamiento básico de las estructuras hasta el desarrollo de iniciativas concretas a propuestas de las mismas.

4. **Instrumentos para fomentar la difusión de tecnologías y otras actividades de colaboración y relación.** Por último, en el cuarto grupo se incluyen todas aquellas actividades orientadas a facilitar el contacto entre los diferentes agentes y la puesta en común de sus necesidades e inquietudes. Entre estos mecanismos se encuentran las reuniones y jornadas de transferencia, difusión de conocimientos y tecnologías, los foros y clubes y la creación de redes largas <sup>7</sup>. A diferencia de los mecanismos anteriores, en este grupo lo más importante no es la financiación, aunque obviamente se requieren recursos para poner en marcha la acción, sino la capacidad de convocatoria que tenga la institución ejecutora del mismo.

Fernández de Lucio (1997) agrupa estos mecanismos de TC de acuerdo a un comportamiento determinado de la universidad en su política de interrelación con el entorno socioeconómico, dividiéndolos de acuerdo con el Cuadro 5.1.

#### Instrumentos pasivos

- \* Investigación y Desarrollo contratada.
- \* Licencia de propiedad intelectual (patentes, software, know-how, variedades vegetales)
- \* Apoyo tecnológico (consultoría, asesoría) contratado
- \* Formación contratada
- \* Servicios de laboratorio, ensayos, peritaciones, etc.

#### Instrumentos proactivos

- \* I+D colaborativa
- \* Oferta Tecnológica
- \* Spin-off

#### Instrumentos de interconexión

- \* Acuerdos Marco
- \* Estructuras conjuntas (centros de I+D, centros técnicos, estructuras de interfaz, empresas, ... )
- \* Intercambios de personal
- \* Redes
- \* Foros

Cuadro 5.1: Clasificación de los mecanismos de TC en función del papel de la universidad  
(Fuente: Fernández de Lucio et al. 1997)

<sup>6</sup>La Estructura de Interfaz (EDI) es una unidad que dinamiza en materia de innovación tecnológica la acción de los diferentes agentes, fomenta y cataliza las relaciones entre ellos.

<sup>7</sup>El concepto de redes largas empleado por Fernández de Lucio et al. (1997) hace referencia a las estructuras organizativas creadas a partir de la participación de agentes de distintos subsistemas. Dentro de este tipo de instrumentos no se incluyen las asociaciones empresariales, ni las de carácter sectorial

### 5.3.5. Estructuras de apoyo a los mecanismos de la TC

Si bien se reconoce el importante efecto de tales mecanismos sobre los procesos de TC entre las organizaciones científicas y las organizaciones productivas, es importante enfatizar que gran parte de estos mecanismos dependen de la existencia de las infraestructuras adecuadas para que puedan ser llevados a cabo, también denominadas estructuras de intermediación. De esta manera, se pueden citar:

- **Centros de investigación y unidades técnicas.** Estos mecanismos de transferencia y difusión tecnológica ofrecen soluciones a los problemas de las empresas mediante la plena utilización de sus capacidades humanas y de infraestructura, lo que no puede ofrecerse sobre la base de los departamentos académicos de la universidad. Los centros están en condiciones de ofrecer servicios de I+D cercana al mercado de nuevos procesos y productos, cursos de actualización tecnológica, análisis, ingeniería de diseño de productos y procesos, nuevos materiales y robótica, para mejorar la competitividad de las empresas,
- **Oficinas de cooperación industrial o enlace.** Sus funciones básicas son identificar los recursos disponibles, crear y mantener las bases de datos y otras formas de información requerida, promover y comercializar los conocimientos científicos y tecnológicos y servicios, negociar y asesorar sobre contratos e identificar fuentes de financiamiento para llevar a cabo actividades conjuntas con la empresa. Las denominadas OTRIS (Oficinas de Transferencia de Resultados de la Investigación),
- **Centros de cooperación industrial** Además de las funciones de las oficinas de cooperación industrial, estos Centros intermedian con las empresas privadas y del Estado para ayudar a identificar necesidades reales de servicios científico-tecnológicos y de formación continua. Se requiere que el personal encargado de estas funciones, sea de la más alta capacidad de gestión y competencias técnicas,
- **Centros de investigación industrial** Estos centros se caracterizan por poseer capacidad de especialización e interdisciplinaria para satisfacer demandas de la empresa y responder a los requerimientos específicos de en I+D y desarrollo tecnológico,
- **Asociados industriales o clubes** Permiten suministrar conocimientos en investigación básica y aplicada que pueden orientarse hacia las necesidades de un determinado sector industrial o de una empresa en particular. Lo anterior se logra por medio de reuniones técnicas entre grupos de investigadores y profesionales de la industria. Las reuniones y visitas realizadas en la universidad y en la empresa, permiten identificar problemas y posibles soluciones, además de transmitir información y aumentar el capital relacional.
- **Parques científicos, de investigación o tecnológicos** Son estructuras orientadas a mejorar el proceso de transferencia y difusión de la tecnología, promover la creación de nuevas empresas y consolidar el desarrollo de las existentes. Los parques más exitosos han sido aquellos en que sus criterios de ocupación han sido claramente identificados y respetados estrictamente y donde las empresas que ocuparon el parque, han tenido intereses de I+D vinculados con los conocimientos académicos existentes en el mismo. Estos parques requieren de la participación de una institución de educación superior con una sólida base de investigación, de la presencia y participación de una masa crítica de académicos e investigadores, empresarios y personal técnico, fuentes de financiamiento, sistemas de información, acceso a instalaciones, apoyo administrativo y facilidades de acomodación, junto a la calidad de vida del entorno.

Otras estructuras de intermediación menos consolidadas pueden ser los Servicios de Apoyo a la Investigación e Innovación y las Plataformas Tecnológicas, los Centros de Patentes (centros de valorización de la propiedad intelectual), y las Incubadoras de Empresas Innovadoras y los Parques Científicos.

#### 5.4. Preguntas de investigación

Durante el desarrollo de este trabajo se ha demostrado el valor que tiene el conocimiento científico-tecnológico, el enfoque de los SNI, y la contribución de la transferencia del conocimiento a los SNI en los países desarrollados.

Sin embargo, dicha situación dista mucho de poder ser destacada en el ámbito de las actuales propuestas dirigidas al establecimiento de un SNI en México. Como parte de los resultados de este trabajo de investigación se puede observar en los hallazgos realizados durante la caracterización del SNI en México, una de las principales debilidades que presenta el mismo. Esto es, la escasa relación que existe entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial en los procesos de TC, así como las consecuencias que esta debilidad conlleva. Por lo tanto, tal situación se considera el origen del gran rezago tecnológico en el país y razón de ser de este estudio.

Sobre la base de los argumentos anteriormente presentados se plantean las siguientes preguntas de la investigación:

1. ¿Cuál es el grado de comprensión de los procesos de TC y su importancia en los ámbitos económico, cultural y social por parte de los ámbitos científico y empresarial-industrial?,
2. ¿Cuáles son las razones por las que la mayoría de los centros universitarios de investigación limitan sus actividades de investigación al ámbito de la ciencia básica?,
3. ¿Cuáles son los mecanismos actuales que emplean los centros de investigación (públicos y privados) para realizar la TC hacia el ámbito empresarial-industrial?,
4. ¿Cuáles son los mecanismos actuales que emplea el ámbito empresarial-industrial para hacerse de los resultados obtenidos en los centros de investigación (públicos y privados)?,
5. ¿Cuáles son los procesos actuales que utilizan los centros de investigación (públicos y privados) para desarrollar la I+D, y generar el conocimiento?,
6. ¿Qué factores han influido en aquellas empresas que han aplicado mecanismos de TC obteniendo resultados exitosos?,
7. ¿Cuáles son los procesos actuales que utiliza el ámbito empresarial-industrial para aplicar el conocimiento y desarrollar la innovación?,
8. ¿Cuáles son los principales obstáculos a los que se enfrenta el proceso de TC entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial?.

Las respuestas para las preguntas expuestas anteriormente se obtendrán mediante el análisis del modelo de estudio, representado gráficamente en la figura 5.3. Los elementos que integran la parte central del modelo de estudio ya han sido descritos en la sección 5.3. Otros dos elementos clave en el modelo a evaluar son la generación del conocimiento y la aplicación del conocimiento, como factores vinculantes en los procesos de TC.

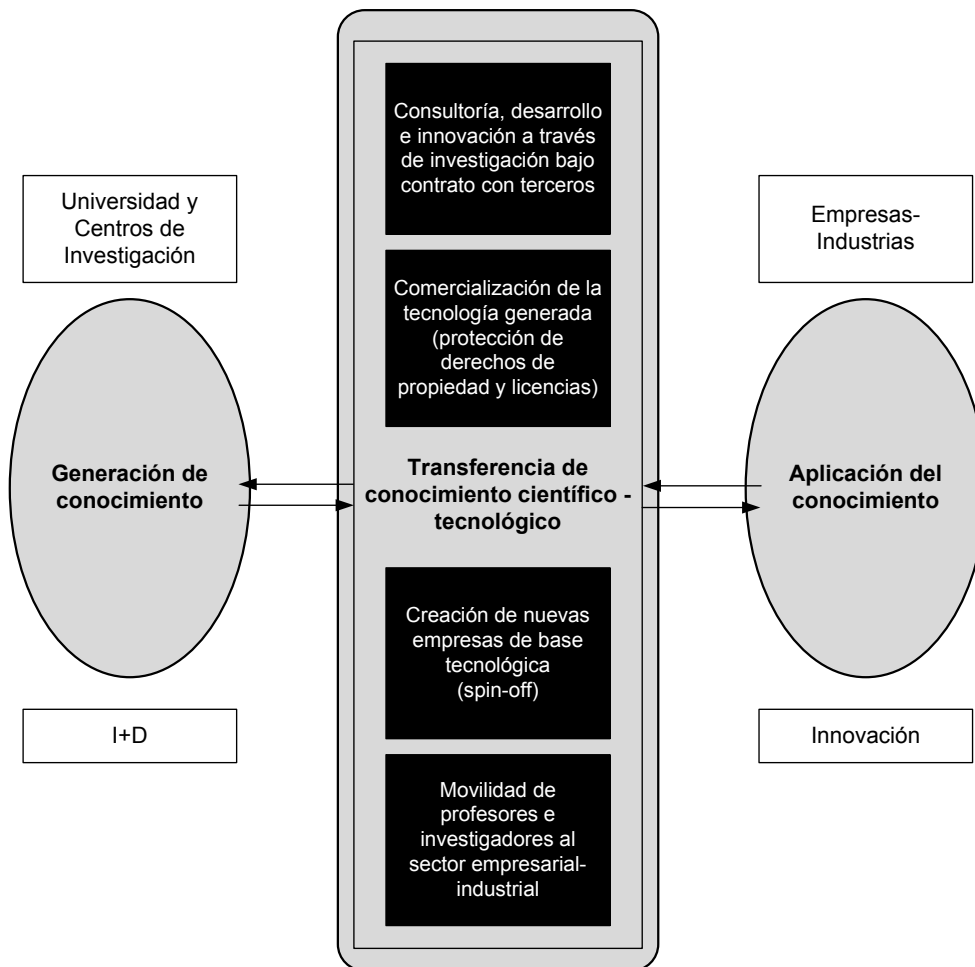


Figura 5.3: Modelo del estudio.  
(Fuente: Elaboración propia)

En la generación del conocimiento participan los centros de investigación (públicos y privados) pertenecientes al ámbito científico del SNI. La razón de integrarlos en el modelo es debido a la importancia que éste tiene en la generación de las ideas que posteriormente son aplicadas en el desarrollo de nuevos productos y servicios. Como se observó en la sección 4.1.2, dicho ámbito juega un papel crucial en la creación de conocimiento a través de su incorporación tanto en los recursos humanos como en el desarrollo de proyectos de CyT.

Mientras que en la aplicación del conocimiento participan todas las empresas e industrias que pertenecen al mismo ámbito dentro del SNI, la importancia de integrarlas en el modelo se debe a que, como se observó en la sección 4.1.4, éstas se consideran como los principales responsables de la aplicación del conocimiento y su validación a través de los beneficios tanto económicos como sociales.

## 5.5. Metodología de investigación

El desarrollo de la investigación propuesta es llevado a cabo a través del enfoque denominado Estudio de Casos (Fig. 5.4). De este modo, se aplica bajo el mencionado enfoque, por ser un método que ayuda a comprender con profundidad las dinámicas presentes dentro de escenarios individuales y a descubrir nuevas y complejas relaciones y conceptos (Eisenhardt, 1989; Yin, 1994; Rodríguez, Gil & García, 1999; Worley & Doolen, 2006). De hecho, los estudios de casos como ejemplos “reales” de la experiencia de las organizaciones, son capaces de mostrar sus propias historias sobre el desarrollo del cambio en la práctica y de cómo el contenido, el contexto y las políticas de cambio interaccionan (Dawson, 1997). Esto, permite al investigador comprender por completo el caso específico y, además, generalizar y teorizar en cuanto al evento concreto bajo estudio (Stake, 2000). Yin (1994) define el término como una pregunta empírica que “investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto en la vida real, cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes en el cual se utilizan múltiples fuentes de evidencia”.

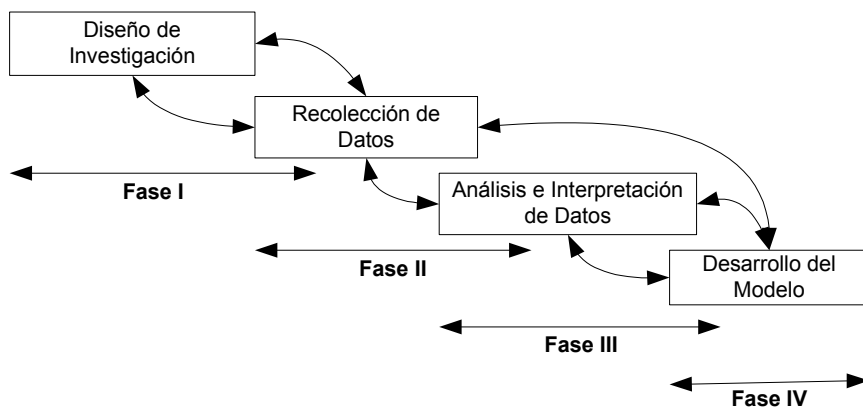


Figura 5.4: Desarrollo de la investigación.  
(Fuente: Elaboración propia)

No obstante, uno de los principales prejuicios asociados a los estudios de casos es que sus conclusiones no son generalizables estadísticamente. Sin embargo, los estudios de casos no representan a una muestra de una población o de un universo concreto, por lo que no pueden ser generalizables estadísticamente sino a proposiciones teóricas, el objetivo del investigador es ampliar y generalizar teorías -generalización analítica- (Yin, 1994; Bonache, 1999) y no enumerar frecuencias -generalización estadística-. De hecho, es importante tener en cuenta que el estudio no es de un sector en particular y, por lo tanto, las diferencias con respecto al éxito de los procesos de cooperación y TC entre diferentes organizaciones pueden ser explicadas mediante las diferencias en la gestión de sus diversas actividades de la I+D e innovación y los procesos de cooperación y TC.

Cobbenhagen (2000) considera que el conocimiento acerca de los factores que subyacen a las organizaciones innovadoras no puede ser obtenido solamente a través de la recolección o

medición de “datos duros” (gastos de I+D, datos financieros, tiempos de producción, número de innovaciones). El conocimiento buscado se encuentra dentro de la información obtenida, la cual se deriva de la percepción y el significado de estas cifras, y las características y los procesos organizacionales más difusos que le permiten a una organización ser exitosa durante un prolongado periodo de tiempo. De esta manera se justifica la obtención de una cantidad suficiente de datos cualitativos, éstos contribuyen a explicar los hallazgos y las contradicciones no esperadas, permiten ser triangulados y validados al explicar la historia detrás de los datos, proporcionan las bases y las ideas para construir nuevas teorías y proporcionan una manera de rastrear los elementos más dinámicos.

Más allá del antiguo debate de la investigación cuantitativa en contra de la cualitativa, la literatura actual en cuanto a las estrategias o metodologías de investigación no considera ninguno de los métodos superior al otro (Cuadro 5.2). Por el contrario, ambos enfoques son considerados como complementarios para la mayoría de los aspectos bajo estudio. Ninguno de los métodos de análisis es intrínsecamente mejor que el otro, sino que solo uno es más apropiado cuando se analiza un problema de investigación concreta (Silverman, 2005). En palabras de Homans (1950) “La metodología es un asunto de estrategia, no de moral. No hay métodos buenos ni malos sino circunstancias particulares en el alcance de los objetivos dirigidos hacia objetivos claros”. La metodología en las ciencias sociales no es un catecismo sino un proceso individual y colectivo basado en experiencias con ciertas opciones metodológicas en la práctica de la investigación (Hertog & Schroder, 1995).

	Investigación Cualitativa	Investigación Cuantitativa
Propósito	Comprensión y explicación del comportamiento humano desde el punto de vista del sujeto a través de la recolección de datos narrativos.	Explicación y predicción (o control) del fenómeno mediante la colección de datos numéricos.
Diseño y Método	Flexible. Se asume una realidad dinámica. Orientada a los procesos. Por ejemplo, etnografía, estudio de casos	Rígido, inflexible, proceso desarrollado en detalle. Se asume una realidad equilibrada. Orientada hacia los resultados.
Recolección de Datos	Documentos, observación participativa, entrevistas informales y n-estructuradas.	No existe la observación participativa, pruebas, cuestionarios, entrevistas formales y muy estructuradas.
Interpretación de Datos	Subjetiva, conclusiones tentativas, revisión continua de los resultados.	Objetiva, generalización.
Tendencia	Incremento en el uso de ambas estrategias en la misma investigación.	

Cuadro 5.2: Investigación cualitativa vs. investigación cuantitativa  
(Fuente: Elaboración propia)

En efecto, cada método posee sus fortalezas y debilidades, los investigadores tienen la responsabilidad de elegir el mejor de acuerdo con el objeto de estudio. Una rigurosa práctica profesional se concibe como esencialmente técnica, y este rigor depende del uso de técnicas descriptivas, verificables y replicables derivadas de la investigación científica, basadas en el

conocimiento que es objetivo, concensual, acumulativo y convergente (Schon, 1987). No obstante, un investigador que realmente intenta confinar su práctica a la rigurosa aplicación de técnicas basadas en investigación, no solo encontraría que no podría trabajar en los problemas más importantes sino que no podría practicar en el mundo real de ningún modo. De hecho, es importante para los investigadores ser lo más explícitos al hacer todas sus elecciones, especialmente cuando se vuelven vulnerables al moverse lejos de la ruta fijada. Por lo tanto, el diseño representa la estrategia y el curso actual de los eventos. Así como la lógica asocia las preguntas a las respuestas, el diseño asegura el “cierre”, esto quiere decir, que el proyecto tendrá un inicio y fin definitivo (Cobbenhagen, 2000).

Si bien, en términos generales se puede decir que los enfoques cuantitativos o positivos son aquellos que emplean métodos estadísticos o econométricos de análisis y se reivindican por ser objetivos, neutrales e imparciales, la investigación cualitativa se define como aquellos métodos, técnicas o enfoques utilizados en la generación de datos y análisis que no se basan en datos numéricos (Cassell, Symon, Buehring & Johnson, 2006). Sin embargo, el concepto de “investigación cualitativa” es muy amplio, algunas veces ambiguo, y varios métodos pueden agruparse bajo este título: estudio de casos, encuestas participativas, entrevistas, observación participativa, métodos visuales y análisis interpretativo (Denzin & Lincoln, 2000).

Por tanto, para Eisenhardt (1989) y Yin (1994) aunque los términos investigación cualitativa y estudio de casos con frecuencia se utilizan de manera intercambiable, el estudio de casos puede involucrar solo datos cualitativos, solo datos cuantitativos, o ambos. Comúnmente se combinan métodos de recolección de datos como documentos, entrevistas y observaciones, para realizar una triangulación<sup>8</sup> de los datos, utilizando así varias fuentes de información sobre un mismo objeto de estudio con el fin de contrastar la información recolectada y obtener conclusiones más convincentes y exactas (Yin, 1994; Maxwell, 1996; Cea, 2002). De esta manera, diferentes fuentes proporcionan información valiosa y una amplia perspectiva para comprender la situación bajo estudio y proporcionar categorías conceptuales. La posibilidad de utilizar diferentes fuentes de información es la mayor fortaleza de la estrategia del estudio de casos (Yin, 1994).

Así, para que los resultados del estudio de caso sean fiables, durante la recolección de los datos se debe tener en cuenta una serie de aspectos básicos:

- El carácter de los datos recopilados debe ser “longitudinal”, es decir, que abarquen un período de tiempo lo bastante amplio y evitar así que se tomen como referencia situaciones momentáneas.
- Deben verificarse los datos mediante su triangulación, método sistemáticamente adoptado en evaluación.
- El evaluador debe asegurarse de que se saca el máximo partido a la información recopilada, especialmente en caso de divergencias entre las personas implicadas.
- Por definición, el estudio de caso se mantiene abierto a posibles nuevos hallazgos fruto de estudios en curso. Durante la realización del estudio de caso, el evaluador debe saber identificar los puntos clave y profundizar en ellos, aunque esto suponga desviarse del plan inicial.

---

<sup>8</sup>El término “triangulación” se utiliza para referirse al proceso de empleo de diferentes técnicas de investigación o métodos para evitar malinterpretaciones (Patton, 1990; Stake, 2000).



- Finalmente, la fase de terreno permite la observación directa de lo que sucede en la realidad. En este sentido, es importante que el evaluador tome nota de ello con la máxima precisión.

### 5.5.1. Contexto de aplicación y selección de los casos

Sobre la base de la propuesta del estudio, y el enfoque metodológico a utilizar, la aplicación del mismo se encuentra delimitada al ámbito de México, y dentro del contexto de los centros universitarios de investigación y los centros de I+D (públicos y privados) que conforman el ámbito científico; y las empresas que cuentan dentro de sus estructuras con departamentos de ingeniería de productos, laboratorio de desarrollo, y/o centros de I+D que componen el ámbito industrial.

La selección de las organizaciones se realizó de tal modo que permitiera conocer la situación real de:

- Aquellas empresas que han tenido experiencia en la TC vía centros de investigación externos, como de aquellas empresas que han mantenido poca o ninguna experiencia de TC de igual manera.
- Aquellos centros de investigación (públicos y privados) que cuentan con amplia experiencia transfiriendo conocimiento científico al ámbito empresarial-industrial, como de aquellos que cuentan con poca experiencia a través de los diferentes medios descritos anteriormente.

Como resultado, se obtuvo una muestra de diferentes 4 centros de investigación (públicos y privados) y 4 empresas orientadas y ubicadas en diferentes sectores y con diferentes grados de experiencia en la TC y desarrollo tecnológico. Ello ha permitido representar de una manera más fiable, la gran heterogeneidad que presentan dichas organizaciones en México, y:

1. Enriquecer la literatura existente acerca de la TC en México,
2. Identificar los principales mecanismos de los centros de investigación (públicos y privados) para transferir el conocimiento científico generado dentro de sus laboratorios,
3. Identificar los principales mecanismos comúnmente utilizados por las empresas mexicanas para absorber conocimiento científico.
4. Desarrollar un modelo conceptual de TC que permita a ambos ámbitos (científico e industrial) facilitar dichos procesos de TC.

A continuación se presenta un resumen general de los Centros de Investigación y las empresas seleccionadas.

#### **Centros de investigación.**

- **Centro de Tecnología Avanzada A.C. (CIATEQ).** Este centro fue creado en 1978, con el objetivo de servir a la industria metalmeccánica de la región. Éste colabora con la industria en el desarrollo de productos, procesos y sistemas capaces de generar ventajas competitivas que generalmente implican actividades de diseño, construcción de

prototipos, instalación y puesta en marcha de maquinaria y equipos. Al mismo tiempo ofrece servicios de consultoría y laboratorios especializados para satisfacer los requerimientos de calidad y productividad de la industria. Asimismo, cuenta con trece líneas de investigación dirigidas al desarrollo tecnológico y consultoría. Mantiene acuerdos de cooperación y Transferencia de Tecnología tanto con instituciones educativas a nivel nacional e internacional como con instituciones especializadas, centros de investigación, y empresas.

- **Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCADET).** Fundado en 1971 procede del anterior Centro de Instrumentos de la UNAM para dar respuesta a la necesidad de resolver los problemas de instrumentación científica y didáctica. Inicialmente responsable del diseño y mantenimiento de equipo científico y didáctico especializado, a partir de 1980 reorientó sus esfuerzos enfocándose a la I+DT en el campo de la instrumentación y posteriormente en 1990 se definieron nuevas tareas en el ámbito de la I+DT. En 1996, se transformó en un centro de investigación adscrito al consejo académico del área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías. Este centro se ha convertido en uno de los principales promotores de los desarrollos en Instrumentación a nivel nacional. En 1990, se creó la Coordinación de Vinculación con el propósito de transferir, difundir y divulgar a la sociedad industrial y demás sectores relacionados con la instrumentación, el conocimiento científico y tecnológico generado por los laboratorios de I+D. Además, cuenta con acuerdos de cooperación y transferencia de tecnología con organizaciones públicas y privadas, asociaciones civiles y organizaciones internas de la UNAM.
- **Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C. (LANIA).** Es un centro de investigación y transferencia tecnológica de tecnologías de información (TI) para los sectores público y privado. Sus objetivos incluyen la investigación en TI, el desarrollo de proyectos innovadores en TI, la formación de especialistas y la transferencia de tecnología en TI. Imparte cursos de formación y actualización de alto nivel cuyo objetivo es la formación y actualización de recursos humanos en TI, a través de programas académicos que incluyen maestrías, especialidades, diplomados y académicas dirigidos a empresas profesionistas y estudiantes del área. Mantiene acuerdos de cooperación y TC tanto con centros de investigación (públicos y privados) como con empresas.
- **Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX).** Es un centro de investigación científica y tecnológica cuyo objetivo es vincular a la Dirección General de Investigaciones (DGI) de la Universidad Veracruzana (UV) con el sector productivo, mediante la generación, promoción y transferencia de tecnología en áreas de recursos naturales, ambiente y procesos biotecnológicos. Es el primer laboratorio del sureste que opera como laboratorio integral de diagnóstico fitosanitario. Ofrece servicios de información, investigación aplicada, análisis químicos, físico-químicos y biológicos, asistencia técnica y capacitación especializada, apoyo a la formación de recursos humanos, inspección, verificación y control de calidad. LATEX cuenta con convenios de colaboración con algunas universidades, institutos y organizaciones (públicas y privadas) en el ámbito de los servicios (análisis, asistencia técnica y capacitación, inspección, verificación y control de calidad).

### Empresas.

- **Laboratorios Silanes, S.A. de C.V.**. Se funda en 1943 como un laboratorio farmacéutico de capital nacional y en 1995 se integra el área de diagnóstico y el laboratorio de biología molecular, impulsándose el uso de la biotecnología y la medicina genómica. En 1990, se funda el Instituto Bioclón, creador de la tercera generación de antivenenos basados en faboterápicos con tecnología 100 % propia. En 2006, entre sus esfuerzos se destaca la creación de la Primera Red Nacional de Centros para el Control y Tratamiento de Envenenamientos por Animales Ponzñosos denominados REDTOX y el establecimiento de una comunidad de investigadores, biólogos y médicos denominada VENENONEMIA. Bioclón mantiene alianzas con las principales instituciones educativas y sus centros públicos de investigación, así como convenios con organismos públicos y privados de salud a nivel nacional e internacional.
- **MABE**. Fundada en los años cuarenta, arranca operaciones con la venta de muebles de cocina y posteriormente incursiona en el mercado de la línea blanca. En 1959, sustituye la importación de hornos por la fabricación en México y, en 1964, integra la fabricación de refrigeradores. Parte de su estrategias incluyen: la formación de alianzas, la adquisición y fusión de empresas, la importación de productos y la adquisición de plantas. En 1994, se funda en Querétaro el Centro de Tecnología y Proyectos (CTyP) desde donde se analiza y se gestionan todos los proyectos de I+D e innovación. MABE además, mantiene acuerdos de cooperación y TC con diversos centros de investigación (públicos y privados) y empresas (socios, clientes, proveedores) a nivel nacional e internacional.
- **Grupo Industrial Tellería (GIT)**. Fue fundado en 1964, y actualmente está constituido por cuatro empresas: Transportes Tellería (TT), Diseño e impresiones publicitarias (DIPSA), Grupo Industrial Tellería y Silos y Camiones (SYCSA). Esta última tiene como objetivo el diseño, fabricación y comercialización para el manejo, almacenamiento y transporte de materiales a granel. Actualmente, el grupo que se encuentra en constante evolución dirigiendo parte de su esfuerzo a la identificación de los beneficios que aportan las áreas de I+D para la adquisición de conocimiento, el desarrollo y la innovación tecnológica. En el año 2003 se funda el Centro de Desarrollo Tecnológico Romualdo Tellería Armendariz (CDTRTA), cuyo objetivo es la generación de tecnología aplicada de alto valor e innovación, estableciendo redes de conocimiento y alianzas estratégicas.
- **Laboratorios Streger**. Fue fundada en 1966, con el objetivo de producir, comprar, vender, maquilar, importar, exportar y distribuir todo lo relacionado con los productos químicos y farmacéuticos. Actualmente, en el área de la biotecnología la empresa se encuentra en plena etapa de evolución de productos generales a productos de especialidades. Para el desarrollo de nuevos productos o procesos el laboratorio de desarrollo de productos y el departamento de control de calidad establecen vínculos con centros de investigación externos, fomentando la adquisición de conocimiento en base a capacitación del personal y la adquisición de software acorde a las necesidades detectadas.

Si bien, los casos como ejemplos, son un aspecto esencial del enfoque en la construcción de cualquier teoría o modelo a partir de múltiples análisis de casos de estudio (Eisenhardt,

1989). La literatura especializada no establece el número ideal del número de casos ni el criterio de selección. De acuerdo con Yin (1994) se debería seleccionar entre uno y ocho, o entre cuatro y diez de acuerdo con Eisenhardt (1989). No existen reglas generales en las que se base el diseño de la investigación de acuerdo con la complejidad del tema. Consecuentemente, el número de casos dependerá del tiempo y los recursos disponibles para los investigadores, mientras se obtenga el balance correcto entre el número de casos y la profundidad del análisis que también son importantes.

### 5.5.2. Técnicas de investigación y recolección de datos

Las técnicas de investigación utilizadas han sido la entrevista semi-estructurada, la observación directa y los documentos de los centros de investigación (públicos y privados) y las empresas relacionados con el fenómeno de estudio (Yin, 1994):

- **Entrevista semi-estructurada.** También llamada abierta o en profundidad, está compuesta de dos modalidades: la entrevista cerrada, que es un cuestionario, en donde el entrevistado responde con un sí o un no y la entrevista abierta que es una conversación abierta. Mediante la entrevista, individuos claves para la investigación pueden aportar datos y opiniones sobre el objeto de estudio. El entrevistado es considerado como un experto y, además de proveer aspectos relevantes, sugiere fuentes adicionales que puedan corroborar la evidencia.
- **Observación directa.** La técnica de la observación provee información adicional sobre el objeto de estudio al permitir obtener datos sobre aspectos que son más fáciles de percibir visualmente que a través de la comunicación oral. Las observaciones pueden corresponder a actividades de recogida de datos formales o casuales: serán formales cuando se desarrollen siguiendo un protocolo establecido, donde el investigador mide la incidencia de cierto tipo de conductas en determinados periodos de tiempo durante el trabajo de campo; con menor formalidad, las observaciones directas pueden llevarse a cabo a lo largo de visitas realizadas al objeto de estudio.
- **Documentos.** Para el estudio de casos, los documentos se utilizan para corroborar y aumentar la evidencia obtenida de otras fuentes. Los documentos son útiles para verificar la escritura correcta de nombres o títulos de instituciones que sean mencionados en la entrevista, así como para inferir cuestiones no evaluadas con anterioridad.

En este sentido, la recopilación de información de diversas fuentes, personas o sitios, utilizando una variedad de métodos reduce el riesgo de obtener conclusiones de manera precipitada, las cuales reflejarán solamente las predisposiciones o las limitaciones de un método específico, lo que permite obtener una mejor evaluación de la validación y generalización de los resultados (Maxwell, 1996). De esta manera, la validez de un estudio es la cualidad que lo hace creíble y da testimonio del rigor con que se realizó. La validez implica relevancia del estudio con respecto a sus objetivos, así como coherencia lógica entre sus componentes. La credibilidad se asegura a partir de la triangulación de las categorías y los resultados entre múltiples fuentes primarias, y entre fuentes primarias y secundarias (Maxwell, 1996).

Los métodos del estudio de casos pueden utilizar dos tácticas para desarrollar sus medidas de validez: múltiples recursos de evidencia, y la técnica de la cadena de evidencia en la reducción de los datos. La primera, está más enfocada hacia la disponibilidad de abundancia

de información, con el fin de verificar las tendencias, descartar explicaciones contradictorias y corroborar hallazgos (Neustadt & Fineberg, 1978; Yin, 1994), la segunda, puede ser definida como la secuencia desde la observación hasta las conclusiones. En una fuerte cadena de evidencia, un segundo evaluador independiente puede dar seguimiento a un primero a partir de las observaciones y/o los datos originales a través de todos los pasos de agregación y análisis de datos y concluir que los hallazgos del primer evaluador fueron justificados por la evidencia de una manera equitativa.

La capacidad de transmisión o validación externa, se construye en base a la posibilidad de la reproducción en futuros estudios de los resultados y los modelos utilizados. De este modo, sobre las bases del marco teórico y el marco empírico del SCyT en México, fue desarrollado un modelo teórico "provisional" el cual permite desarrollar los instrumentos de la investigación, responder a las preguntas de investigación planteadas y desarrollar un modelo teórico general (de ningún sector en particular), el cual estuviera teórico general (de ningún sector en particular), el cuál estuviera cooperación y TC. Esto, a fin de aplicarlo al análisis posterior y de esta manera obtener resultados que puedan ser comparables en la presente investigación (Yin, 1994).



## Capítulo 6

# Estudio empírico de la TC en México

## 6.1. Análisis individual de los casos

Si bien los objetivos de la presente investigación apuntan a:

1. Identificar (y/o verificar) aquellos factores que distinguen a las organizaciones exitosas en los procesos de cooperación y TC de las organizaciones que se encuentran en el promedio de dichos procesos,
2. Proporcionar las bases para un modelo teórico incorporando estos factores.

El objetivo del análisis (individual y comparativo) es proporcionar una imagen tan comprensible como sea posible de los factores que explican el proceso de cooperación y TC enfocándose al mismo tiempo en proporcionar a las organizaciones un estímulo para la mejora de dichos procesos.

Para lograr lo anterior, es preciso aplicar un proceso metodológico de estudios de casos múltiples. De hecho, existen diversas clasificaciones de estudios de casos los cuales se sintetizan en la siguiente tipología por Yin (1994):

- **Descriptivos**, cuyo propósito es analizar cómo ocurre un fenómeno organizativo dentro de su contexto real.
- **Exploratorios**, que tratan de familiarizarse con un fenómeno o una situación sobre la que no existe un marco teórico bien definido.
- **Ilustrativos**, que ponen de manifiesto las prácticas de gestión de las empresas más competitivas.
- **Explicativos**, que explican las razones de las prácticas al emplear la teoría, más bien para entenderlo y explicarlo que para crear generalizaciones. Revelan las causas o el porqué de un determinado fenómeno.

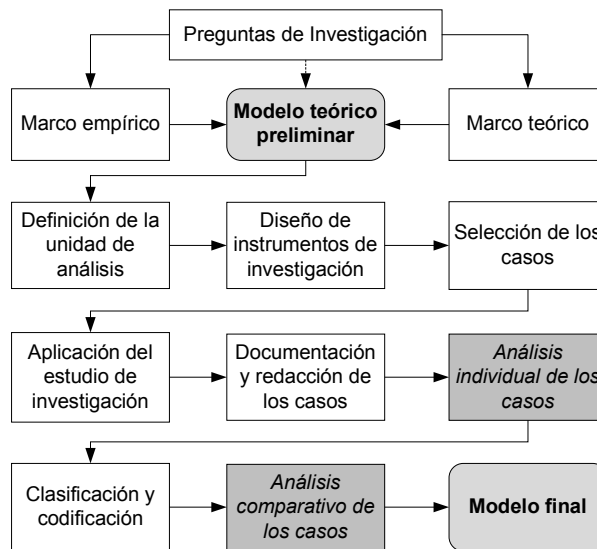
Siguiendo esta clasificación y teniendo en cuenta la presente investigación, se considera que la misma se corresponde a un estudio del tipo descriptivo-explicativo. Mientras los estudios descriptivos se centran en cómo, cuando y donde se recolecta la información, lo cual implica revisar la información, identificar vínculos, patrones y temas comunes, ordenar los hechos y presentarlos como son, sin agregar ningún comentario sobre su importancia. En el análisis explicativo, las investigaciones pueden ser estructuradas e informadas tanto por la teoría como por investigaciones empíricas previas, apuntando a entender el porqué del fenómeno estudiado. Desde el punto de vista de Bonache (1999), el estudio de casos tiene las siguientes características:

- No separan el fenómeno de su contexto, adoptando una visión holística en la que no se olvida que el contexto y el comportamiento son interdependientes.
- Parten de un modelo teórico menos elaborado, ya que tratan de construir teorías a partir de las observaciones, siguiendo un procedimiento inductivo.
- La elección de los casos tiene carácter teórico, no estadístico, siendo éstos elegidos por su capacidad explicativa e incluso por ser un caso atípico o excepcional.
- Tienden a utilizar más métodos o fuentes de datos, tales como la observación, las grabaciones, las transcripciones, los documentos, los cuestionarios, etc.



- Otorgan flexibilidad al proceso de realización de la investigación, ya que en función de las respuestas a las preguntas, se puede expandir nuestro marco de investigación, incluyendo nuevas preguntas y refinando progresivamente el marco teórico inicial.
- Se basan en la inducción analítica, no estadística, por lo que no generalizan a una población, sino que infieren hipótesis o generalizaciones teóricas a partir del análisis de campo.

De acuerdo a lo anterior, y tomando en cuenta que el objetivo del caso explicativo es favorecer el desarrollo de un modelo más estructurado (modelo final) que permita explicar y predecir el fenómeno estudiado, el proceso metodológico desarrollado para el estudio explicativo de múltiples casos se representa en el cuadro 6.1. De hecho, a pesar de la extendida idea de que el estudio de casos es una metodología des-estructurada, la presente investigación ha seguido un procesos sistémico y dinámico y, en algunas ocasiones, simultáneo y traslapado entre dichas etapas. De esta manera, el punto de inicio está constituido por el “modelo teórico preliminar” y el punto de fin por el “modelo inducido”. Este modelo teórico puede estar determinado por el marco teórico, o puede ser necesario deducir el marco de referencia a raíz de las consideraciones derivadas de estudios empíricos preliminares, e incluso algunos autores defienden que no se debe partir de ningún marco teórico predefinido (Bonache, 1999).



Cuadro 6.1: Análisis individual de los casos  
(Fuente: Elaboración propia)

Por otra parte, los objetivos del análisis comparativo son enriquecer los resultados obtenidos de cada uno de los casos al analizar el total de los datos de formas diversas, y construir una cadena de evidencia lógica con el fin de comparar los resultados obtenidos con la literatura existente. Los resultados de esta comparación reforzaran la validación interna si coinciden con los obtenidos en otros estudios realizados en contextos diferentes (Eisenhardt, 1989).

# Centros de Investigación

### 6.1.1. Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ)

Para Querétaro la época de los años sesenta marca el crecimiento industrial de la ciudad con el establecimiento de grandes empresas como: Industria del Hierro, Link Belt, Compacto, Tremec, Massey-Ferguson, Primsa, Autoforjas y Cardanes. El área de la metalmecánica se convirtió en un sector preponderante con la presencia de dos grandes grupos industriales ICA y SPICER, quienes tuvieron la iniciativa de instalar un centro para apoyar a la industria de Querétaro y la región. Esta iniciativa fue recibida por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI), quienes evaluaron las necesidades de tener un soporte tecnológico para la industria de la región, iniciando así, las gestiones con el gobierno estatal para el apoyo en la creación de uno de los denominados CRIAT (Centros Regionales de Investigación y Asistencia Técnica) orientado al área metal-mecánica, específicamente en diseño y manufactura.

De esta manera, CIATEQ se creó en noviembre de 1978 como Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro con el objetivo de servir a la industria metalmecánica de la región. El Centro ha evolucionado a partir de la fortaleza creada en diseño mecánico y tecnologías de información, sirviendo no únicamente a la industria de la región, sino a la de todo el país. A partir de los noventa, se desarrollan nuevas capacidades en aplicaciones de la ingeniería hidráulica y neumática, así como en la automatización y el control, diseño, ingeniería mecánica y metalurgia, turbomaquinaria, fabricación de prototipos y la utilización de técnicas modernas de diseño por computadora. Estas competencias ahora son medulares para las actividades del Centro y forman parte de las tecnologías básicas en labores de ingeniería y desarrollo tecnológico que se llevan a cabo en CIATEQ.

A principios de 1994, se genera una expansión importante tanto en personal e ingresos propios, como en unidades geográficas. La reducción presupuestal y la creciente demanda por incrementar el autofinanciamiento del Centro obliga a replantear las estrategias para la generación de recursos. En el periodo de 1994 al 2000 se modificó la estrategia hacia lo que se denomina el "Market Pull" (atender a las necesidades tecnológicas del mercado), misma que contribuyó a mejorar los niveles de autosuficiencia del Centro por medio de la generación de recursos propios. Dos años más tarde, se crea el laboratorio de metrología en la misma Unidad, el cual forma parte de la red MESURA de laboratorios secundarios de metrología. Con esta expansión y crecimiento del Centro, CIATEQ deja de ser el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Querétaro, para ser denominado: Centro de Tecnología Avanzada, CIATEQ, A.C..

#### **Organización y gestión.**

CIATEQ colabora con la industria en el desarrollo de productos, procesos y sistemas capaces de generar ventajas competitivas y que normalmente impliquen actividades de diseño, construcción de prototipos, instalación y puesta en marcha de maquinaria y equipos; así mismo, proporciona servicios de consultoría y laboratorios especializados para satisfacer los requerimientos de calidad y productividad de la industria. Los productos y servicios (Fig. 6.1) ofrecidos por CIATEQ son demandados por una amplia variedad de sectores industriales (automotriz, ingenios azucareros, electrodomésticos, plásticos y energético); de esta manera dichos productos y servicios tecnológicos están dirigidos a inducir mejoras en la industria

en: a) soporte de la operación, y b) la mejora incremental y la innovación de productos y procesos. Los proyectos de investigación son el medio para a) mantener y actualizar tecnologías medulares, b) empaquetar tecnologías estratégicas, c) vincularse con instituciones de altos niveles, nacionales e internacionales. La formación de recursos humanos en CIATEQ está íntimamente ligada al desarrollo de tecnologías estratégicas y medulares.

- Diseño de maquinaria y equipo de propósito específico.
- Servicios de calibración de instrumentos de medición
- Diseño y desarrollo de equipos para procesos de fundición y metalurgia.
- Diseño y desarrollo de software.
- Desarrollo de sistemas electrónicos de medición, monitoreo y control.
- Ingeniería avanzada de productos y desarrollo
- Reconstrucción y modernización de máquinas y equipos.
- Servicios de prueba a materiales y productos
- Telecomunicaciones y servicios de internet
- Capacitación y estudios avanzados
- Análisis y modernización de turbomaquinas y transmisiones mecánicas de potencia

Figura 6.1: Productos y Servicios.  
(Fuente: CIATEQ, 2003)

Para lograr esto, CIATEQ cuenta con una plantilla de casi 500 empleados en una proporción del: 46 % Ingenieros e Investigadores, 15 % Técnicos, 15 % Finanzas, Planeación y Proyectos, y 24 % Personal externo. Todo este personal se encuentra distribuido en 4 unidades ubicadas en todo el país, las cuales concentran diferentes oficinas y laboratorios con diferentes capacidades tecnológicas:

- Querétaro Unidad Retablo. La Unidad Retablo se encuentra localizada sobre una superficie de 8.766 m<sup>2</sup>. Las oficinas centrales están ubicadas dentro de sus instalaciones. Se encuentran las oficinas de la Dirección General, Dirección Adjunta de Comercialización, Dirección Adjunta de Tecnología, Dirección Administrativa, Gerencia de Planeación, y el Centro de información Científica y Tecnológica; así como tres Direcciones de Negocio que desarrollan productos y servicios tecnológicos para sus clientes: a) Equipos de Proceso, b) Tecnologías de Información, y c) Medición e Instrumentación.
- Querétaro Unidad Bernardo Quintana. Las instalaciones de la Unidad Bernardo Quintana están ubicadas sobre una superficie de 17.560 m<sup>2</sup>. En esta Unidad se encuentran tres Direcciones de Negocios: a) Procesos de Manufactura, b) Máquinas Especiales, y c) Maquinaria Rotativa. Asimismo la unidad cuenta actualmente con 3 aulas de capacitación las cuales tienen una capacidad para 150 personas en total.
- Aguascalientes. La Unidad Aguascalientes se encuentra localizada sobre una superficie de 9.800 m<sup>2</sup>. En esta Unidad se encuentran oficinas técnico - administrativas que

albergan el área de Desarrollo Tecnológico, un Centro de Desarrollo de Producto y el Laboratorio Secundario de Metrología. Asimismo, cuenta con una nave industrial equipada con máquinas y herramientas para la fabricación, ensamble y pruebas de prototipos.

- San Luis Potosí. Con el propósito de coadyuvar en los esfuerzos del Estado de San Luis Potosí en materia de desarrollo industrial se creó la Unidad de Desarrollo e Innovación Tecnológica (UDIT) de CIATEQ, con una superficie de 30.000m<sup>2</sup>. En esta iniciativa participan además el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del estado de Jalisco (CIATEJ), y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI). Ambos igualmente pertenecientes a Sistemas de Centros de Investigación CONACYT).
- Villahermosa. CIATEQ cuenta con una oficina en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Las áreas de sistemas de medición e Instrumentación, dibujos inteligentes y KRC trabajan desde la oficina de Villahermosa en el desarrollo de productos y servicios.

La gestión de CIATEQ se llevan a cabo a través de tres herramientas fundamentales, la Planeación Estratégica, la Planeación Tecnológica, y el Sistema de Gestión de Calidad.

#### *Planeación Estratégica y Planeación Tecnológica.*

Desde mediados de los años 90 el modelo de gestión tecnológica se ha orientado hacia mercados objetivo, aplicando tecnologías básicas y medulares, y desarrollando tecnologías precompetitivas y capacidades a través de la investigación aplicada. El modelo de gestión tecnológica desarrollado por CIATEQ, ha estado dirigido (aunque no limitado) hacia el mercado industrial mexicano, a la inversión de recursos en proyectos de investigación aplicada y en generación de conocimientos acerca de diversas tecnologías de utilidad para distintos sectores productivos en México. Este modelo ha permitido lograr altos niveles de competitividad en algunos de los productos y servicios tecnológicos que ofrece el Centro.

En línea con los objetivos planteados por el PECyT 2001-2006 (CONACYT 2001)<sup>1</sup>, CIATEQ comienza a replantearse su dirección estratégica orientando los esfuerzos del Centro hacia un proceso sistemático de planeación tecnológica; para lograr esto CIATEQ adopta el modelo de gestión tecnológica desarrollado por el Premio Nacional de Tecnología (PNT). En diciembre del año 2003 CIATEQ recibe el PNT en la categoría de Centros de Investigación Aplicada, Instituciones Educativas y Unidades de Vinculación (Fig. 6.2). La gestión tecnológica que orienta el quehacer en CIATEQ permite conocer y entender el entorno, planear acciones, actuar, medir y analizar los resultados para retroalimentar y mejorar el modelo.

El Sistema de Gestión de la Calidad adoptado por CIATEQ tiene como propósito que los proyectos y servicios tecnológicos se realicen de una manera planeada y ordenada en todo el desarrollo de su proceso, apuntando a obtener resultados de calidad consistentes y demostrables. La política de Calidad de CIATEQ declara:

<sup>1</sup>Los objetivos estratégicos del PECyT son:

- Contar con una Política de Estado en Ciencia y Tecnología,
- Incrementar la Capacidad Científica y Tecnológica del País, y
- Elevar la Competitividad y la Innovación de las Empresas

“Brindamos a nuestros clientes soluciones integrales, innovadoras, prácticas y oportunas que satisfacen sus expectativas y las de nuestros asociados mediante el mejoramiento continuo de la operación de CIATEQ”.

La certificación del Sistema de Calidad bajo la norma ISO 9001:1994 Sistema de Aseguramiento de Calidad por parte del IMNC, fue obtenida en noviembre de 1998 siendo el primer Centro Público de Investigación y Desarrollo en México en conseguirlo. Posteriormente en 2005 se recertifica el Sistema de Gestión de la Calidad bajo la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000.

El proceso para establecer el rumbo estratégico de CIATEQ tiene dos etapas: reflexión estratégica, que tiene como objetivo definir el marco donde actuará el Centro tomando como base principal el PECYT, y arroja como resultado la Misión, Visión, Objetivos Estratégicos y la Estrategia General; una vez definido lo anterior, se realiza el proceso de planeación estratégica cuyo objetivo es definir un plan de acción para los siguientes cinco años. Un aspecto importante del proceso de planeación estratégica es el análisis de los productos y servicios tecnológicos actuales, se enumeran las tecnologías requeridas por producto y se define la manera de fortalecerlas.

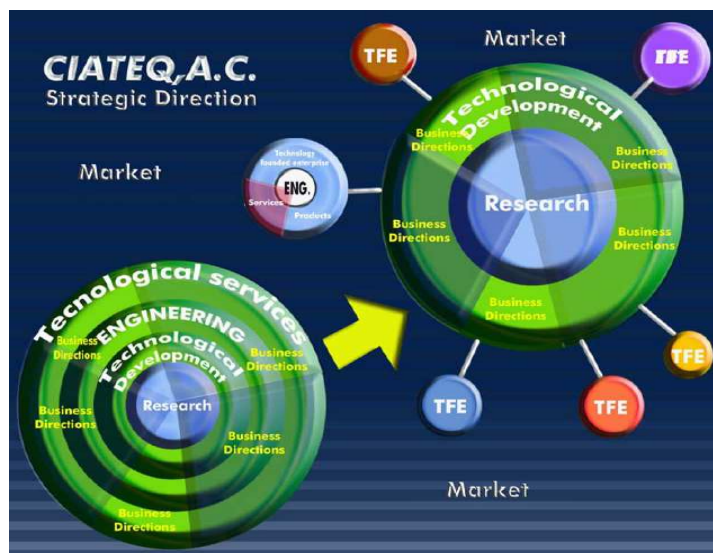


Figura 6.2: Modelo de dirección estratégica.  
(Fuente: CIATEQ, 2003)

Como parte del análisis del entorno se identifican las oportunidades de mercado para crear nuevos negocios o empresas acordes con la Misión del Centro y que puedan tener crecimiento utilizando las capacidades existentes, o bien, desarrollando las tecnologías y competencias que permitan ofrecer nuevos productos y servicios tecnológicos competitivos. Para desarrollar o fortalecer tecnologías medulares y estratégicas se formulan proyectos de investigación, programas estratégicos o tecnologías precompetitivas con objetivos y metas concretas.

El proceso de planeación tecnológica (Fig. 6.3) forma parte del proceso de planeación general de CIATEQ y es parte fundamental de las actividades del Consejo Técnico Interno. En el proceso de planeación tecnológica participan la dirección general, direcciones adjuntas, directores de unidades de negocio y las áreas de investigación, planeación y mercadotecnia.

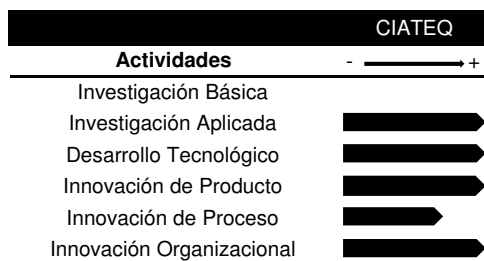


Figura 6.3: Planeación tecnológica de CIATEQ.  
(Fuente: CIATEQ, 2003)

La planeación tecnológica tiene como base la planeación de cada unidad de negocio en donde participa todo el personal de la unidad y la aportación se enfoca, principalmente, a elaborar el diagnóstico de la situación actual, la identificación de oportunidades y la definición de la situación tecnológica futura deseada. Como resultado del proceso de planeación tecnológica se definen los objetivos estratégicos y las estrategias tecnológicas, los objetivos a corto plazo para el período inmediato, así como los objetivos a mediano y largo plazo que contienen: el fortalecimiento de las tecnologías medulares, el desarrollo de nuevas tecnologías, la formación de recursos humanos y la infraestructura requerida. La planeación tecnológica arroja como conclusión el plan tecnológico y los proyectos estratégicos, estos últimos definen los objetivos, formación de personal y los recursos tecnológicos necesarios.

#### **La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación.**

CIATEQ proporciona servicios de investigación aplicada (fundamentalmente), de desarrollo tecnológico, y de consultoría, sumándose así al esfuerzo de otras instituciones y empresas que ofrecen servicios similares (Cuadro 6.2).



Cuadro 6.2: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

CIATEQ diseña productos que compiten en los mercados de las empresas clientes de CIATEQ que los fabrican, a través de desarrollar trece líneas de investigación: 1) Diseño de sistemas mecánicos, 2) Manufactura flexible, 3) Rotodinámico, 4) Procesos de fabricación, 4) Mecatrónica y sistemas inteligentes de manufactura, 5) Electrónica, 6) Medición, 7) Transferencia de calor y análisis, termomecánicos, 8) Modelación de procesos, 9) Control de movimiento, 10) Desarrollo de software, 11) Automatización de procesos, industriales y 13) Metrología. La proporción de las actividades científica y tecnológicas de CIATEQ resultado de las 13 líneas de investigación se muestra en el siguiente cuadro (6.3).

Actividades	%
Investigación	13
Desarrollo Tecnológico	25
Ingeniería	41
Servicios Tecnológicos	17
Desarrollo de Recursos Humanos	4

Cuadro 6.3: Balance de actividades.  
(Fuente: CIATEQ, 2006)

El personal científico y tecnológico de CIATEQ está conformado por expertos en diversas disciplinas de la ingeniería: mecánica, hidráulica, eléctrica, electrónica, sistemas, metalurgia, manufactura, etc. Se considera al diseño y fabricación de máquinas, herramientas y dispositivos y el diseño de sistemas de información, monitorización y control como las especialidades relevantes del Centro. En este sentido, el personal científico y tecnológico de acuerdo a su nivel académico se encuentra integrado por personal con estudios de aproximadamente: 67 % licenciatura, 25 % maestría, y 8 % doctorado. CIATEQ promueve la formación de recursos humanos mediante distintos mecanismos y con visión a corto, mediano y largo plazo, destacando estos últimos por la profundidad y especialización de conocimientos.



Con respecto a la propiedad intelectual, todos los desarrollos tecnológicos son documentados en carpetas y respaldados electrónicamente. Los documentos incluyen diseños, memorias de cálculo, resultados de pruebas y en su caso, artículos (papers). Con frecuencia el patrimonio tecnológico también está presente en prototipos de productos o en desarrollos de máquinas, equipos o procesos únicos. La propiedad intelectual se protege por medio de patentes y revistas, aunque en la mayoría de los desarrollos contratados esta propiedad pertenece al cliente debido a que CIATEQ dispone durante el proyecto de información tecnológica propiedad del cliente, como resultado del desarrollo tecnológico éste incrementa su propiedad tecnológica. Así, la producción científica de CIATEQ al día de hoy consta de (Cuadro 6.4):

Indicador	Cifra
Publicaciones científicas	60
Patentes registradas	2
Software registrado	6

Cuadro 6.4: Producción científica.  
(Fuente: CIATEQ, 2006)

En el aspecto financiero, CIATEQ cuenta con un presupuesto anual que describe y justifica el presupuesto de inversión para el período; el cual está siempre acorde al plan estratégico y tecnológico del Centro y dónde los recursos son destinados a fines de: actualización de hardware y software existente, y fortalecimiento de las tecnologías precompetitivas del Centro. En este sentido, cabe hacer mención que del 100 % del presupuesto anteriormente mencionado, el 70 % del mismo proviene de recursos propios y el 30 % restante es llevado a cabo con recursos públicos.

Debido al tipo de productos y servicios tecnológicos que ofrece CIATEQ, la adquisición de herramientas de cómputo así como de equipo especializado son la infraestructura medular del Centro. Anualmente se actualizan las versiones existentes de la mayoría de los programas computacionales y se adquieren los necesarios para cumplir con las expectativas de los clientes. De forma similar el equipo y maquinaria especializada, bancos de pruebas y equipos de laboratorio son modernizados o renovados para atender la demanda del mercado. Dentro del presupuesto de CIATEQ se incluye un rubro para obra pública, el cual tiene como objetivo fortalecer o ampliar las instalaciones para incrementar la capacidad disponible para la investigación y desarrollo tecnológico. El presupuesto anual incluye las necesidades de los proyectos de tecnologías precompetitivas y proyectos estratégicos, los cuales tienen como objetivo fortalecer e incrementar las tecnologías y competencias medulares y estratégicas que permitan a CIATEQ ofrecer productos tecnológicos con alto valor agregado.

Las principales fuentes de información y conocimiento para desarrollar la I+D+i provienen de las disciplinas de la ingeniería tales como: mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica, electrónica, instrumentación y control, metalúrgica, química, manufactura y transformación del plástico. En general, la principal fuente de tecnología proviene de los desarrollos propios a través de la misma investigación y operación de CIATEQ; la rigurosa documentación de los proyectos de desarrollo realizados preserva y acrecienta el acervo tecnológico de la Institución.

Los procesos de asimilación, mejora e innovación tecnológica en el caso de CIATEQ ocurren de manera sistemática. La asimilación de tecnología inicialmente la facilita el cliente mismo, quien requiere compartir con personal de CIATEQ su conocimiento sobre la tecnología de su ramo en particular. A partir de ahí, cualquier desarrollo posterior requiere antes que nada investigar cual es el estado del arte sobre la tecnología en cuestión; así, la investigación bibliográfica realizada metodológicamente en cada desarrollo permite asegurar que se incorpora al proyecto, la tecnología apropiada. Otras fuentes utilizadas son las revistas industriales, las conferencias y seminarios, y las ferias, foros y exposiciones. Destaca de sobremanera como importantes fuentes de información las políticas gubernamentales, el aspecto medioambiental y en general el entorno en el cual se desenvuelve en centro. CIATEQ lleva a cabo investigaciones de mercado, que mediante análisis de grupos enfocados, permiten probar conceptualmente los productos y servicios de CIATEQ y su posicionamiento.

Debido al perfil de CIATEQ, la gestión del conocimiento juega un papel preponderante ya que la experiencia y el conocimiento generado en los proyectos y su transferencia al mercado es la razón de ser del mismo. En este sentido, CIATEQ ha logrado desarrollar un expertise en diferentes técnicas para la gestión de la I+D+i. Así se tiene por ejemplo que, la definición de la situación tecnológica futura de CIATEQ se basa principalmente en el ejercicio nacional de prospectiva tecnológica. Otro caso se da con respecto a la detección de las necesidades de los clientes, para lo cual se utiliza la herramienta informática CRM (Customer Relationship Management), que facilita la concentración, acceso y difusión de las necesidades y expectativas que han sido planteadas por los clientes potenciales y los servicios específicos que han sido ofrecidos por CIATEQ. Los mismos sistemas de calidad implantados desde el año 1994 han contribuido a sistematizar las actividades y obtener la confianza de los clientes, a incrementar la eficiencia de las operaciones, a alcanzar esquemas rentables, y a formar una cultura de calidad y aprendizaje continuo.

El Centro de Información de CIATEQ por su parte, es responsable de la gestión del conocimiento, y dentro de sus responsabilidades está la clasificación, el resguardo y la difusión de los conocimientos generados en los diferentes estudios a través de la gestión de documentos. Dicho centro, se encuentra en constante actualización contando con bases de datos de patentes, normas, artículos, volúmenes, revistas y libros técnicos especializados para la investigación y documentación adecuada de los proyectos que se desarrollan.

La misma estructura de la organización (la cuál utiliza algunas herramientas para el trabajo en grupo tales como el "groupware" el teletrabajo y las intranets corporativas) está diseñada para que se estimule el trabajo en equipo entre personas de la misma especialidad, en términos de las practicas cotidianas también hay mucho de creatividad e innovación en todas las áreas, en la forma de abordar los proyectos. Otras técnicas para fomentar la creatividad se implementan a través de talleres de creatividad o innovación, esto con el fin del darle al personal herramientas que le permitan en determinado momento enfrentar un proyecto; aunque este ultimo es un enfoque reciente.

Actualmente CIATEQ se encuentra implementando otras técnica que soportan dicho entorno tales como, la formación a distancia (e-learning), y a futuro se encuentra evaluando la gestión por competencias como una herramienta útil para gestionar sus capacidades tecnológicas.

Todas las técnicas de gestión de la I+D+i descritas anteriormente son implementadas a través de un modelo desarrollado por CIATEQ denominado “Sistema Rector de la Organización<sup>2</sup>” (citado por los investigadores del mismo centro como “proceso-eje”) (Fig. 6.4).

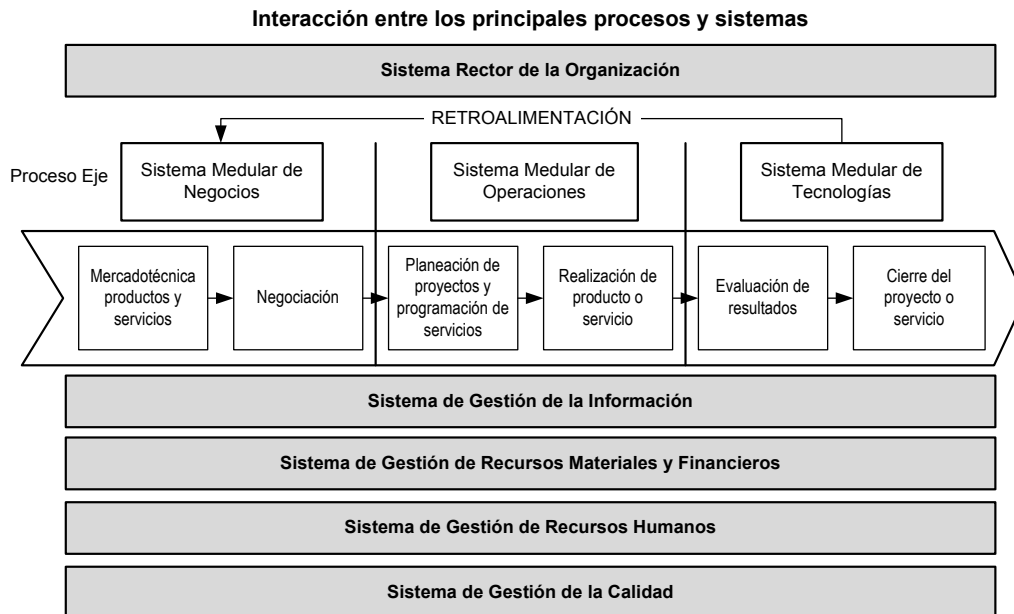


Figura 6.4: Sistema Rector de la Organización.  
(Fuente: CIATEQ, 2006)

Dicho modelo de operación visto desde la perspectiva de los procesos, permite una interacción constante entre el personal de las áreas de investigación y el de las unidades de negocio; esto, con el propósito de realizar proyectos de investigación innovadores que incrementen el capital intelectual del Centro y contribuyan a la creatividad del personal.

Este modelo destaca por ser (como su mismo nombre lo indica) el medio a través del cual se abordan las diferentes situaciones presentadas; al encontrarse ubicadas todas las áreas de la organización y en donde convergen las mismas. Además de resolver y proporcionar soluciones a los clientes, a través del mismo se detectan nuevas áreas de oportunidad (denominadas necesidades a desarrollar), captadas de este acercamiento o incluso de la misma aplicación del modelo, desarrollando nuevas soluciones. Estas necesidades son entregadas a un grupo de I+D en específico en donde son desarrolladas. La misma relación entre los grupos de I+D permite aprender de las mismas necesidades, permitiendo desarrollar al recurso humano y gestionar el conocimiento internamente. Este enfoque permite ver de qué manera se responde a los diferentes retos y quien toma dichos retos en función de sus procesos.

<sup>2</sup>Actualmente en proceso de registro como propiedad intelectual de CIATEQ.

### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico.**

CIATEQ, como centro de investigación tecnológica opera en el mercado del conocimiento a través de la generación, asimilación (como usuario), transferencia o difusión del conocimiento. Si bien, CIATEQ no cuenta formalmente con una unidad específica para realizar las tareas de cooperación y TC, la dirección de tecnología es transversal y cuida esos aspectos; dicha dirección esta compuesta por la coordinación de gestión de conocimiento, la coordinación de planeación tecnológica, la coordinación de investigación, y la coordinación académica. En este sentido, CIATEQ ha tenido acuerdos de cooperación y TC tanto con centros públicos de investigación, como con centros de investigación privados (pertenecientes a otras empresas) y empresas mismas. Las razones por las cuales CIATEQ colabora con otras instituciones son de diversa índole, dentro de las cuales se pueden citar a) el hecho de conjuntar capacidades, enfatizando las fortalezas del tamaño para sacar diferentes proyectos de gran capacidad, b) como complemento a las capacidades de CIATEQ, con el objetivo de asimilar conocimiento en áreas estratégicas, o c) la coordinación de capacidades para el desarrollo de posgrados de manera conjunta. Debido a que los productos y servicios tecnológicos que ofrece CIATEQ son únicos para cada cliente, los requisitos y especificaciones se establecen para cada proyecto contratado.

Así, para asegurar la asimilación de los conocimientos generados en CIATEQ por parte del cliente, desde el inicio se establece la participación del personal de la empresa contratante. Se celebran convenios o contratos donde se establecen los objetivos, el alcance y las responsabilidades de cada parte. Con estas acciones se garantiza el éxito de la transferencia y asimilación del conocimiento transferido.

Dentro de los diferentes acuerdos de cooperación y TC se encuentran tanto instituciones educativas a nivel nacional e internacional (Universidad Autónoma de Querétaro, México (UAQ); Universidad del Valle, Colombia (UNIVALLE), etc.); así como con instituciones especializadas (Asociación Nacional de Industrias del Plástico, A.C. México (ANIPAC), Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México (IMPI), etc.); Centros de Investigación (Colorado Engineering Experiment Station Inc. U.S.A. (CEESI); Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA); Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, México (CINVESTAV), etc.); y empresas como (General Electric Power Systems, Ingenios Azucareros, General Motors de México, PEMEX Gas y Petroquímica Básica, etc.).

#### *Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Los medios utilizados para transferir el conocimiento científico-tecnológico desarrollado en CIATEQ son muy amplios y diversos como se muestra en la figura 6.5. No obstante, destacan por el perfil del mismo centro la movilidad del personal debido a los mismos proyectos de innovación tecnológica, los proyectos conjuntos y/o específicos, junto con los proyectos de capacitación y en menor grado los proyectos de investigación aplicada. Se enfatiza la movilidad del personal dentro de los proyectos de desarrollo tecnológico, Debido a la alta interacción que se da entre el personal de CIATEQ y las empresas, facilitando de esta manera tanto los procesos de cooperación y TC hacia la empresa cliente como el aprendizaje por parte del personal de CIATEQ; el cual deriva en nuevas innovaciones para el mismo centro. La movilidad de Profesores y/o Investigadores Contratados es un esquema que generalmente no

es utilizado, debido a los altos costos que conlleva capacitar al personal de CIATEQ. Al igual que los proyectos de I+D, la comercialización de la tecnología comúnmente es baja, esto se debe en parte a que existe cierta reticencia por parte las empresas clientes hacia el registro de la propiedad intelectual. La consultoría académica como se aprecia, es de los mecanismos menos utilizados por el centro para realizar la cooperación y TC.

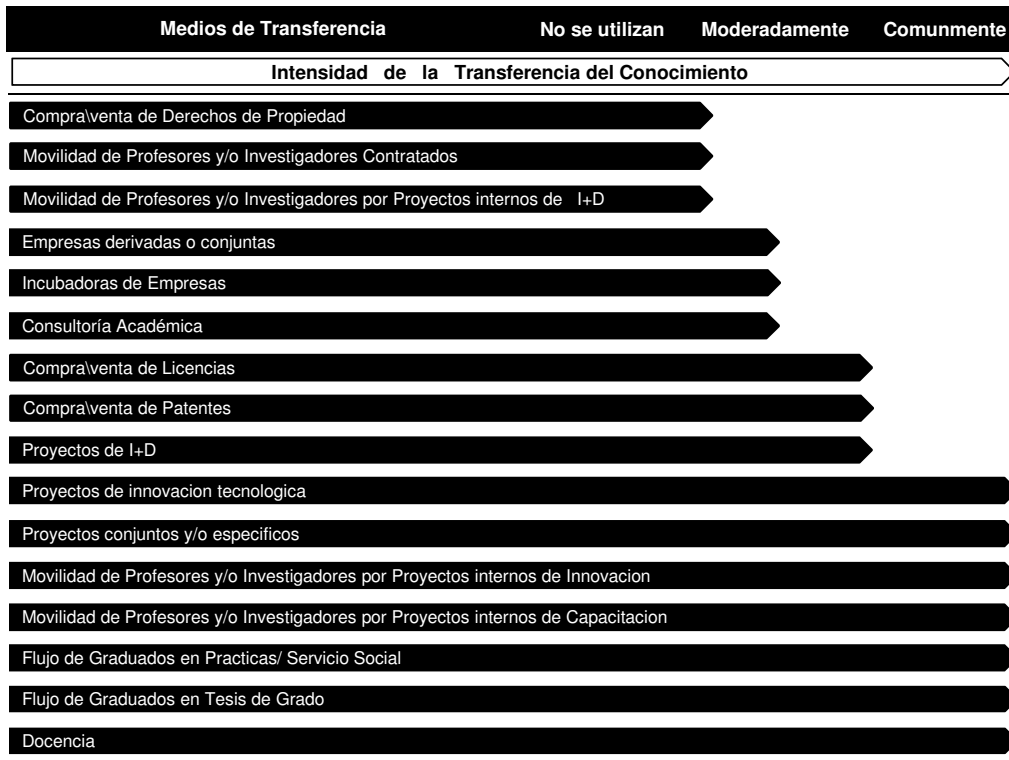


Figura 6.5: Medios de cooperación y TC en CIATEQ.  
(Fuente: Elaboración propia)

Aunque no es una actividad formal de CIATEQ, el centro ha contribuido de manera importante a la creación de nuevas empresas de base tecnológica; a través de transferir parte de su conocimiento para la formación de las mismas, sirviendo el centro además de empresa consultora para la formación de otras empresas. Dentro de las empresas de base tecnológica creadas con el apoyo de CIATEQ se encuentran:

- Global Power. Es una empresa de base tecnológica creada en enero de 2004, contando con una alianza técnica de desarrollo de producto con CATERPILLAR. Además, Global Power ha logrado una alianza estratégica técnico comercial con CAT (CATERPILLAR) y su red mundial de distribuidores, así como un acuerdo con CAT-Financing para el financiamiento del producto a distribuidores y usuarios finales; y el soporte de CAT y sus distribuidores para el desarrollo continuo del producto.

- iTELTEQ. Es una empresa de base tecnológica (EBT) creada por CIATEQ en Noviembre de 2004, Esta empresa de telecomunicaciones puso en marcha en los últimos 24 meses más de 300 proyectos de ampliación así como servicio de líneas telefónicas y equipos celulares en todo el país; además realizó una alianza con Ericsson México para adaptar el software que permitirá la migración de la red telefónica de Telmex hacia la tercera generación por lo que cuenta con una presencia a nivel internacional trabajando para todo el mundo Ericsson.
- OMEGA. Omega de México, sucursal de OMEGA MACHINE TOOL INC., empresa estadounidense, fue creada bajo el marco del “Convenio General de Colaboración y Alianza Tecnológica” el 21 de Febrero del año 2006. La Visión de OMEGA de México es liderar el mercado estatal de desarrollo de ingeniería en corto plazo con herramientas de tecnología de punta y personal de vasta experiencia en el medio ofreciendo a sus clientes servicios en tiempo y calidad, siendo así la empresa confiable en desarrollar proyectos enfocados en procesos para la industria petroquímica y tradicional.
- Tecnología Energética Ambiental (agua). Tecnología Energética Ambiental (TEA) es una empresa de base tecnológica pionera en el ámbito de consultoría y desarrollo de trabajos en investigación aplicada en las diferentes áreas de la ingeniería, la cual tiene como objetivo hacer eficientes los diferentes procesos del sector productivo principalmente en el sector hídrico.

#### *Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Si bien en Mexico las estructuras de apoyo a la Cooperación y TC generalmente son muy escasas; CIATEQ logra sustituir en parte tal debilidad a través de sus 4 unidades distribuidas en todo el país. No obstante, a pesar de la escasez de este tipo de estructuras CIATEQ recurre a algunas estructuras que se encuentran disponibles en México tales como las asociaciones o los clubes industriales; inclusive al mismo CONACYT al funcionar como oficina de cooperación industrial y de enlace, dadas sus características, al disponer de las estructuras internas necesarias para la vinculación entre los centros de investigación y las empresas.

### 6.1.2. Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET)

El Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET (UNAM)) procede del anterior Centro de Instrumentos que fue fundado el 15 de diciembre de 1971, para dar respuesta a la necesidad de resolver los problemas de instrumentación científica y didáctica en la UNAM. El Centro de Instrumentos nace en un contexto en el que la política estatal impulsaba la sustitución de importaciones. Debido al alto costo comercial de la importación de instrumentos para la enseñanza y al de mantenerlos en óptimas condiciones, la Universidad definió la orientación del Centro como una dependencia de servicio, encargada del diseño y mantenimiento de equipo científico y didáctico especializado.

Esta función del CCADET continuó su curso (creciendo y evolucionando en sus objetivos) hasta que, al partir del final de la década de 1980, las tendencias de apertura comercial y globalización que fue siguiendo México y el resto del mundo llevaron a modificar las funciones asignadas al Centro originalmente y a definir nuevas tareas, enfocándolas especialmente a la I+DT en el campo de la Instrumentación. A principios de la década de 1990, se revisó la importancia y relevancia de las funciones de mantenimiento y construcción de equipo inicialmente asignadas al Centro de Instrumentos y se definen nuevas tareas, especialmente en el ámbito de la investigación y el desarrollo tecnológico, que empiezan a reorientar sus objetivos y su quehacer. Ese proceso de cambio acabó de concretarse cuando oficialmente, en 1996, el Centro de Instrumentos se transformó de una entidad prestadora de servicios en un centro de investigación, adscrito al Consejo Académico del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías. Este paso le confiere finalmente al Centro de Instrumentos el carácter de una entidad académica cuyas funciones se enmarcan a su vez, dentro de las funciones sustantivas de la Universidad: la generación de conocimiento, la formación de recursos humanos y la difusión.

El CCADET, desde entonces, se ha convertido en el principal promotor de los desarrollos en Instrumentación a nivel nacional. Este papel de liderazgo nacional en Instrumentación se fue extendiendo paulatinamente a otros campos como el de las Tecnologías de la Información, los materiales avanzados, la Nanotecnología, la Micromanufactura, los Sistemas de Calidad y la Gestión de Tecnología hasta cambiarse de nombre a Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET (UNAM)) y convertirse en un Centro Multidisciplinario enfocado a la búsqueda de soluciones tecnológicas de avanzada para problemas de interés nacional. De esta manera, para cubrir las demandas de investigación, desarrollo y servicio el CCADET ha optado por organizar sus campos de trabajo en dos departamentos, el Departamento de Ciencias Aplicadas y el Departamento de Desarrollo Tecnológico. En enero de 1999, se creó la Coordinación de Vinculación del CCADET (UNAM) con el propósito de formar la entidad encargada de transferir, difundir y divulgar a la sociedad industrial y demás sectores relacionados con la instrumentación, el conocimiento científico y tecnológico generado por los laboratorios de investigación y desarrollo del Centro.

#### **Organización y gestión.**

Hoy en día, el CCADET (UNAM) se encuentra adscrito a la Coordinación de la Investigación Científica, y cuenta con siete funciones principales: 1) Diseñar y construir equipo y material didáctico bajo pedido de escuelas, facultades, institutos y centros de la UNAM, 2)

colaborar con las diferentes dependencias universitarias en la realización de diseños, 3) promover fuera del ámbito universitario el renglón de la instrumentación, efectuando estudios detallados sobre la viabilidad de producir equipo científico y técnico a escala industrial, 4) promover las patentes necesarias para proteger los intereses de la UNAM, 5) colaborar con las facultades, escuelas, institutos y con el Colegio de Ciencias y Humanidades en el establecimiento de necesidades, diseño de laboratorios, así como de equipo e instrumental, y en la construcción de éste, en su caso, 6) auxiliar a las dependencias universitarias en problemas relacionados con el mantenimiento de equipo científico, y 7) colaborar estrechamente con los grupos de investigación sobre enseñanza de las ciencias. Dichas funciones se encuentran reflejadas en la misión y la visión del mismo centro.

#### **“MISIÓN”**

La misión del CCADET es realizar investigación, desarrollo tecnológico, formación de recursos humanos y difusión en los campos de la Instrumentación, Micro y Nano Tecnologías, Tecnologías de la Información y Educación en Ciencia y Tecnología, con un enfoque multidisciplinario, integrando las actividades de investigación y desarrollo tecnológico y buscando aplicar el conocimiento generado a la solución de problemas relevantes de nuestro entorno.

#### **“VISIÓN”**

La visión del CCADET es la de transformarse en una entidad académica con reconocimiento nacional e internacional por: la calidad de sus investigaciones, la calidad de sus investigaciones, su capacidad para asimilar, generar y transferir tecnología, su papel sobresaliente en la promoción de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico a través de programas y proyectos multidisciplinarios e integradores de ciencia y tecnología, con impacto en la solución de problemas nacionales y globales, y su compromiso con la formación de recursos humanos de alta calidad en sus áreas de especialidad.

Para llevar a cabo su misión y contar con el reconocimiento nacional e internacional, el CCADET (UNAM) cuenta con una plantilla de más de 100 personas dedicadas a la I+D y más de 200 personas dedicadas a la gestión del centro. El CCADET (UNAM) dentro de sus instalaciones reúne interdisciplinariamente un amplio número de áreas especializadas del conocimiento tanto en el ámbito de las ciencias como de las ingenierías que se organizan en diferentes Departamentos. Para cubrir las demandas de investigación, desarrollo y servicio (su estructura académica actual) el Centro ha optado por organizar sus campos de trabajo en dos departamentos fundamentales. El Departamento de Ciencias Aplicadas y el Departamento de Desarrollo Tecnológico, que a su vez integran a un número importante de Laboratorios de diferentes disciplinas.

En términos generales los laboratorios del Departamento de Ciencias Aplicadas llevan a cabo un trabajo de corte científico, mientras que los del Departamento de Desarrollo Tecnológico tienen un perfil ingenieril más marcado.

De igual manera, a fin de enfocar y dar coherencia a los esfuerzos de Investigación y Desarrollo de los diferentes grupos de investigación, se encuentran definidos cuatro campos



prioritarios del conocimiento en los que deberán converger los trabajos del personal académico del CCADET (UNAM); e independientemente de la disciplina y de la orientación de cualquier grupo académico del CCADET (UNAM), los productos de su trabajo deberán tener incidencia en alguno de estos campos de aplicación del conocimiento.

- Instrumentación.
- Micro y Nanotecnologías.
- Tecnologías de la Información.
- Educación en Ciencia y Tecnología.

El CCADET (UNAM) cuenta también con una Coordinación de Vinculación y Gestión de la Tecnología, la cual es el pilar fundamental en las relaciones con entidades no sólo al interior de la UNAM, sino con otras instituciones de educación superior y con el sector productivo, así como en la gestión de proyectos financiados externamente en donde se genera la mayor parte de los ingresos extraordinarios a través de la transferencia de tecnología, asesorías y servicios tecnológicos, siendo sus principales funciones:

1. Realizar la gestión inicial para proyectos del CCADET con patrocinio de organizaciones externas, e identificar las demandas de investigación aplicada, desarrollo y servicios tecnológicos.
2. Auxiliar en la definición de las especificaciones de los proyectos.
3. Desarrollar las propuestas técnico-económicas participando de las negociaciones y definiendo con los clientes los términos de acuerdo.
4. Desarrollar la gestión y negociación de instrumentos contractuales.
5. Realizar la planeación y seguimiento administrativo, así como la concertación de los términos del documento "Apertura de Proyectos".
6. Llevar a cabo la gestión de la propiedad intelectual y de licenciamiento para las tecnologías generadas por el CCADET (UNAM).
7. Desarrollar los Convenios de Transferencia de Tecnología.

Parte de la planeación de los proyectos de desarrollo tecnológico, es llevada a cabo por esta coordinación, la cual es además la unidad responsable de detectar las necesidades o las demandas del mercado. El Desarrollo Tecnológico (DT) es un proceso creativo a través del cual se diseñan productos o procesos para satisfacer alguna demanda. El resultado o producto del DT son los objetos, dispositivos o paquetes tecnológicos. Los productos tecnológicos tiene características físicas y funciones específicas, generalmente el patrocinador es quien demanda un proyectos de DT y tiene una primera ideal de las características que desea como producto. Sin embargo, no siempre es sencillo identificar cuál es la necesidad o demanda a cubrir. Por otra parte, la diversidad de demandas y solicitudes hace que en el inicio de la gestación de un proyecto de DT se presente un "frente difuso", por lo tanto, al iniciar el proceso de detección de la demanda se requiere de un tamizado de proyectos (Fig. 6.6).

En la práctica resulta que de cada diez proyectos que aparentemente se encuentran en el mercado y cuya demanda se ha identificado por medio de diversos procedimientos y

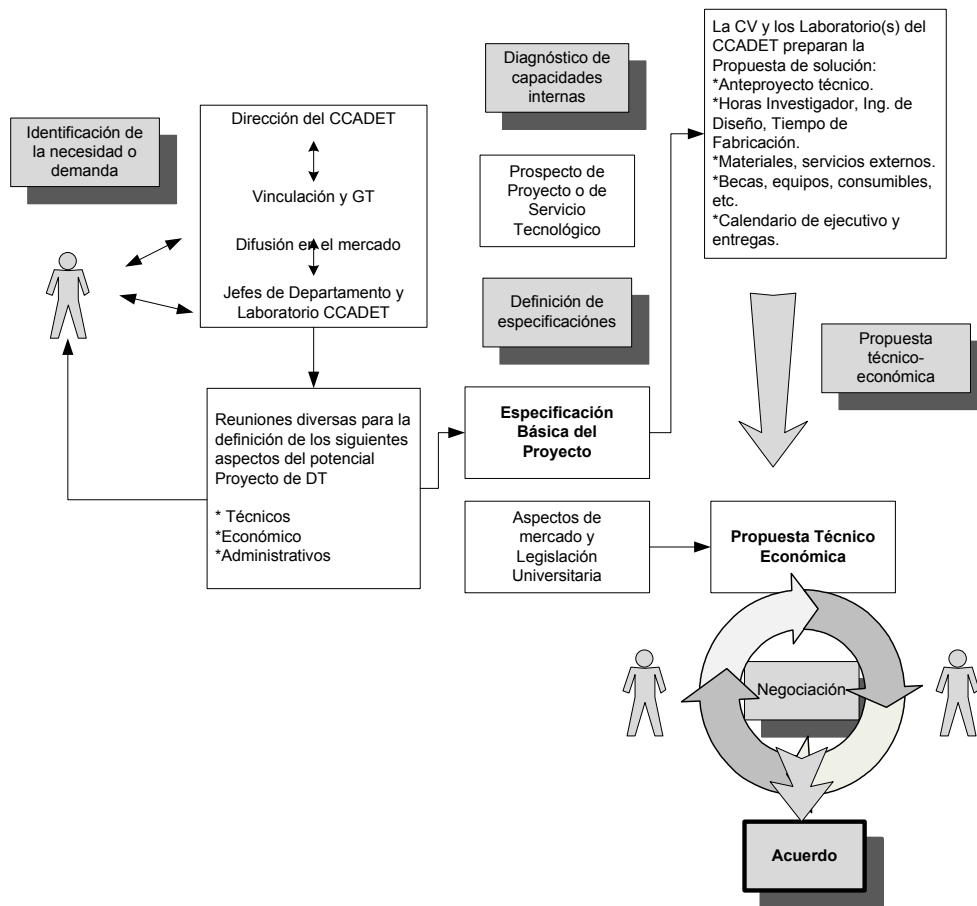


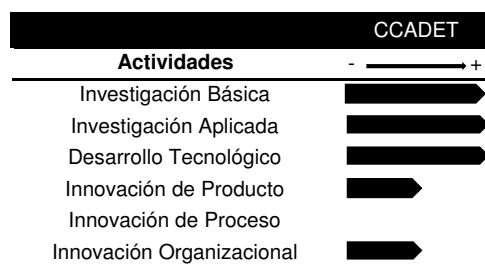
Figura 6.6: Planeación Tecnológica del CCADET (UNAM).  
(Fuente: Vega, 2006)

medios de comunicación, sólo de entre un 30 % y un 40 % son proyectos de DT que cuentan con un patrocinador potencial y cuyo desarrollo es aparentemente factible en el CCADET.

El CCADET (UNAM) se define como una entidad conformada por académicos de diversas disciplinas, dedicada a la investigación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en los campos de su especialidad, buscando coadyuvar a la resolución de problemas nacionales. El CCADET aprovecha su naturaleza multidisciplinaria al integrar las actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico mediante la definición y ejecución de proyectos definidos internamente y en colaboración con otras entidades académicas o instituciones de diversos sectores sociales. Así, su interdisciplina y vocación por la integración de la ciencia y la tecnología es una de sus principales fortalezas del CCADET, que refleja en las transferencias tecnológicas realizadas en los últimos años, sin menoscabo de sus funciones de investigación y formación de recursos humanos.

### La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación.

La multidisciplinaria y experiencia obtenida por el CCADET (UNAM) durante más de 30 años se hace patente al observar la intensidad de las actividades de I+D e innovación llevadas a cabo por los diferentes laboratorios existentes tanto en el Departamento de Ciencias Aplicadas, como en el Departamento de Desarrollo Tecnológico (Cuadro 6.5).



Cuadro 6.5: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

El **Departamento de Ciencias Aplicadas** está compuesto por aquellos laboratorios cuyo propósito principal es realizar Investigación Aplicada en disciplinas asociadas con computación, educación en ciencia y tecnología, física aplicada, micro y nanotecnología, y la formación de recursos humanos en el área, con énfasis en la solución de problemas relevantes para México. Este Departamento está integrado por los laboratorios de:

- Acústica Aplicada y Vibraciones.
- Análisis de Imágenes y Visualización.
- Digitalización y Procesamiento de Imágenes.
- Fotofísica.
- Fotónica de Microondas.
- Materiales y Sensores Óptica Aplicada.
- Pedagogía Cognitiva y Aprendizaje de la Ciencia.

y las Unidades de:

- Películas Delgadas, y Microlitografía.

El **Departamento de Desarrollo Tecnológico** tiene como propósito el desarrollo experimental, el diseño y la construcción de prototipos a nivel laboratorio de productos tecnológicos innovadores. Contribuye al mejoramiento del aprendizaje de la ciencia y la tecnología a través de la formación de recursos humanos. Asimismo, investiga de manera puntual la solución de problemas relevantes para México. Está integrado por laboratorios de:

- Cibernética y Sistemas.
- Electrónica.
- Interacción Humano-Máquina y Multimedia.
- Micromecánica y Mecatrónica.

- Metrología.
- Modelado de Procesos.
- Sistemas Inteligentes.

La planta académica científica y tecnológica del CCADET (UNAM) esta conformado por expertos en diversas disciplinas, de los cuales 37 cuentan con doctorado, y más de 50 con maestría. Dicho personal participa de manera importante en las actividades de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, y generalmente financiadas a través de proyectos provenientes de distintos programas<sup>3</sup>. Los resultados de tales actividades durante el periodo 2004 - 2006 se aprecian en el cuadro 6.6.

Indicador	Cifra (2004-2006)
Artículos en memorias.	196
Artículos publicados en revistas nacionales.	31
Artículos publicados en revistas internacionales.	139
Capítulos en libros.	22
Libros publicados.	6

Cuadro 6.6: Producción científica.  
(Fuente: UNAM, 2006)

Por ser un Centro de Investigaciones que se encuentra en el seno de la Universidad las mayores fuentes de información y conocimiento para desarrollar la I+D provienen de las investigaciones de los investigadores del mismo centro, no obstante otra fuente importante de información y conocimiento es la misma interacción que se da entre el CCADET (UNAM) y otros institutos de investigación de la misma universidad, y de los mismos proyectos llevados a cabo con otras organizaciones externas. La Coordinación de Servicios de Información, es la responsable de brindar apoyo fundamental al personal adscrito al Centro así como a usuarios externos a través de la Biblioteca; la cuál cuenta con un acervo bibliográfico de más de 12.000 volúmenes de libros y más de 450 títulos de revistas. Adicionalmente a lo anterior, el CCADET fomenta la capacidad creativa o innovadora de su personal a través del pago de ingresos extraordinarios al desarrollo tecnológico y la colaboración en los proyectos; por no mencionar la participación de casi el 50 % ellos dentro del SNIInv, el cuál fomenta la capacidad investigadora de dicho centro, y otros programas orientados a fomentar la actividad científica de los mismos.

Para llevar a cabo los proyectos de Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico, el CCADET (UNAM) cuenta con un modelo de Gestión Tecnológica de Proyectos (Fig. 6.7).

<sup>3</sup>(PAPIIT) Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, (PAPIME) Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación y Mejora de la Educación, CONACYT, Privados, y Convenios de Transferencia Tecnológica

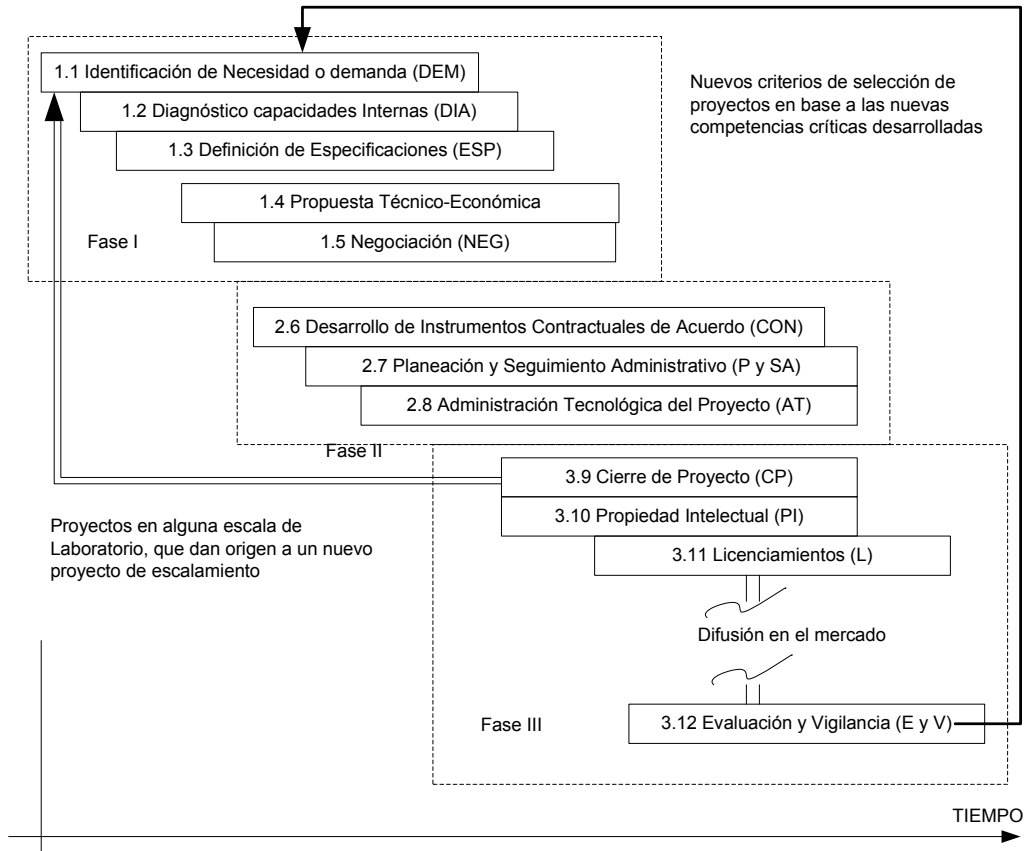


Figura 6.7: Modelo de Gestión Tecnológica del CCADET (UNAM).  
(Fuente: Vega, 2006)

Este modelo destaca por considerar de manera implícita y en algunos casos explícita diversas técnicas para llevar a cabo la gestión de la I+D+i, de hecho el proceso mismo de desarrollo del modelo demostró que la calidad de los resultados de los proyectos de desarrollo tecnológico, no solo depende de la eficiencia y eficacia del equipo de desarrollo, sino también de la habilidad para aplicar diversas técnicas de gestión de I+D+i. Dentro de las técnicas que se pueden citar se encuentran: a) gestión de proyectos, b) gestión de cartera de proyectos, c) vigilancia tecnológica, d) gestión de equipos, e) gestión del conocimiento, f) valoración de proyectos, g) gestión de la propiedad intelectual, etc.. En general, cada grupo dentro del centro de acuerdo a su especialidad utiliza diferentes técnicas para gestionar la I+D+i. Más aún, por ser un centro con una tradición eminentemente universitaria (no lucrativa) ciertas técnicas administrativas no son comúnmente utilizadas. No obstante existen algunas herramientas que son de uso común (ingeniería, creatividad, etc.).

El modelo conceptual presentado está sustentado en la validación de más de un centenar de proyectos de DT realizados durante los años 2002 a 2006 en el CCADET (UNAM), teniendo una duración diversa y con una vigencia contractual que osciló entre tres meses y tres

años; siendo desarrollados por equipos multidisciplinarios de académicos adscritos a diversos laboratorios del centro. En el CCADET (UNAM) se desarrollan diferentes tipos de proyectos y de cualquier tamaño, desde aquellos que pueden ser considerados pequeños, hasta proyectos muy complejos que pueden contener diferentes subproyectos de I+D, o con alto potencial tecnológico, e inclusive aquellos en donde intervienen grupos multidisciplinarios. En algunos casos se requiere de la participación misma del director del departamento, debido al poder de convocatoria del mismo.

### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico.**

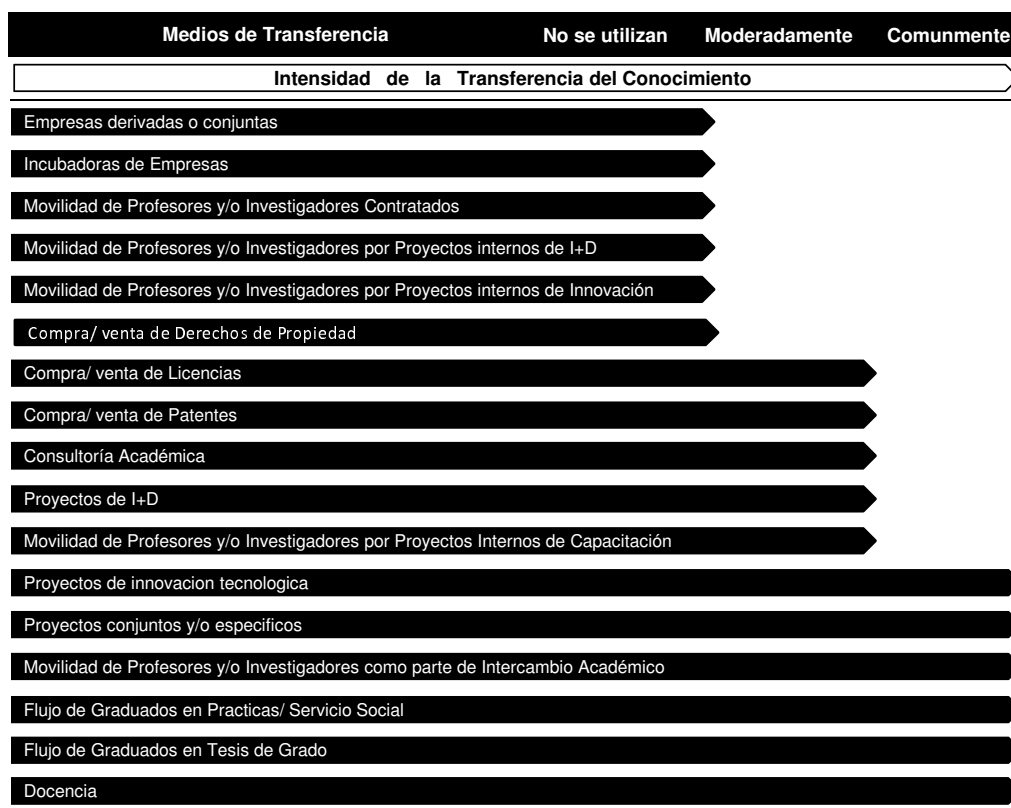
El proceso final de la gestión tecnológica de proyectos tiene que ver con la determinación del impacto económico y/o social y sobretodo con la gestión y la transferencia del conocimiento. En este sentido, como se observa el CCADET cuenta con una amplia experiencia en los procesos de cooperación y TC hacia otras organizaciones (tanto internas como externas). Para alcanzar estos logros, la coordinación de vinculación trabaja sobre los siguientes objetivos:

- Desarrollar mecanismos para lograr que los productos de las investigaciones del Centro se utilicen en la sociedad.
- Realizar la transferencia de prototipos al sector industrial y detección de aquellos problemas que el Centro podría resolver en la industria privada y paraestatal.
- Hacer promoción y difusión de las actividades de desarrollo tecnológico que se llevan a cabo en los distintos laboratorios del CCADET, a través de difundir y divulgar la imagen del CCADET (UNAM) hacia el exterior.
- Procurar recursos externos a través de la impartición de cursos, la prestación de servicios y el desarrollo de proyectos de investigación.
- Promover la superación del personal del mismo CCADET a través de cursos de capacitación técnica y educación continua.

La Coordinación de Vinculación y Gestión de la Tecnología lleva a cabo actividades de enlace con organizaciones de diversos sectores y tamaños, así por ejemplo se pueden citar acuerdos de cooperación y TC con organizaciones públicas (Pemex, el Instituto Nacional de Cardiología, Instituto Mexicano del Petróleo, Comisión Federal de Electricidad) organizaciones privadas (Laboratorio Silanes, Técnica Medical, q-matic, intel, Harry Mazal, Compañía Cerillera La Central, UL de México), asociaciones civiles (Fundación Produce Michoacán), y organizaciones internas de la UNAM (Torre de Ingeniería de la UNAM, Facultad de Medicina de la UNAM, cuaed-UNAM, dgsca-UNAM).

#### *Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Los medios utilizados para transferir el conocimiento científico-tecnológico desarrollado en el CCADET son muy diversos como se observa en el cuadro 6.7. Así, se puede observar que destacan de una manera importante las actividades académicas tales como el flujo de graduados como parte de los programas de tesis, prácticas y servicios social; además de las actividades docentes y de capacitación. De hecho, la docencia y formación de recursos humanos de alta especialización, ha sido una de las tareas primordiales del CCADET.



Cuadro 6.7: Mecanismos de TC en el CCADET (UNAM).  
(Fuente: UNAM, 2006)

El CCADET participa activamente en convenios de colaboración académica con diversas instituciones afines, en los cuales se reciben profesores visitantes, y parte del personal académico realizó estancias en el país y el extranjero. Todo esto se debe a que es un centro que se encuentra en un seno eminentemente universitario. Caso contrario sucede con las empresas, no es común, pero se llega a dar que algunos técnicos o investigadores del centro se trasladen a las instalaciones de las empresas; en algunas ocasiones el mismo personal de las empresas se llegan a trasladar al mismo centro, a fin de mantener un contacto más estrecho con las mismas durante los proyectos.

Otras actividades de TC que se desarrollan de manera activa, son las correspondientes a las actividades de proyectos de innovación tecnológica, los cuales generalmente son llevados a cabo de manera conjunta con diversas organizaciones tanto internas (UNAM) como externas.

Las actividades de cooperación y TC referentes a la consultoría académica, son llevadas a cabo generalmente como parte de los Servicios de Apoyo Académico del CCADET, apoyando a diversos proyectos de investigación y desarrollo de infraestructura, tanto para el propio centro como para otras organizaciones internas y externas.

Si bien se puede considerar que de aquellos proyectos llevados a cabo con organizaciones externas se pudieran obtener acuerdo de compra/venta de licencias, patentes, y derechos de propiedad, estos generalmente han sido los mecanismos menos utilizados por el centro. Esto se debe en parte, a que como el CCADET afirma: “para el estudio, evaluación y obtención de certificados y títulos aplicables se requiere de personal especializado, profundamente capacitado y con experiencia en patentes, modelos de utilidad, diseños industriales, derechos de autor y secretos industriales. Tal vez la parte más importantes de la gestión de la propiedad intelectual, es la definición de las estrategias, las cuales deben estar alineadas con las políticas institucionales, las propias de la dependencia y además deben por un riguroso examen de costo/beneficio”. De hecho, todos los proyectos del CCADET se realizan mediante previo convenio (existen 5 diferentes oficinas de asesoría legal a través de las cuales se hacen los convenios: rectoría, coordinación de investigación científica, oficina de estudios de legislación universitaria, etc.), los cuales se llevan cierto tiempo dependiendo de la magnitud de cada proyecto.

Con respecto a la financiación de las actividades de cooperación y TC, cabe mencionar que aunque gran parte de los proyectos de cooperación y TC son financiados con recursos externos, el funcionamiento en sí mismo del CCADET se da en un 90 % con recursos interno, debido en gran medida a que el centro forma parte de una institución pública.

#### *Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Generalmente las estructuras de apoyo a la cooperación y TC a las cuales recurre el CCADET son las pertenecientes a la misma estructura interna de la UNAM. Esto se realiza a través de su relación con otros centros de I+D. Asimismo, también recurre a algunos otros organismos públicos como son el CONACYT y los programas que se derivan de éste hacia otras instituciones de gobierno. En menor grado, participan otras organizaciones tales como los parques industriales, y las asociaciones o clubes industriales.



### 6.1.3. Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C. (LANIA)

El Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C. (LANIA) está ubicado en la capital del Estado de Veracruz, Xalapa. Comprometida a crear espacios para la tarea científica y tecnológica como instrumentos estratégicos de competitividad y desarrollo regional. LANIA inicia sus actividades en octubre de 1991 en la ciudad de Xalapa con el impulso inicial del Gobierno del Estado de Veracruz. A partir de 1992, se pone en marcha un modelo de financiamiento mixto con la concurrencia de fondos públicos y privados, que permite al laboratorio proporcionar a las empresas y al sector público un apoyo estratégico, tanto en la formación de nuevos cuadros de especialistas como en la generación de nueva tecnología.

LANIA es un centro de investigación y transferencia tecnológica de Tecnología de Información (TI) para los sectores público y privado. Se trata de una organización civil sin fines de lucro, la cual realiza investigación en TI y desarrolla aplicaciones en este campo para los sectores público y privado. Sus objetivos son la investigación en TI, el desarrollo de proyectos innovadores en TI, la formación de especialistas y la transferencia de tecnología en TI.

Así mismo, dentro de sus servicios LANIA imparte cursos de formación y actualización de alto nivel en Tecnologías de la Información a través del CEL (Centro de Estudios LANIA) el cual cuenta con una experiencia de más de 17 años. El principal objetivo del CEL es la formación y actualización de recursos humanos en Tecnologías de la Información, mediante Programas Académicos en donde se pueden incluir: maestrías, especialidades, diplomados y academias, dirigido a empresas, profesionistas y estudiantes del área. A la fecha, se han impartido cursos a profesionistas de compañías e instituciones tanto públicas, como privadas. Para esto, el centro ha reunido un grupo de instructores altamente calificados, provenientes de universidades y centros de investigación de reconocido prestigio académico, tanto de México como del extranjero, permitiéndole asegurar un programa de excelencia único en el país.

#### **Organización y gestión.**

LANIA, desde el inicio de sus actividades en 1991 ha trabajado con empresas de diferentes tamaños (desde las micro hasta las grandes empresas) y la administración pública, generando soluciones innovadoras a problemas que requieran de tecnologías sofisticadas.

La misión de LANIA es: generar, promover y apoyar el buen uso de la más moderna tecnología informática a través de: la investigación, el desarrollo tecnológico, la formación de recursos humanos y la vinculación académica y con el sector productivo mediante proyectos de servicio con innovación tecnológica.

LANIA se autodefine como una institución puente entre la academia y la industria, al afirmar que

“la visión y la innovación tecnológica de LANIA basada en la experiencia y el conocimiento, apoyados en una red de contactos de tipo académico nacionales e internacionales, y la agilidad empresarial unida a una capacidad tecnológica”.

LANIA esta compuesta de las siguientes áreas: Dirección de Operaciones, Coordinación

de Educación, Coordinación de Consultoría, Servicios Tecnológicos, y Coordinación de Desarrollo; todas estas coordinadas por una Dirección General. Así mismo, la gestión del laboratorio y todas sus actividades, se encuentran sustentadas sobre tres pilares básicos: Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica, y Formación y actualización de recursos humanos (Fig.6.8).



Figura 6.8: Esquema funcional de LANIA.  
(Fuente: LANIA, 2007)

Para LANIA la información es el elemento más valioso de toda empresa. Por tanto, lo considera como el elemento eje de la solución informática en todas las empresas y plantea soluciones integrales que contemplan los sistemas y equipos al servicio de la información, así como mantener en todo momento de la independencia, calidad y confiabilidad de cada uno de sus componentes. Dentro del esquema de soluciones innovadoras para apoyar a las empresas, organismos e instituciones mexicanas que quieren transformarse para la competitividad, LANIA ha desarrollado una cartera de servicios abarcando desde la consultoría o el rediseño del proceso de negocio, hasta el desarrollo del producto final a la medida del cliente pasando por el outsourcing y la capacitación de personal especializado. Respecto a este último, La vocación investigadora de LANIA promueve de manera natural, y con una alta calidad, los servicios de capacitación dirigidos a la formación de técnicos y especialistas que puedan hacer un uso efectivo de la tecnología en beneficio de su empresa y de la sociedad en general (Cuadro 6.8).

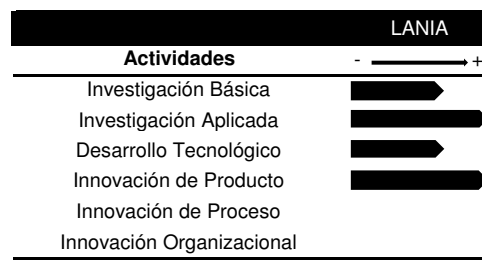
Consultoría	Diseño y Desarrollo
<p>Análisis de información y diseño de bases de datos</p> <p>Diagnóstico y planeación de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas</li> <li>■ Infraestructura</li> <li>■ Redes y Telecomunicaciones</li> </ul> <p>Auditoría de Sistemas</p> <p>Diseño y desarrollo de redes</p> <p>Identificación y selección de soluciones integrales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Equipo de cómputo</li> <li>■ Software: Plataformas y aplicaciones</li> <li>■ Telecomunicaciones</li> </ul> <p>Dimensionamiento, configuración e instalación de servidores.</p> <p>Diagnóstico y rediseño del centro de operaciones de red.</p>	<p>Diseño y desarrollo de sistemas de información y bases de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aplicaciones tradicionales en Web</li> <li>■ Sistemas de apoyo a la toma de decisiones</li> <li>■ Aplicaciones de minería de datos</li> </ul> <p>Integración de Datos y Sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Data warehouse: almacén de datos central</li> <li>■ Limpieza y fusión de datos heterogéneos</li> <li>■ Integración de cadenas de valor</li> </ul> <p>Diseño e implementación de soluciones con innovación tecnológica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistemas inteligentes</li> <li>■ Uso de agentes computacionales</li> <li>■ Uso de técnica de visión computacional</li> <li>■ Aplicación de tecnologías tanto propietarias como abiertas</li> </ul>
Outsourcing	Capacitación
<p>Servicios de internet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Hospedaje Web y registro de dominios</li> <li>■ Diseño de portales</li> <li>■ Administración de correo electrónico</li> <li>■ Establecimiento de seguridad y políticas de acceso</li> <li>■ Consultoría y ayuda en línea en temas afines</li> </ul> <p>Administración de sistemas operativos Instalación, configuración y mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecimiento de políticas de auditoría y seguridad</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Integración de sistemas heterogéneos</li> </ul> <p>Configuración y administración de servidores</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Configuración del hardware</li> <li>■ Dimensionamiento y diseño del "site" y sus componentes</li> <li>■ Servicios de almacenamiento y respaldo</li> </ul> <p>Administración remota y hospedaje de bases de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Instalación, configuración y mantenimiento</li> <li>■ Establecimiento de políticas de auditoría y seguridad</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Respaldo y recuperación</li> </ul>	<p>Programas y cursos prácticos que permiten adiestrarse en el uso de una tecnología</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cursos prácticos de herramientas tales como Oracle, .Net, Java, Unix, Linux, etc.</li> <li>■ Academias de teleinformática para la formación de profesores</li> <li>■ Prácticas profesionales y servicios sociales</li> </ul> <p>Formación de especialistas</p> <p>Programas conceptuales que permiten la asimilación de metodologías y conceptos en las áreas de redes, bases de datos, sistemas distribuidos, programación orientada a objetos, seguridad, programación en Web, entre otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Redes y Sistemas Integrados, Maestría en computación aplicada (Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT)</li> <li>■ Tech Day: conferencias en temas de innovación tecnológica</li> <li>■ Estancias industriales y académicas en LANIA</li> </ul>

Cuadro 6.8: Oferta tecnológica.  
(Fuente: LANIA, 2007)

Las Tecnologías de la Información (TI) permiten automatizar procesos, descentralizar su trabajo, mejorar sus equipos humanos, aumentar la productividad, teniendo como resultados empresas más competitivas. De acuerdo a LANIA, se ha comprobado que las organizaciones mexicanas que han invertido en las TI han tenido beneficios en cuanto a productividad, costos de producción, satisfacción al cliente e ingresos. Además, cuando esta inversión esta acompañada de un previo rediseño de los procesos de negocios los beneficios se verán multiplicados.

### La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación.

LANIA tiene como núcleo motor de toda su actividad los resultados de sus investigaciones generados por su centro de investigación. Si bien la investigación básica se realiza en menor grado, generalmente alrededor de estos resultados giran las actividades de investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la formación de especialistas y los servicios externos del laboratorio (Cuadro 6.9).



Cuadro 6.9: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

A menudo, los resultados colaterales provenientes de la investigación generan, a corto plazo, prototipos de sistemas con un alto contenido de innovación tecnológica, que pueden dar solución a los problemas de frontera informática planteados por industrias, empresas y gobierno. Además de los tres pilares básicos que sustentan el funcionamiento del laboratorio, LANIA cuenta con 3 áreas de investigación.

- **Redes y sistemas distribuidos.** Se ocupa de la definición y diseño de arquitecturas, modelos, lenguajes y ambientes de desarrollo orientados a la programación paralela, distribuida y cooperativa. Para la implantación de estos modelos se plantea la integración de arquitecturas heterogéneas de redes de estaciones de trabajo de propósito general y de computadoras con arquitecturas paralelas específicas. Los tipos de aplicaciones previstos van desde un cómputo masivo distribuido hasta el cómputo cooperativo de aplicaciones.
- **IA y sistemas multiagentes.** Donde se resuelven problemas del mundo real como la automatización de oficinas, comercio electrónico y gobierno electrónico mediante técnicas de inteligencia artificial y/o sistemas multiagentes.
- **Algoritmos bio-inspirados.** Dedicado a resolver problemas de optimización, tanto global como multiobjetivo en presencia de restricciones, utilizando heurísticas inspiradas en fenómenos y comportamientos naturales como lo son la evolución de las especies y la interacción social de animales como lo son las parvadas de pájaros y los hormigueros. Estas técnicas son aplicables a problemas de diseño en ingeniería, enrutamiento, calendarización de tareas, etc.
- **Base de Datos.** Esta área se enfocan en la expresión de consultas no tradicionales y su evaluación en bases de datos centralizadas y distribuidas. Primero, se han creado lenguajes de interrogación para dominios específicos, particularmente el e-Learning.

Segundo, se ha adoptado una óptica bajo la cual procesos complejos (data mining, data warehousing) se consideran como procesos de consulta y bajo este enfoque se han propuesto lenguajes de interrogación y mecanismos de evaluación acordes. Finalmente, se está investigando el impacto de incorporar información contextual (ubicación, por ejemplo) para expresar y procesar consultas en ambientes móviles.

- **Ingeniería de Software.** Cubre aspectos relacionados con técnicas de estimación del tamaño/esfuerzo de proyectos software, definición de proceso y aplicación de herramientas a pruebas de software, técnicas de recopilación y análisis de requerimientos, evaluación del nivel de calidad de productos software, establecimiento de un proceso de mejora continua y la definición, recopilación y análisis de métricas aplicadas al proceso de desarrollo.

El personal que integra la planta académica del centro de investigación de LANIA está compuesta por profesionales en el área de informática que han realizado estudios en diversas áreas de las ciencias de la computación y crece mediante la repatriación de investigadores recién graduados en el extranjero (doctorado: 4, maestría: 11, Ingeniería o Licenciatura: 3). Los resultados de dicha planta se observan en el cuadro 6.10.

Indicador	Cifra (2004-2007)
Tesis de Maestría	17
Artículos arbitrados	53
Capítulos en libros	8
Trabajos presentados	33
Prototipos	9
Informes técnicos	63
Reseñas	21

Cuadro 6.10: Producción científica.  
(Fuente: LANIA, 2007)

Las principales fuentes de información y conocimiento para el desarrollo de las actividades de I+D+i se sustentan principalmente en la misma investigación llevada a cabo por LANIA, en igual grado de importancia se encuentran las actividades de investigación llevadas a cabo por el laboratorio junto con las universidades u otras instituciones de educación superior, así como de las publicaciones científicas. No obstante, otra de las formas de incentivar la capacidad creativa e innovadora del personal, se da por ser miembros del SNIInv o como un porcentaje de los proyectos de servicios realizados. Cuando se aborda la solución de ciertos problemas, esto se realiza generalmente a través de un enfoque multidisciplinario; mediante la coordinación de las diferentes áreas, y aplicando un enfoque de gestión de proyectos, además de utilizar diferentes metodologías y herramientas para cada proyecto, dependiendo de las áreas implicadas en el mismo.

En el aspecto financiero, la operación de LANIA se encuentra sustentada en un 80 % con recursos propios del laboratorio, y el resto con financiamiento externo para proyectos específicos o estratégicos de diversas fuentes.

En línea con lo anterior, la metodología que LANIA ha implantado para el desarrollo de sus proyectos es concebida como un modelo conceptual (Fig: 6.9), que se basa fundamentalmente en la transformación de las estrategias de negocios en componentes operativos y de TI; dando como resultado una arquitectura organizacional que incluye modelos operativos, sistemas de información, hardware y comunicaciones, y estructura de la organización.

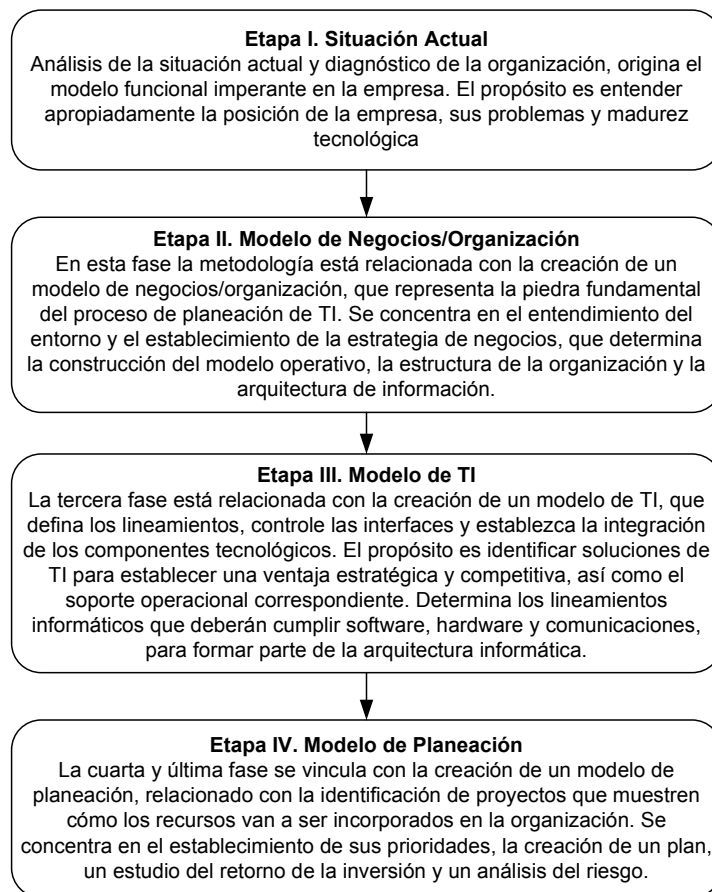


Figura 6.9: Metodología conceptual de DT en LANIA.  
(Fuente: LANIA, 2007)

La experiencia de LANIA en la gestión de proyectos de TI orientados a las PYMES incluye proyectos de servicios de consultoría y desarrollo tecnológico de diversos tipos, destacan el proyecto de diseño del Sistema de Compras Gubernamentales a nivel federal (Compranet, SECODAM, 1996 Ganador del premio "The Global Bangemann Challenge Stockholm" E-gobierno 1999), el diseño y desarrollo de la Intranet de Radio y Televisión de Veracruz (2002), así como el diseño y desarrollo del Sistema Integral de Gestión de la Calidad y de Comercio Electrónico del Café de Veracruz (Ganador del Primer premio en el concurso ICT4BUS del FOMIN: Banco Interamericano de Desarrollo).

Dentro de los proyectos de servicios tecnológicos que se han realizado se encuentra la administración de la Red Ejecutiva del Gobierno que ofrecía servicios de telefonía, correo electrónico y hosting a todas las Secretarías de Gobierno del Estado de Veracruz.

En general, LANIA se define como una organización orientada principalmente a las empresas (de una manera práctica), manteniéndose actualizada en las tendencias tecnológicas, siendo ésta una de sus principales fortalezas. LANIA trabaja también para alcanzar la autodeterminación tecnológica del país con la realización de variadas acciones encaminadas a la concentración de grupos de excelencia en informática, a la vinculación con grupos e investigadores extranjeros, a la organización de eventos académicos y tecnológicos y la generación y desarrollo de proyectos de investigación.

#### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico.**

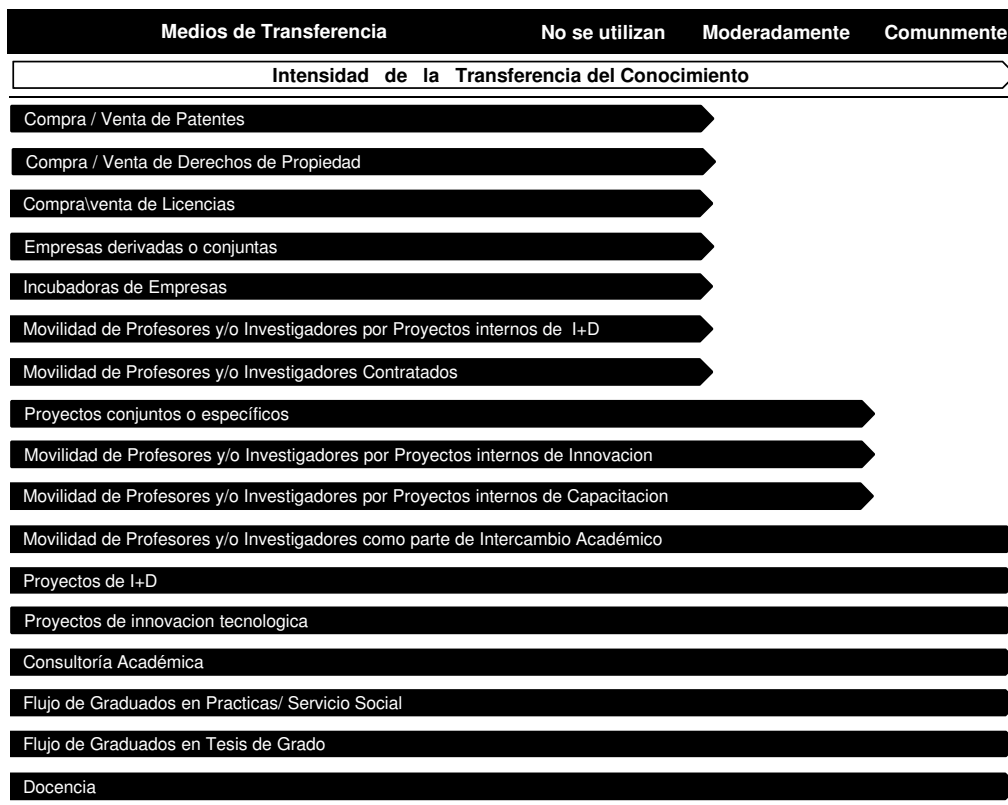
Como parte de su programa de vinculación, LANIA realiza eventos y mantiene convenios de colaboración con diferentes instituciones, tanto nacionales como extranjeras, en Canadá, Estados Unidos y diversos países de Europa. Aunque formalmente LANIA no cuenta con una unidad específica para realizar las tareas de Cooperación y TC, estas actividades son llevadas en parte, a través de la coordinación de educación. LANIA comúnmente mantiene acuerdos de cooperación y TC tanto con C.I. (públicos y privados) como con empresas. Esta vinculación se llega a dar como resultado de diversos mecanismos y puede darse en diferentes etapas del proceso de investigación.

#### *Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Entre los medios de cooperación y TC más utilizados por LANIA se encuentran los proyectos de I+D, los proyectos de innovación tecnológica y la consultoría académica, esto debido en gran medida a su orientación práctica de su amplia oferta de servicios hacia las empresas (Cuadro: 6.11). De hecho, LANIA ofrece sus servicios de desarrollo de sistemas informáticos a la medida del cliente y utiliza las tecnologías más avanzadas para obtener soluciones perdurables, adaptables, con calidad y visión.

Por otra parte, dada la situación propia del laboratorio, la participación de profesores y/o Investigadores como parte del intercambio y los procesos académicos (proyectos de I+D, innovación, programas de maestría, tesis dirigidas, etc.) es algo que se da de manera cotidiana dentro de LANIA. Generalmente cuando se realizan proyectos con otras organizaciones se aclaran las reglas para la gestión de los contratos, el alcance de los proyectos, la confidencialidad, y los derechos de uso.

Una de las funciones sustentables de LANIA es la docencia y la capacitación continua, por lo tanto, la movilidad de profesores y/o investigadores debido a proyectos internos de capacitación es algo propio del laboratorio. En este sentido, la vocación de investigación de LANIA promueve de manera natural, y con una alta calidad, los servicios de capacitación dirigidos a la formación de técnicos y especialistas que puedan hacer un uso efectivo de la tecnología en beneficio de su empresa y de la sociedad en general.



Cuadro 6.11: Medios de cooperación y TC en LANIA.  
(Fuente: LANIA, 2007)

Desde el año 2002 LANIA es la sede en México del Laboratorio Franco-Mexicano de Informática (LAFMI); la cooperación financiera, de investigación científica y de formación de recursos humanos entre Francia y México, apunta a fortalecer las relaciones entre las comunidades científicas e industriales de ambos países, impulsar la realización de proyectos de investigación tecnológica bilateral, promover la participación de empresas francesas instaladas en México en dichos proyectos, y apoyar la creación de posgrados mexicanos en el área de informática.

El Laboratorio contempla inicialmente tres grandes temas de cooperación (Imágenes y robótica; Sistemas distribuidos y bases de datos; Telecomunicaciones), en los que pueden participar investigadores y profesores de los distintos organismos académicos de ambos países.

Así mismo, LAFMI lleva a cabo la organización de las escuelas de verano en los tres grandes temas de cooperación cada año, a las cuales asisten estudiantes franceses y mexicanos en su mayoría, y en las que se promueve el interés de los jóvenes en la innovación y el desarrollo tecnológico y los doctorados y maestrías conjuntos.



*Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Comúnmente el CONACYT es una de las instituciones de fondeo científicas y de fomento al desarrollo tecnológico más utilizadas por LANIA para realizar los proyectos de investigación, y actualmente mecanismos de fondeo internacional como el 7o. Programa Marco están siendo explotados.

#### 6.1.4. Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX)

Uno de los problemas importantes que enfrenta el agro de México es el relacionado con la fitosanidad de los cultivos, pues virus, hongos, bacterias y otras enfermedades que atacan a las plantas causan menores rendimientos y baja calidad de las cosechas. Consecuentemente, ello repercute significativamente en la economía del país ya que origina pérdidas considerables de la producción.

Para contrarrestar los daños provocados por éstos patógenos, los agricultores gastan en pesticidas alrededor de 400 millones de dólares al año y liberan al ambiente más de 25 mil toneladas de agroquímicos, situación que afectan a los ecosistemas y limita la competencia de productos mexicanos en los mercados internacionales. Más aún, en estados como Veracruz, donde las importaciones y exportaciones de granos y semillas se efectúan a través de los puertos de Veracruz, Tuxpan y Coatzacoalcos, las autoridades, productores e incluso los mismos importadores requieren cada vez más de diagnósticos fitosanitarios.

A fin de resolver dicha situación, en el año 1998 fue creado el Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa (LATEX). LATEX es un centro de investigación científica y tecnológica cuyo objetivo es vincular a la Dirección General de Investigaciones (DGI) de la UV con el sector productivo, mediante la generación, promoción y transferencia de tecnología en áreas de recursos naturales, ambiente y procesos biotecnológicos. Al día de hoy, LATEX ha dado servicio a 250 empresas y tiene en proceso más de 300 determinaciones de laboratorio relacionadas con la fitosanidad e inocuidad alimentaria, entre otras. Así, LATEX es el primer laboratorio en el sureste que opera como laboratorio integral de diagnóstico fitosanitario.

En el año 2000 LATEX se integró al Registro Nacional de Instituciones Científicas y Tecnológicas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), que los llevó a implantar un sistema de calidad en base a una cultura organizacional. Además aprovecho el talento de científicos con gran iniciativa incorporando a universitarios de la Universidad Veracruzana (UV), Tecnológico de Monterrey, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), La Salle y la Universidad de las Américas de Puebla.

En este sentido, la experiencia en el campo dio a LATEX la oportunidad de convertirse en un organismo privado asociado a la UV, a través de la venta de sus servicios en análisis y diagnósticos en fitosanidad, inocuidad y estudios especiales; atendiendo las necesidades del estado en materia de agua (potable, riego, residuales), agroservicios (suelos, compostas, patógenos, pesticidas y toxinas) y sistemas agropecuarios (caña de azúcar, café y miel –con sus respectivos derivados–, productos cárnicos, bebidas alcohólicas, frutas y verduras).

Actualmente, el laboratorio, opera como una institución autofinanciable relacionada con las asociaciones de Industriales del Estado de Veracruz (AIEVAC) y la Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior (ANUIES), y da testimonio de lo que un grupo de universitarios emprendedores puede lograr al aplicar sus conocimientos en la solución de problemas puntuales. De esta manera, LATEX es un organismo privado, asociado a la Universidad Veracruzana (UV), dinámico, eficiente y competitivo en el área de Servicios de Laboratorio y Asesorías, con una Cultura de Investigación, Gestión y Extensión.

### Organización y gestión.

LATEX, S. C. es una empresa, con una filosofía de trabajo basada en la cultura de la investigación aplicada, a través de la vinculación academia-sector productivo y de servicios. El laboratorio está integrado por un grupo selecto de investigadores y especialistas apoyados por una moderna infraestructura tecnológica, y organizados por la gerencia de calidad e investigación, una jefatura de servicios y desarrollo analítico -inocuidad y calidad - y otra jefatura de servicios y desarrollo analítico -fitosanidad-.

La Misión de LATEX es: Colaborar en la interacción de la Universidad Veracruzana con el Sector Productivo, a través de la generación, promoción y transferencia de servicios y conocimientos de Calidad en las áreas de Recursos Naturales, Ambiente y Procesos Biotecnológicos.

El laboratorio está aprobado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA (99-730001-FME) y acreditado por la Entidad Mexicana de Acreditación EMA (SA-167-010/01), para realizar diagnóstico fitosanitario integral a productos y subproductos agrícolas de importación y de movilización nacional, en las áreas de virus, bacterias, hongos, nemátodos, insectos y semillas de malezas. Cuenta además con otras certificaciones, aprobaciones y habilitaciones por la SAGARPA, National Sanitary Foundation NSF y Secretaría de Salubridad y Asistencia SSA, en el área de alimentos y seguridad alimentaria. LATEX, además es un centro de investigación científica y tecnológica, incluido en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) del CONACYT, que ofrece servicios y apoyo al sector productivo y a la formación de recursos humanos.

LATEX ofrece servicios de información, investigación aplicada, análisis químicos, físico-químicos y biológicos, asistencia técnica y capacitación especializada, apoyo a la formación de recursos humanos, inspección, verificación y control de calidad (cuadro: 6.12).

Cubre además, un amplio espectro de influencia que abarca no sólo el análisis de los productos que ingresan al país por los puertos de Veracruz, Tuxpan y Coatzacoalcos del estado de Veracruz, sino también de aquellos que entran al mercado nacional por los puertos de Altamira (Tamaulipas), Ciudad Hidalgo (Chiapas), Puerto Progreso (Yucatán) y Manzanillo (Colima), y que van de maíz, trigo, papa, café y cacahuate, hasta flor de jamaica y semilla de pasto.

Para asegurar la calidad de los servicios ofrecidos, LATEX cuenta con un sistema basado en una estricta normatividad que brinda altos rangos de seguridad y competitividad. Dicho sistema se gestiona en el Área de Seguridad Alimentaria el cual ofrece el Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (HACCP) cuyo objetivo es disminuir y controlar los peligros sanitarios de manera que se obtengan alimentos inocuos, partiendo de la higiene de los responsables del manejo hasta las especificaciones necesarias para alcanzar niveles de calidad internacionales. En lo que toca a la fitosanidad, ofrece análisis de virus, bacterias, hongos, insectos y malezas; y en cuanto a estudios especiales, realiza pruebas de microscopía, biología molecular, análisis instrumental y productos naturales, entre otros.



Indicador	Cifra (1999-2005)
Tesis dirigidas*	20
Ponencias en congresos	35
Publicaciones	12
Artículos de divulgación	5
Capítulos en libros	2
Libros	1

\* Incluye tesis de licenciatura, maestría y doctorado

Cuadro 6.14: Producción científica.  
(Fuente: LATEX, 2006)

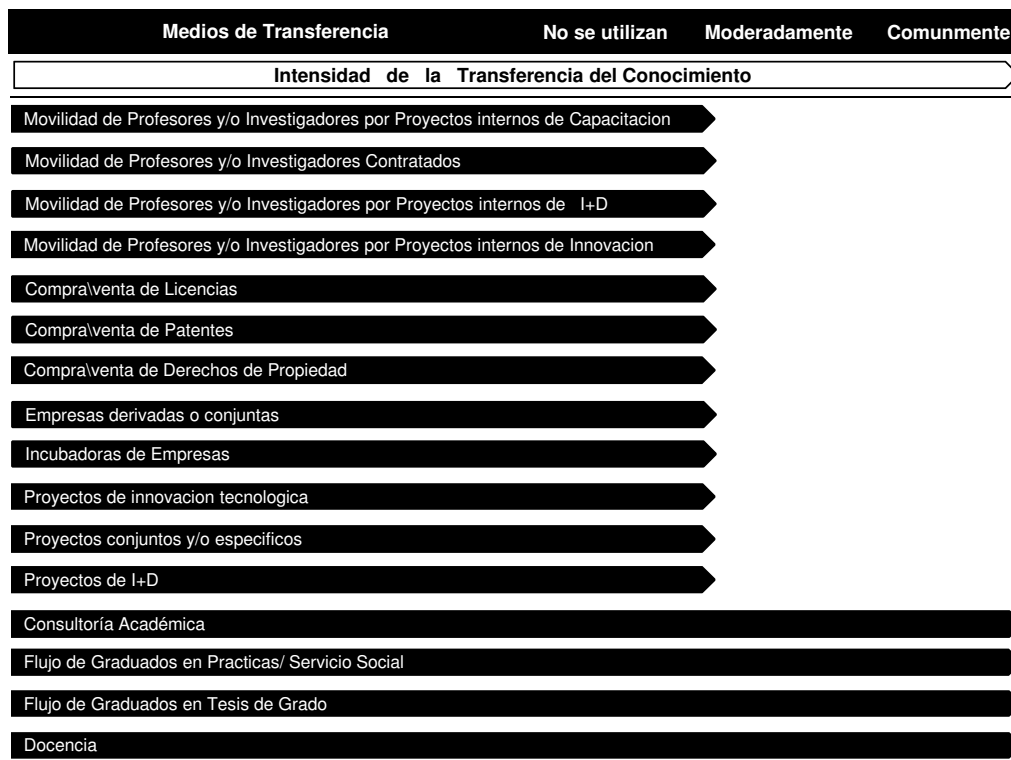
Generalmente, las principales fuentes internas de información para el desarrollo de la investigación científica suelen ser la misma dirección de LATEX y el área de Calidad; esta última, por ser el área responsable de llevar a cabo la gestión de la infraestructura científica-tecnológica del laboratorio. Otras fuentes de información externas son la misma U.V. y sus institutos así como las publicaciones científicas.

Para llevar a cabo la gestión de la I+D e innovación y por ser un laboratorio de tradición universitaria, generalmente las técnicas utilizadas se encuentran dentro del ámbito de casa especialidad (análisis fisicoquímicos, químicos, biológicos, etc.): No obstante existen algunas herramientas que son de uso común tales como el sistema de métodos y procedimientos el cual sirve de guía a todo el laboratorio para gestionar toda la información y el conocimiento referentes a los procesos de I+D e innovación llevados a cabo dentro de LATEX. De esta manera cuando se presenta cualquier problema de tipo científico-tecnológico, el enfoque metodológico utilizado para resolver este se da en la combinación tanto del uso del laboratorio de pruebas de diagnóstico como la administración tecnológica de la infraestructura científica-tecnológica. Más aún, si bien no forma parte de la cultura en el laboratorio, LATEX fomenta la capacidad creativa e innovadora del personal tanto en la forma de promoción como de incentivos económicos.

#### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico en el LATEX.**

Si bien LATEX cuenta con convenios de colaboración con algunas universidades, institutos y otras organizaciones (públicas y privadas), estos se da más en el ámbito de los servicios ofrecidos (análisis químicos, físico-químicos y biológicos, asistencia técnica y capacitación especializada, apoyo a la formación de recursos humanos, inspección, verificación y control de calidad) que en el ámbito de la investigación (científica y aplicada). De hecho, el medio más utilizado por LATEX para realizar la TC, es a través de proveer un espacio y entorno a los estudiantes y los egresados de carreras afines a los objetivos del laboratorio ya sea mediante el servicio social o las tesis de grado; principalmente, quienes trabajan con el apoyo de becas (Cuadro 6.15).

Otro medio de TC a través de la movilidad de profesores comisionados por la misma UV y los proyectos de consultoría académica.



Cuadro 6.15: Medios de cooperación y TC en LATEX.  
(Fuente: Elaboración propia)

LATEX se ha caracterizado por contar con personal joven de altos estándares académicos, y ha servido de enlace para que muchos universitarios continúen con sus estudios de posgrado, así como para que otros más consoliden su trayectoria en diferentes áreas relacionadas con este centro. En LATEX colaboran estudiantes de las carreras de Agronomía, Química Farmacéutica Biológica y Biología de la UV, principalmente, quienes trabajan con el apoyo de becas, que posteriormente se transformarán en puestos de trabajo, desde auxiliares de técnico hasta jefes de área, lo cual ayudará en la formación extraescolar de los egresados.

De manera constante, los investigadores del centro imparten cátedras en facultades de la Universidad Veracruzana para dar a conocer la labor que en él se realiza; asimismo, mantienen las puertas abiertas del laboratorio para los jóvenes con aptitudes que deseen desarrollar líneas de investigación o elaborar tesis profesionales en la materia. Hoy es un espacio ideal para que egresados e investigadores de diversas universidades apliquen sus conocimientos más allá de las aulas y consoliden así su formación profesional.

# Empresas

### 6.1.5. Laboratorios Silanes

Laboratorios Silanes, S.A. de C.V. se funda el 4 de noviembre de 1943 en la Ciudad de México, bajo la idea de crear un laboratorio farmacéutico de capital nacional que diera respuesta a las crecientes demandas de la población del momento en el país (época de la posguerra). Atender la salud se convierte entonces en prioridad nacional y en México empiezan a hacer falta medicamentos y algunos insumos. Poco tiempo después (1948) inicia la construcción de nuevas instalaciones las cuales albergarían la maquinaria y los avances tecnológicos más recientes para ese entonces. En su momento, dichas instalaciones fueron consideradas por los expertos como un ejemplo de eficacia, funcionalidad y modernidad.

Si bien hace más de 60 años, Laboratorios Silanes se inició con gran éxito en el campo de la vitaminoterapia, es hasta la década de 1980 cuando incursiona en el ramo de la farmoquímica, al desarrollar materias primas (como el hemezol, así como la síntesis del metronidazol, del piroxicam y la indometacina, entre otros). A partir de 1995, surgen áreas altamente innovadoras, como la de Diagnósticos y el Laboratorio de Biología Molecular, a la vez que se impulsa el uso de la biotecnología y de la medicina genómica.

De hecho desde hace una década, la biotecnología forma parte del plan estratégico para el crecimiento sostenido de la empresa. Laboratorios Silanes se ha venido perfilando así desde hace un buen número de años, como una de las empresas más destacadas en este país, por su visión de rumbo competitivo ligado al desarrollo de la tecnología propia y a la innovación. Su estrategia competitiva se expresa a través del desarrollo de nuevos productos para el cuidado de la salud, destacando especialmente la generación de una familia de antivenenos, a través de los cuales se ha colocado como líder mundial.

La conformación del Instituto Bioclón en 1990 es un rasgo distintivo de la estrategia a largo plazo de Silanes, en cuyas instalaciones se encuentra gran parte de su capacidad de investigación e innovación en materia de biotecnología.

El Instituto Bioclón es una empresa mexicana, producto de la amalgama de diversas empresas del ramo biológico y farmacéutico. Bioclón es el creador a nivel mundial de la tercera generación de antivenenos, cuyas características biotecnológicas que los hacen diferentes, y se les denominó faboterápicos, que es una nueva definición de antivenenos de alta seguridad y amplia eficacia, sin reportar reacciones secundarias severas. Los antivenenos son elaborados con la aplicación de tecnología 100 % propia, protegida por patente en diversos países. En el año 2006, el instituto Bioclón recibió el Premio Nacional de Tecnología 2005, en la categoría de Centros de Investigación Aplicada, Instituciones de Investigación y Unidades de Investigación.

Entre los esfuerzos comunes de las dos empresas destacan la creación de la Primera Red Nacional de Centros para el Control y Tratamiento de Envenenamientos por Animales Ponzosos REDTOX ([www.redtox.org](http://www.redtox.org)), con el fin de asesorar a la comunidad médica sobre los tratamientos que debe utilizar para dar atención oportuna y adecuada a los pacientes mordidos o picados por un animal ponzoñoso, y bajo el nombre VENENONEMIA ([www.venenonemia.org](http://www.venenonemia.org)), el establecimiento de una comunidad integrada por investigadores, biólogos y médicos que aportan conocimientos y experiencias sobre las distintas especies



de animales ponzoñosos que habitan el planeta, los problemas de salud que provocan y los mecanismos de solución. Resalta también el esfuerzo de Laboratorios Silanes por articular alianzas con centros públicos de investigación, que se traducen en un exitoso desarrollo del conocimiento. Como resultado del esfuerzo sostenido de innovación y a las redes de colaboración tecnológica de Bioclón, a éste se le considera como líder mundial en la investigación, desarrollo y producción de faboterápicos.

Laboratorios Silanes y el Instituto Bioclón pertenecen también al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT), reconocimiento que otorga el CONACYT y que sólo obtienen las empresas que demuestran su capacidad humana y tecnológica para realizar investigación y desarrollo, así como una constante renovación y actualización en su infraestructura para el progreso tecnológico.

### **Organización y Gestión.**

Silanes es una empresa de capital nacional cuyo objetivo incluye seguir manteniendo su liderazgo y rentabilidad a través de brindar soluciones integrales que coadyuven en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. Para ello, contempla la integración de varios factores tales como, la aplicación de la innovación y vanguardia en sus instalaciones y equipos, personal altamente capacitado, desarrollo de nuevos productos y ampliación de su infraestructura para responder a las crecientes necesidades del mercado. En la actualidad, Silanes-Bioclón comercializa sus productos en México y varios países de Centro y Sudamérica, y ha iniciado su incursión en Estados Unidos, Australia, Europa, África y Medio Oriente.

Como empresa en constante evolución, Laboratorios Silanes invierte en infraestructura y financia su crecimiento a corto y largo plazo, a través de la construcción y acondicionamiento de una nueva planta ubicada en el Parque Industrial Toluca 2000. Dicha planta ha generado nuevos puestos de trabajo, contribuyendo así a la derrama económica del país.

De esta manera, Laboratorios Silanes triplica su capacidad instalada de producción en Orales, Inyectables y Líquidos, integrando los más altos estándares de calidad nacional e internacional. Actualmente, se encuentra en vías de completar dos plantas más: una para sus productos biológicos y otra para las tiras de diagnóstico. Además, cuenta con amplios y funcionales laboratorios de Desarrollo Farmacéutico, de Control de Calidad, y de Validación y Metrología, instalaciones modernas y áreas de ingeniería, entre otros.

Si bien laboratorios Silanes fue fundado sobre la base de una interacción academia-industria, en sus inicios no contó con un plan estratégico, ni con un manual de métodos y procedimientos. Hoy en día la gestión de Laboratorios Silanes se lleva a cabo a través del Sistema de Gestión de Calidad, integrando requerimientos de las Buenas Prácticas de Manufactura y de ISO 9001, que abarca la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos, lo que asegura que las actividades relacionadas con procesos y productos se lleven a cabo, de manera consistente, de acuerdo con los requerimientos de calidad (Cuadro 6.16).

Tipo	Producto	Tipo	Producto
Tuberculosis	Dotbal*	Faboterápicos	Alacramyn
	Dotbal-S*		Aracmyn Plus
Diabetes	Glinorboral Compuesto*	Genéricos	Antivipmyn
	Sil-Norboral*		Antivipmyn Tri
	Predial*		Coralmyn
	Norboral*		Captopril
	Glimetal*		Carbamazepina
Vitaminicos	Tiaminal B-12*	Intercambiables	Clonixinato de Lisina
	Tiaminal B-12 Trivalente*		Enalapril
	Dolotiaminal*		Fluoxetina
	Tiamidexal*		Fluconazol
	Folivital*		Glibenclamida
Dolor	Malival	Intercambiables	Ketotifeno
	Malival AP		Metronidazol
	Malival Compuesto		Naproxeno
	Hemestal		Pentoxifilina
Otros	Vertisal	Intercambiables	Piroxicam
	K-Asmal		Pravastatina
			Ranitidina INY
			Ranitidina
			Tolbutamida

Cuadro 6.16: Productos.  
(Fuente: SILANES 2007)

Para el diseño del producto, su composición y proceso de manufactura, se aplican los lineamientos del desarrollo farmacéutico, desde la preformulación hasta su transferencia a la planta de manufactura; de hecho, como parte esencial del aseguramiento de calidad, el departamento de Validación y Metrología de Laboratorios Silanes aplica lineamientos científico-técnicos para proporcionar la evidencia documental que demuestre la confiabilidad, reproducibilidad y efectividad de los procesos llevados a cabo y obtener productos que cumplan con las especificaciones de calidad requeridas.

Parte medular de este sistema es el control de la documentación, escrita y aprobada, que se aplica en la operación diaria de la planta de manufactura y que permite verificar el cumplimiento de normas internas y externas, estándares nacionales e internacionales.

#### *Planeación Estratégica y Planeación Tecnológica en el Instituto Bioclón.*

El Instituto Bioclón por su parte, cuenta con la Certificación Internacional de Buenas Prácticas de Manufactura otorgada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) del Ministerio de la Protección Social de Colombia y por la COFEPRIS en México. Bioclón es la única empresa mexicana que ha obtenido por parte de la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos, la designación de “droga huérfana” (inexistencia de alguna droga o medicamento para tratar un padecimiento específico) para tres de sus productos, con lo cual se corrobora el liderazgo mundial en el desarrollo y producción de faboterápicos. Como parte de su plan tecnológico, el instituto desarrolla nuevos productos, mediante el uso de tecnología de ADN recombinante, principalmente en un trabajo conjunto con investigadores del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM); así, las ventajas competitivas obtenidas han sido resultado de esfuerzos articulados bajo un plan estratégico basado en la constante innovación de procesos y productos, y mediante un modelo de gestión tecnológica apuntalado con un fuerte programa de vinculación academia-industria.

El Instituto Bioclón es una empresa ligada a los procesos de planeación estratégica. Su creación respondió precisamente a una decisión estratégica de explorar mercados de productos biotecnológicos en los que se pudiera alcanzar una posición privilegiada. Siguiendo esta línea, actualmente el instituto realiza su planeación de acuerdo con una cuidadosa evaluación de sus oportunidades para desarrollar nuevos nichos de mercado. Para tal efecto, se ha generado una capacidad de previsión, con el fin de crear la competencia corporativa para identificar, cristalizar y articular nuevas direcciones viables para la empresa. Con base en sus redes de expertos y a las reuniones de búsqueda que se organizan periódicamente (en las que se identifican eventos que impactarán el futuro). Asimismo, Bioclón ha adquirido una gran capacidad para identificar las rutas para su desarrollo. La visión de negocio de la empresa proviene de una orientación hacia afuera y al futuro de sus integrantes, así como del uso inteligente de sistemas y procesos que faciliten la toma de decisiones en un ambiente bien informado. La orientación estratégica del instituto es reforzada por la claridad que ha alcanzado en cuanto a la identificación de los factores clave para su éxito competitivo, los cuales están íntimamente ligados a la innovación.

Otro factor importante para la planeación estratégica se relaciona con la especificidad de los negocios del Instituto Bioclón, el cual se enfrenta cada día a condiciones de mercado nuevas, debido, primeramente, a que los antivenenos son productos especializados y no de uso y distribución masiva. Por otro lado, la incursión en mercados nuevos obliga a enfrentar condiciones y regulaciones distintas para cada país o región. Esto requiere una metodología clara para cada producto y región. Con esta base, se conforma el plan tecnológico, el cual sirve para establecer caminos claros a fin de incursionar en mercados nuevos, o bien para determinar las eventuales modificaciones necesarias para ajustar los productos y procesos a los requerimientos regulatorios, siempre bajo el esquema de buenas prácticas de manufactura que son esenciales en esta industria.

La planeación tecnológica busca generar una cartera de proyectos orientados a fortalecer las capacidades de la empresa para atender oportuna y adecuadamente los mercados prioritarios, de acuerdo con los objetivos estratégicos y las metas competitivas que han sido definidas mediante la planeación estratégica. De esta manera, la planeación tecnológica contribuye al alcance del plan estratégico de la empresa, garantizando mantenerse a la vanguardia tecnológica en su nicho de operación. Ambos planes (tecnológico y estratégico) forman parte del proceso de gestión tecnológica del Instituto Bioclón.

El modelo actual del Instituto Bioclón fue elaborado con base en un modelo anterior y a los ejes centrales que son considerados por el Premio Nacional de Tecnología (Fig: 6.10). En este modelo, la gestión tecnológica alcanza un alto nivel de integración con otras áreas clave de la empresa como son Investigación y Desarrollo, Mercadotecnia (FES) y Producción (Dirección de Planta). Esta integración deriva de un modelo desconcentrado que busca que las capacidades de gestión tecnológica se encuentren en todas las áreas. Como resultado cuentan con un modelo más completo en el que se incorporaran las diversas actividades de

gestión tecnológica efectuadas en la empresa. El modelo de gestión tecnológica de Bioclón el cual ha sido una experiencia de aprendizaje está integrado por cinco grandes funciones: vigilancia, planeación tecnológica, habilitación, propiedad intelectual e implantación.

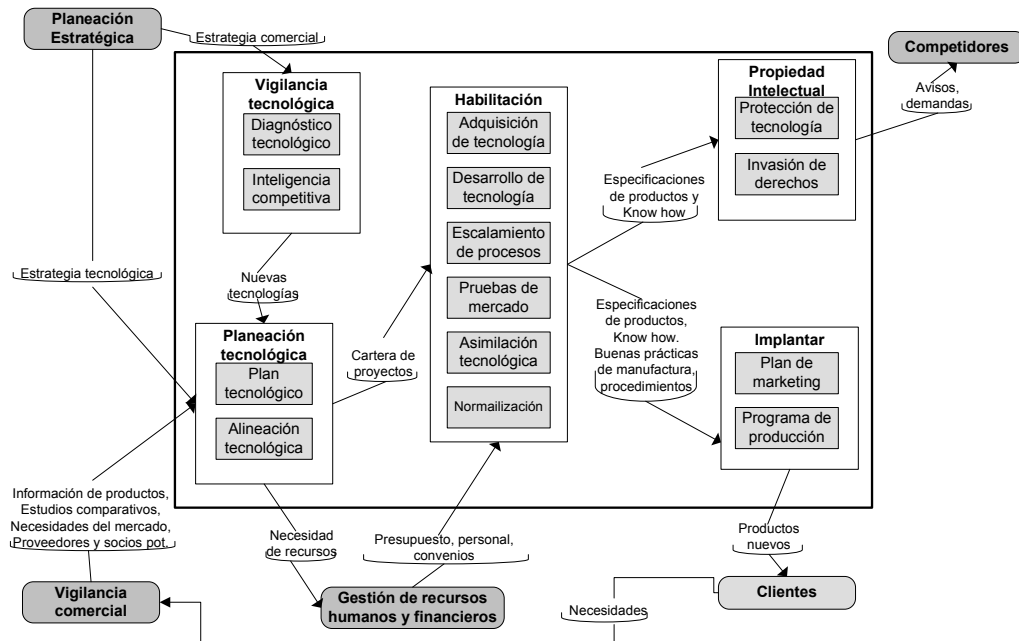


Figura 6.10: Modelo de gestión tecnológica del Instituto Bioclón.  
(Fuente: PNT, 2005)

Así, en materia de vigilancia, Bioclón realiza análisis permanentes de su entorno competitivo, de los mercados a nivel internacional, y de la evolución científica y tecnológica en las áreas de interés de la empresa que le permita hacerse o desarrollar nuevas tecnologías. La información que se obtiene de la vigilancia sirve para nutrir todos los procesos de gestión tecnológica (provee insumos para los estudios que darán sustento a las estrategias de la planeación tecnológica). En este sentido, si bien la dirección o inclusive el consejo de administración del mismo marcan la pauta y la tendencia a seguir (además de desarrollar dicha tarea de vigilancia internamente, pues Silanes tiene acceso a todas las bases de datos (publicaciones, patentes, propiedad intelectual, etc.). Externamente, tanto Laboratorios Silanes como el Instituto Bioclón cuentan con un sistema de inteligencia tecnológica competitiva el cual provee diferentes áreas de interés para la empresa (basadas en las pautas marcadas por la misma).

Por su parte, la planeación tecnológica se realiza de acuerdo con una cuidadosa evaluación de las oportunidades del Instituto Bioclón para desarrollar nuevos nichos de mercado. Para tal efecto, Bioclón ha desarrollado una capacidad de previsión para contar con las competencias corporativas necesarias para identificar, cristalizar y articular nuevas direcciones viables para la empresa. En línea con lo anterior (con respecto a la habilitación), el instituto



Indicador	Cifra
Gastos*	23%
Personal	9 (5 doctorado, 2 maestría, 1 licenciatura, 1 técnico), además de, más de 4 grupos de asesores externos como prestadores de servicios.
Activos	15% de los activos totales de la empresa.
Publicaciones	20
Patentes	2
Marcas registradas	2

\*Incluyen gastos de capacitación formal e informal (cursos de actualización, especialización, educación formal y adquisición de software)

Cuadro 6.18: Indicadores de I+D e innovación del Instituto Bioclón.  
(Fuente: PNT, 2005)

Para obtener estos resultados el Instituto Bioclón se encuentra soportado por el modelo de Gestión Tecnológica, el cual considera de manera implícita y en algunos casos de manera explícita diversas técnicas para llevar a cabo la gestión de la I+D e innovación. Así se tiene por ejemplo que en el caso de la cartera de patentes de Bioclón<sup>4</sup>, el Instituto Bioclón tiene un proceso de gestión del patrimonio intelectual que tiene por objetivo identificar las mejores estrategias de protección de las innovaciones que tiene la empresa con la finalidad de darles un mayor valor agregado. En el proceso actual de gestión de la propiedad intelectual se ha dado especial énfasis a la protección de las innovaciones tecnológicas a través de patentes. En consecuencia, el Instituto se ha dado a la tarea de contratar un especialista en propiedad industrial con especialidad en el área biotecnológica para dar seguimiento e incrementar la cartera de patentes nacionales e internacionales y mantener la vigencia de los derechos. En el caso de Laboratorios Silanes, es la única empresa que tiene un convenio de copropiedad de patentes con la UNAM, lo cual asegura el sostenimiento de las mismas en diversos países, además de los derechos para su explotación comercial.

En línea con lo anterior, las principales fuentes de información y conocimiento para desarrollar la I+D e innovación provienen de diversas fuentes y recursos (tanto internos como externos) dentro de los que se destacan: a) el área de I+D de la empresa, b) la revisión y análisis de revistas, libros, memorias de congresos, tesis, las mismas patentes, todo tipo de documentos técnicos, c) la competencia, d) centros de investigación externos (públicos y privados), y e) asesores externos. De hecho, para la emisión, distribución y control de la documentación, escrita y aprobada, Laboratorios Silanes cuenta con un Centro de Documentación, cuya actividad primordial es asegurar la disponibilidad y rastreo de la información, su integración y consistencia. Este proceso se inicia antes de que el producto se fabrique y está presente durante todas las fases de producción y después de que éstas han concluido.

<sup>4</sup>la cual se encuentra integrada por dos patentes concedidas (una en México y otra en Estados Unidos), 11 solicitudes de patente (cuatro en México y siete en el extranjero), tres solicitudes PCT y dos solicitudes Europeas

Debido al perfil de Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón, uno de los procesos fundamentales que tiene contemplados en su modelo de gestión tecnológica es la gestión de conocimiento, ya que por este medio consideran que se puede maximizar el potencial intelectual de sus colaboradores desde el punto de vista individual y colectivo, en beneficio de ellos mismos y del Instituto. En este sentido, ambas empresas reconocen que uno de sus principales activos es el potencial intelectual de la organización que está conformado por la experiencia, valores, conocimiento y competencias de cada una de las personas que colaboran en las mismas.

Por tanto, a fin de coadyuvar a la mejora de la capacidad de absorción, la gestión de la I+D e innovación, y la solución de problemas, se han implementado de manera progresiva diferentes herramientas de apoyo a la gestión del conocimiento científico entre las que se encuentran a) las auditorías tecnológicas, b) la gestión de documentos, c) la gestión de competencias, d) la utilización de programas para el trabajo en grupo (groupware), e) la utilización de intranets corporativas, f) la utilización de técnicas y herramientas de creatividad, g) la gestión de proyectos y la gestión de cartera de proyectos, y h) herramientas de métodos y procedimientos entre otros. La principal finalidad de tales herramientas es la de actuar como un medio para facilitar los procesos de incorporación y asimilación tecnológica, a fin de que todo el personal pueda dominar completamente las tecnologías utilizadas. Con ello, se pretende que estén en condiciones de proponer acciones que enriquezcan el patrimonio tecnológico de la empresa.

Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón cuentan con un área específica de gestión tecnológica que apoya los procesos de planeación, habilitación, protección e implantación. El objetivo final es mantener la alineación de las actividades tecnológicas de las áreas de producción, mercadotecnia, I+D, finanzas y administración hacia los objetivos estratégicos. De hecho, debido a la experiencia acumulada durante más de 10 años en el ámbito de la gestión tecnológica, dicha área apunta a ser desincorporada con el fin de crear una empresa independiente. Su objetivo es que la misma unidad genere sus propios recursos, a través de ofrecer servicios en el ámbito de la gestión tecnológica mediante contratos o convenios llevados a cabo con ambas empresas; pudiendo hacer más tangible lo intangible.

Para coadyuvar al logro de los objetivos trazados y estimular la capacidad creativa e innovadora a nivel del personal, se otorgan estímulos para los investigadores, tales como premios, cátedras, becas, financiamiento de congresos médicos, apoyo para cursos de posgrado, y apoyos dirigidos a obras médicas y proyectos de salud pública entre otros. El recién creado Premio Silanes-INMEGEN es un ejemplo de lo anterior, ya que brinda apoyo económico a proyectos de investigación dirigidos a generar y aplicar el conocimiento derivado del esclarecimiento del genoma humano, con el fin de mejorar la salud de los mexicanos.

Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón son las empresas mexicanas que más invierten en I+D e innovación dentro del ramo farmacéutico, destinando alrededor de 8% y 23,4% (respectivamente) de las ventas a financiar proyectos, en apego a nuestra constante búsqueda de soluciones a las necesidades de salud. Hasta ahora, el área de Investigación y Desarrollo de Laboratorios SILANES se ha financiado, mayormente, con recursos propios. No obstante, desde el año 2000, ha obtenido financiamiento para algunos programas, como el desarrollo de una nueva tira para el diagnóstico de hipotiroidismo congénito, y la solicitud

de registro de uno de sus antivenenos, Alacramyn, ante la FDA, por parte del CONACYT, el PAIDEC y el Fondo Sectorial de Economía.

Asimismo, ha solicitado su participación para el programa AVANCE de CONACYT, el cual financia productos en su última etapa de desarrollo y permite realizar programas mercadológicos. Además, a través del área de Investigación y Desarrollo, ha sido posible recibir estímulos fiscales que se otorgan a las empresas que invierten y participan en este sector en nuestro país. Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón, son las únicas empresas mexicanas que cuenta con financiamiento de parte de la FDA para realizar un estudio clínico en Estados Unidos, a través de su oficina de Drogas Huérfanas. Este estudio, en el área de antivenenos, se lleva a cabo en el estado de Arizona, para demostrar la eficacia del producto frente al tratamiento tradicional y lograr su registro para la venta libre en Estados Unidos.

### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico en el SILANES.**

Para laboratorios SILANES, una exitosa vinculación academia-industria es la base que les permite utilizar los conocimientos científicos para la generación de nuevos y mejores productos en beneficio de la salud. A través de convenios de colaboración con distintos organismos públicos y privados de salud, Laboratorios SILANES incursiona en el área de la genómica, principalmente en la identificación de genes entre la población mexicana, con el fin de predecir el riesgo de contraer enfermedades como la diabetes, la hipertensión arterial y la obesidad. De hecho, el modelo del proceso de gestión tecnológica desarrollado por el Instituto Bioclón se encuentra apuntalado con un fuerte programa de vinculación academia-industria el cual busca promover la modernización e impulsar la investigación a nivel nacional por medio de becas y estímulos a investigadores, desarrollo de proveedores y mejora de los procesos de producción.

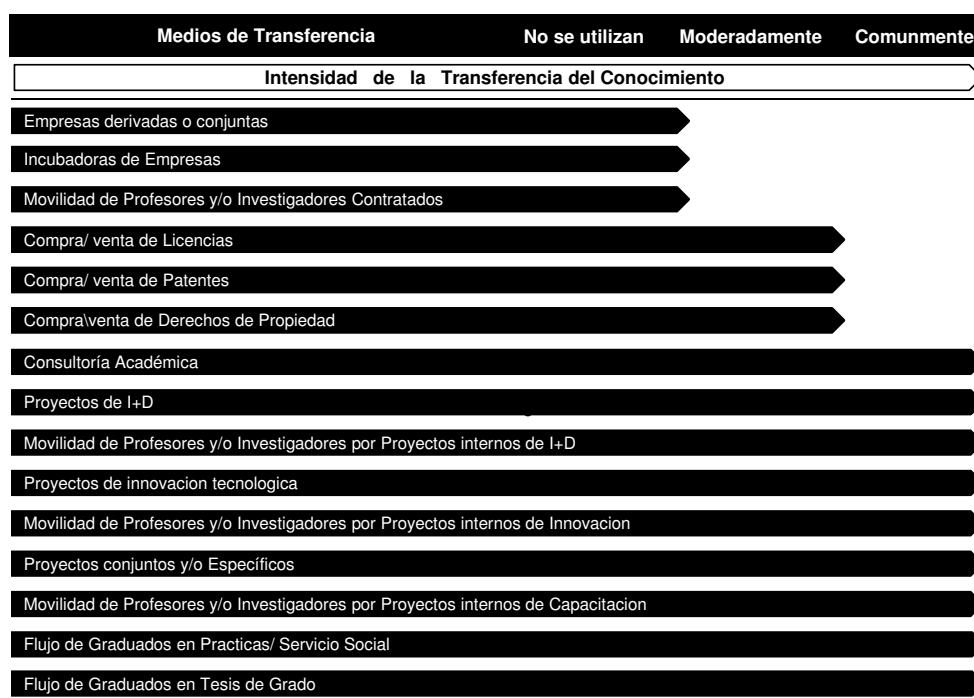
Dado que un factor crítico para el desarrollo y producción de faboterápicos es el suministro de venenos nativos, se mantiene un programa de colaboración para el desarrollo de proveedores confiables, ofreciendo capacitación y asistencia técnica. Además, Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón colaboran con empresas e instituciones de investigación en otros países, como: Estados Unidos, Colombia, Venezuela, Perú, Argentina, Turquía, Sudáfrica, Francia, Senegal y Australia.

Generalmente el proceso de cooperación y Transferencia de Conocimiento (TC) puede darse en cualquier etapa de los proyectos, dependiendo del tipo del proyecto, desde que se gesta algún proyecto o para resolver problemas específicos dentro de un proyecto en particular. Por ejemplo, pensando en nuevas plataformas de desarrollo en donde la relación se gesta desde el inicio, o pensando en un producto ya desarrollado y se tenga que mejorar o sustituir alguno de los componentes. En línea con lo anterior, Laboratorios SILANES comúnmente ha tomado el liderazgo encargándose desde el inicio de desarrollar dicha dinámica debido a la escasa cultura de la cooperación y TC, a tal grado que actualmente Silanes cuenta con diversas propuestas de organizaciones externas sobre las cuales debe seleccionar aquellas que son más viables.



*Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Los medios utilizados para transferir el conocimiento científico-tecnológico son muy amplios y diversos (Cuadro. 6.19). Se puede observar que destacan de una manera importante las actividades referentes a los proyectos que van desde la I+D e innovación, hasta la capacitación y el entrenamiento del personal de Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón.



Cuadro 6.19: Medios de cooperación y TC.  
(Fuente: Elaboración propia)

En Laboratorios Silanes se fomenta la investigación en universidades y centros, colaborando con científicos de primer nivel. Esta interacción permite colocarse en la frontera del conocimiento y, al mismo tiempo, estimula la formación de recursos humanos de alto nivel, con el objetivo de incorporarlos a la empresa en un futuro. De esta manera, Laboratorios Silanes celebra y renueva diversos convenios de colaboración con centros e institutos de investigación de alto nivel tales como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), entre otros, con los cuales se mantienen activos más de 50 proyectos de investigación.

Así mismo, colabora con empresas e instituciones de investigación en otros países tales como Estados Unidos, Colombia, Venezuela, Perú, Argentina, Turquía, Sudáfrica, Francia, Senegal y Australia. Esto puede ser corroborado igualmente al observar la importante movilidad de personal investigador que mantiene en sus diferentes rubros.

Si bien, parte de la estrategia del Instituto Bioclón en la adquisición de las tecnologías necesarias, consiste en la adquisición de tecnologías de terceros; como se observa, este mecanismo tiene un peso menor comparado con el desarrollo tecnológico propio. Laboratorios Silanes promueve cursos, diplomados y participación en congresos y seminarios a nivel nacional e internacional. El Plan Estratégico de Capacitación Silanes (PECAS) busca preparar a todos sus colaboradores en la adquisición continua de conocimientos y en el desarrollo de habilidades.

Un elemento más que refuerza la transferencia de conocimiento por parte del personal de Bioclón son las reuniones internacionales de expertos organizadas cada año, en colaboración con la UNAM. Estas reuniones son apoyadas con fondos del Instituto Bioclón y de entidades públicas como CONACYT; con el objeto de crear foros de discusión donde los expertos exponen los resultados de sus investigaciones. El personal de Bioclón asiste a estos seminarios obteniendo de esta manera información de primera mano sobre temas de vanguardia, y crea los vínculos con personas clave que pueden contactarse posteriormente para la obtención de información valiosa no disponible en fuentes de información tradicionales. Una iniciativa desarrollada por Laboratorios Silanes y el Instituto Bioclón al ir un paso más allá de los procesos formales de cooperación y TC, es la creación de la Primera Red Nacional de Centros para el Control y Tratamiento de Envenenamientos por Animales Ponzosos ([www.redtox.org](http://www.redtox.org)); con el fin de asesorar a la comunidad médica sobre los tratamientos que deben utilizar para dar atención oportuna y adecuada a los pacientes mordidos o picados por un animal ponzoñoso.

Si bien Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón no son formalmente instituciones académicas, una importante contribución a los procesos de cooperación y TC en México es aquella que se dió al implementar un Programa de Formación y Desarrollo de Talento. Para ello, mantiene convenios de vinculación con las principales instituciones educativas de México, entre las que se encuentran la Facultad de Química de la UNAM, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del IPN, la Escuela de Química de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, la UAM, la Universidad Simón Bolívar y, recientemente, la Universidad del Valle de México. Tales instituciones participan al proveer estudiantes con potencial y actitud para colaborar en tres distintos niveles de formación: Estudiante/Practicante, Tesista y Trainee. Además, a través del convenio de participación en el Programa de Intercambios con la Asociación Internacional de Estudiantes de Ciencias Sociales, Económicas y Administrativas, se logro establecer contacto con estudiantes y graduados alrededor del mundo, quienes acuden a Silanes para participar en proyectos específicos, generando así un intercambio cultural.

#### *Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Dada la escasez de estructuras de apoyo a la Cooperación y TC en México, Laboratorios SILANES y el Instituto Bioclón han logrado sustituir en parte dicha debilidad a través de la creación de una red expertos (a través de los cuales se identifican eventos que impactarán en el futuro), el sistema externo de inteligencia tecnológica competitiva (el cual provee diferentes áreas de interés para la empresa, basadas en las pautas marcadas por la misma), y la creación propia de los vínculos con otras instituciones de investigación nacionales e internacionales; el se hace patente al observar los diferentes convenios y programas llevados a cabo con dichas organizaciones. Otra estructuras a las que recurre, dentro de la que se encuentran

disponibles en México son las asociaciones industriales, y el CONACYT al funcionar como oficina de cooperación industrial y de enlace; dada sus características al disponer de las estructuras internas necesarias para la vinculación entre los centros de investigación y las empresas.

### 6.1.6. MABE

MABE, fundada en la Ciudad de México, distribuye y vende aparatos electrodomésticos mayores, con presencia en Estados Unidos, México, Venezuela, Perú, Colombia, Brasil y Argentina. Desde hace más de tres décadas, exporta sus productos a más de cuarenta países de América, Europa y Asia. En México cuenta con más del 45 por ciento del mercado de electrodomésticos mayores. Esta empresa tiene una clara vocación de innovación, orientada a satisfacer mercados nacionales e internacionales que requieren productos con un "time-to-market" muy corto.

MABE, nace en la Ciudad de México en la década de los cuarenta. En el año 1947, MABE comienza la fabricación de muebles para cocina, y posteriormente en el año 1953 la empresa incursiona en el mercado de línea blanca con sus estufas a gas bajo la marca "MABE", producto de una empresa que ya fabricaba 50 aparatos diarios y donde trabajaban 150 personas. La empresa comienza a consolidarse hasta convertirse en pionera en la fabricación de muebles de cocina en México. En 1959 sustituyen la importación de hornos y parrillas empotrables para fabricarlos directamente en México. En el año 1964 se comienza la fabricación de los primeros refrigeradores con interiores de plástico; poco después en el año 1966, MABE se hace presente en Centroamérica, el Caribe y parte de Sudamérica.

En el año 1969, se funda un consorcio manufacturero con la participación de MABE, IEM, Supermatic y Acros, con el objeto de fabricar motocompresores. Y en 1977 se inaugura la primera planta de refrigeradores ASTRAL en Querétaro (México). Para la década de los años 80 ya se encuentra presente en la mayoría de los hogares de México, y anticipándose a las oportunidades y amenazas que podría traer hacia su mercado la firma del TLC, MABE establece alianzas a nivel nacional e internacional. A partir de 1987 MABE y GE forman una sólida y productiva alianza adquiriendo la división electrodomésticos de IEM. En el año 1993 se firma la alianza estratégica con CETECO de Holanda, fabricante de lavadoras y estufas en Venezuela.

En 1994, MABE consolida un joint venture con SANYO para fabricar compresores y motores para refrigeradores y lavadoras. A partir del año 1995 MABE se expande hacia Centro y Suramérica estableciéndose en Ecuador, Perú, Colombia, Venezuela, Argentina y Brasil; a través de formar (GE DAKO en Brasil), adquirir (Durex en Guayaquil, Ecuador; INRESA en Perú; Condesa, y Admiral en Brasil), fusionarse con otras empresas (MADOSA, y CETECO en Venezuela), e importar sus productos (de Ecuador, Colombia y México) hacia los mismos países. Así mismo, en el año 1998 MABE firma convenio con Fagor de España para adquirir dos plantas de la empresa Maclean: en Ahedo y en San Luis. Adquiriéndose además, dos nuevas plantas de refrigeradores de las marcas Patrick-Fagor y Saccol en Argentina. En el año 2005 se adquiere Camco en Canadá, consolidándose de esta manera en todo el continente americano.

En 1994 se funda el Centro de Tecnología y Proyectos (CTyP) en Querétaro (México); En este centro se analiza la viabilidad de todos y cada uno de los proyectos de las 14 plantas que tiene MABE en el continente. El CTyP es el centro de inteligencia MABE, en donde se desarrolla la tecnología y la innovación de productos para satisfacer las necesidades del cliente.

### Organización y gestión.

MABE es una empresa 100 % mexicana que lleva más de 58 años en el mercado, con una planta actual de más de 20,000 empleados a nivel mundial. Cuenta con 8 plantas productivas ubicadas en Monterrey, Saltillo, San Luis Potosí, Querétaro, Celaya y Distrito Federal y 8 centros de distribución Nacionales; además de prever la expansión de las mismas para el año 2008. Tiene plantas y oficinas de operaciones comerciales en Canadá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Argentina y Brasil; además de exportar sus productos hacia Estados Unidos y lograr tener presencia en muchos otros mercados del mundo.

Cuenta con cuatro líneas de productos (cocinas, lavado, frigoríficos, y ambiente); caracterizándose por sus altos estándares de calidad y sus inversiones en el desarrollo de tecnología pensada en sus consumidores. Dichos estándares y desarrollo tecnológico se encuentran soportados por una sólida política de calidad expresada de la siguiente manera:

“Desarrollar productos electrodomésticos con calidad, innovación y oportunidad que generen rentabilidad para MABE, satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes y usuarios finales”

Para coadyuvar al logro de esto, todas las plantas de MABE están certificadas en ISO 9000:2000; de esta manera la política de calidad no sólo está bien establecida sino que es medible. Esto es vital no tan solo para cumplir con las especificaciones técnicas de cada producto, sino para cumplir con las normas regulatorias que cada mercado impone al perseguir y alcanzar la mejora continua; cumpliendo así las expectativas de los clientes (Cuadro 6.20).

Atributos		
Atractiva	Moderna	Práctica
- Combinación de colores	- Formas redondas	- Comunicación gráfica clara
- Los acabados metálicos están asociados con la innovación	- Diseños innovadores y Elegantes	- Parrillas seguras y estilizadas
- Look femenino	- Innovación	- Diseño ergonómico y amigable
- Sofisticado	- Alto impacto	- Cubierta fácil de limpiar

Cuadro 6.20: Atributos apreciados por el consumidor hispano.  
(Fuente: MABE, 2008)

Así, la investigación e integración de mercados en MABE, ha tenido una relevancia fundamental al permitirle entender las preferencias del consumidor en cada región y conocer los movimientos y estrategias de la competencia. También ha permitido medir la rentabilidad del negocio y orientar mejor los recursos tecnológicos para satisfacer con más eficiencia las expectativas de sus usuarios y clientes, así como establecer una estrategia de marca que diversifique y posicione sus productos en cada segmento, además de apoyar adecuadamente las marcas que ya están posicionadas en la mente del consumidor.

MABE sustenta el quehacer de su organización en cuatro pilares fundamentales:

1. Planeación estratégica. Para identificar las oportunidades y amenazas, manteniéndose al día y conociendo el entorno en el que se desenvuelve la organización.
2. Organización sin fronteras. Dando y recibiendo apoyo sin importar jerarquías y/o nacionalidad como una práctica que, al mismo tiempo, acerque a la gente y distinga a MABE como una organización sin fronteras.
3. Trabajo en equipo. Para intercambiar experiencias, habilidades y conocimientos es vital en la toma de decisiones.
4. Mejora continua. MABE analiza permanentemente sus procesos y genera un control estadístico de sus prácticas para perfeccionar el trabajo y satisfacer tanto a sus clientes internos como externos.

De esta manera, la gestión de MABE se lleva a cabo a través de cuatro herramientas fundamentales, la Investigación e Integración de Mercados, la Planeación Estratégica, la Planeación Tecnológica y el Sistema de Organización de la Calidad Seis-Sigma.

#### *Planeación Estratégica y Planeación Tecnológica.*

El proceso de Planeación Estratégica se da en función de los resultados anuales mostrados por el sistema de información de MABE, y generados en cada una de las áreas de la empresa.

De este modo, la Presidencia, junto con el equipo directivo se basan en dicha información para generar los objetivos organizacionales para el año siguiente los cuales permitirán dar continuidad y mejorar el rumbo de acción trazado el año anterior. Una vez fijados estos objetivos generales, se inicia un proceso en cascada hacia cada una de las unidades operativas con el fin de generar sus propios objetivos encaminados a contribuir al logro de los objetivos generales de MABE; una vez generados tanto los objetivos generales como los específicos de cada operación estos son revisados por la Presidencia, Vicepresidentes, Directores y Gerentes de primer nivel. Cada unidad operativa realiza un proceso similar hacia los mandos intermedios, con la idea de fijar los objetivos de cada área. En el proceso de Planeación Estratégica se ven involucradas todas las áreas de la empresa: Mercadotecnia, Finanzas, Ventas, Servicios, Manufactura, Tecnología y Desarrollo de Proyectos.

Dadas las características de dinamismo de los mercados en los que MABE opera, el desarrollo de nuevos productos se vuelve un factor esencial para definir el éxito del negocio. Por tal motivo, el desarrollo de nuevos productos es un tema muy importante dentro de la Planeación Estratégica de MABE. La dirección de Tecnología y Desarrollo de Proyectos es la que tiene asignada la responsabilidad de mejorar y desarrollar nuevos productos y lo hace a través de proyectos específicos, los cuales nacen de las necesidades inmediatas o futuras de cada mercado.

Al mismo tiempo, la Planeación Tecnológica es una parte fundamental del proceso general de la Planeación Estratégica en MABE. Los sistemas que se utilizan para conocer la competitividad de los productos de la competencia de MABE forman parte de las actividades que realizan de manera regular; dichas actividades van encaminadas a detectar la posición de

los productos de la empresa con respecto a los de su competencia en el mercado. En adición, los mecanismos que MABE utiliza para dar seguimiento a la competitividad de sus productos en términos de negocio, parten de las necesidades de cada proyecto de desarrollo de nuevos productos o de mejora a los ya existentes.

El Centro de Tecnología y Desarrollo de Proyectos (CTyP) inicia el proceso para la Planeación Tecnológica, al recibir la sensibilización de los entornos, la situación general de la organización y los objetivos de la misma. Las áreas involucradas en este proceso son la Vicepresidencia de Tecnología y Proyectos, el área de Ingeniería de Producto de Lavadoras, Refrigeradores y Estufas, Secadoras, Planeación de Producto, Investigación y Desarrollo, Diseño Industrial, Servicios y Recursos Humanos. En el año 2003, MABE recibe el Premio Nacional de Tecnología 2003, como reconocimiento a su labor en materia de I+D e innovación (Fig. 6.11).

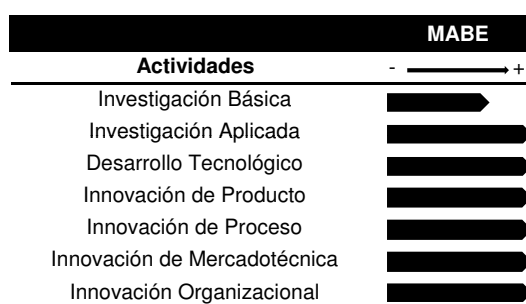


Figura 6.11: Modelo de Gestión Tecnológica en MABE.  
(Fuente: PNT, 2003)

El origen de todo proyecto es el cliente. Por eso, el énfasis del CTyP está puesto en producir tecnología útil que, a la vez, sea estética. Es el acercamiento que tienen las áreas de mercadotecnia con el consumidor final, lo que constituye el germen de lo que puede desembocar en nuevas y funcionales aplicaciones e, incluso, nuevos productos. Una vez que mercadotecnia transmite lo que el cliente “está pidiendo”, el centro estudia la factibilidad técnica y financiera del proyecto y evalúa la conveniencia de llevarlo adelante. Así, la planeación y gestión tecnológica se encuentra plenamente ligada a los principios de la filosofía de MABE donde se apunta a satisfacer las expectativas de los usuarios con productos competitivos e innovación tecnológica. De esta manera, en materia de innovación, MABE busca que en cada uno de sus proyectos haya siempre una evolución, un cambio, un desarrollo diferente, ya sea a nivel estético o tecnológico.

### La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación.

MABE desarrolla la I+D e Innovación en diferentes grados (Cuadro. 6.21); para lograr esto, el centro cuenta con laboratorios especializados para la evaluación de producto y materiales. Estos laboratorios están destinados a evaluar la calidad, funcionalidad y seguridad de nuevos desarrollos de producto, nuevos proveedores de componentes, nuevas tecnologías a nivel mundial y proyectos de mejora al producto actual.



Cuadro 6.21: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

Actualmente el CTyP emplea más de 200 personas (30 % con grado de Maestría) involucradas en el proceso de diseño, I+D, e ingeniería de todos los productos de MABE; y cuenta con la infraestructura necesaria para desarrollar productos competitivos a nivel mundial. No obstante, se resalta de manera importante que a través de todo el ciclo de desarrollo de productos colaboran cerca de 425 personas de diferentes departamentos (40 % ingenieros que con grado de Maestría y Doctorado). Si bien MABE mantiene una estructura organizacional de tipo tradicional con relaciones verticales; de igual manera fomenta dicha colaboración a través del trabajo en equipo mediante relaciones matriciales definidas por proyecto, formando equipos de trabajo con personas de diversas áreas y con responsabilidades asignadas para el desarrollo de un proyecto particular. Algunos indicadores de este trabajo de equipo se representan a través del cuadro 6.22.

Indicador	Cifra
Gastos en I+D	1%
Personal*	425 (40% ingenieros con grado de maestría y doctorado)
Proyectos de I+D/ año	40
Patentes otorgadas / en trámite**	10 / 19

\*Incluye áreas de Ingeniería, Diseño e I+D, \*\* Generadas solo en México

Cuadro 6.22: Indicadores de I+D e innovación.  
(Fuente: MABE, 2007)



En el aspecto financiero, MABE destina alrededor del 1% de las ventas a la I+D e innovación. En este sentido, los proyectos de inversión relacionados con el aumento del patrimonio tecnológico se derivan por un lado, de la necesidad de tener disponible la tecnología necesaria para afrontar los retos específicos de cada proyecto y por el otro directamente con la adquisición de nuevas herramientas de desarrollo. El 80% del patrimonio tecnológico que se tienen en el CTyP es desarrollado internamente y el resto, a través de diversas asociaciones estratégicas de las cuales se han llegado a obtener el 40% de financiamiento público para los proyectos de I+D e innovación que crean dicho patrimonio.

Uno de los pilares del CTyP es la creación de capacidad para absorber el conocimiento. Esto se ve reflejado en el tiempo que MABE destina a la capacitación (7,5% del personal en promedio dividido entre cursos de actualización, especialización, educación formal y adquisición de software). Esto ha motivado que además de las áreas de capacitación corporativas que ofrecen una gran variedad de cursos, internamente el centro ofrezca constantemente capacitación técnica en áreas específicas tales como: Termodinámica, Diseño Mecánico, Combustión, Software de Diseño y Análisis Especializado, Procesos de Manufactura e Inyección de Plásticos, entre otros. No obstante debido a que el conocimiento de las áreas medulares de los productos MABE requieren una formación especial, el CTyP ha tomado la iniciativa al desarrollar programas de maestrías específicas con otras universidades y C.I.; debido a que el conocimiento requerido no existe dentro de los programas típicamente ofertados por las mismas universidades (ejem. Manufactura Avanzada). Adicionalmente, MABE fomenta la capacidad creativa e innovadora de sus colaboradores al otorgar estímulos económicos basados en el impacto (ventas, costes, desempeño) de las patentes registradas sobre el desarrollo del producto.

Las fuentes de información y conocimiento generalmente utilizadas para desarrollar la I+D e innovación son aquellas que están relacionadas con el área de I+D de la empresa, el área de mercadotecnia, el área de producción, los proveedores, las universidades y los centros de investigación externos, patentes, las redes computarizadas de información, y las ferias, foros y exposiciones. Sin embargo, dicha adquisición de información y conocimiento no es llevada a cabo de una manera lineal ni aislada; esta es más bien se desarrolla de una manera interdisciplinaria a través de todo el proceso de innovación.

La mejora y la innovación de productos y procesos en todos sus aspectos es una labor constante en MABE (debido principalmente a la presión constante por la reducción de costos), y aunque generalmente gran parte de las ideas internas provienen directamente de las plantas, todas las ideas generadas en MABE se procesan a través de los llamados comités de productividad y son evaluadas por el CTyP verificando que estas sean viables. Este proceso (de innovación) permite además, a las áreas de Planeación de Producto, Ingeniería de Producto, e Investigación y Desarrollo analizar la información proveniente de las fuentes externas; para generar posteriormente los conceptos que puedan añadir a los productos nuevas características.

De este modo, con el fin de coadyuvar al efectivo proceso de gestión de la I+D e innovación; MABE documenta, actualiza y hace accesible la información proveniente de sus estudios de mercado por medio de un sistema electrónico que permite acceder a bases de

datos con dicha información a través de la red interna. De hecho, a partir de la implementación del sistema ISO 9000 se ha facilitado a los usuarios el acceso a la información y el conocimiento disponible en la empresa. El CTyP es el área responsable de llevar a cabo la gestión tecnológica, al contar con la infraestructura necesaria tanto en sistemas de información como de metodologías de trabajo y procesos de investigación.

Las herramientas de apoyo a la gestión de la I+D e innovación implementadas en MABE, son aquellas que tienen que ver con a) la utilización de herramientas para el trabajo en grupo tales como el "groupware" y las intranets corporativas facilitando a la estructura de la organización estimular el trabajo en equipo, b) la memoria organizacional, al ser una herramienta dinamizadora de la gestión del conocimiento facilitando el acceso a la información y el conocimiento, c) la optimización de los procesos de manufactura, a través del desarrollo de nuevos procesos a implementar y la misma gestión de la cadena de suministro (SCM), d) la ingeniería concurrente, a través de la cual se busca la vinculación directa entre clientes, proveedores y más estrechamente entre las diversas áreas de la compañía, y e) la valoración, gestión de proyectos y gestión de la cartera de proyectos. Para MABE, cada proyecto tiene cuatro objetivos especiales: el nivel de calidad, el costo, la inversión y el tiempo de implementación; de manera que, todo lo que pasa por el CTyP se mide bajo esos parámetros.

De esta manera, La mejora continua se refleja en la medida en que los tiempos de desarrollo de un nuevo producto han ido disminuyendo. Utilizar este tipo de técnicas y herramientas, también a ayudado a reducir considerablemente el número errores y retrabajos en la implantación de nuevos proyectos. En este sentido, el CTyP se relaciona con las demás áreas no sólo para el desarrollo de proyectos, sino también para la solución de proyectos específicos relacionados con el producto, materiales, servicio, etc.

La metodología denominada "Metodología de Introducción de Nuevos Productos" (Fig. 6.12) integra todas las técnicas y herramientas anteriormente mencionadas; permitiendo relacionar el proceso completo considerado dentro del modelo de gestión tecnológica desarrollado por MABE. Esta metodología es la columna vertebral de todas las operaciones tecnológicas de MABE TyP, a través de la cual se da el seguimiento y control de todos los proyectos. Para la óptima gestión y control de los proyectos o programas tanto en el aspecto técnico como de recursos humanos, materiales y financieros, MABE los clasifica de acuerdo al grado de impacto de negocio e impacto técnico que presente.

Merece especial atención la metodología "Six Sigma" (también denominada "Despliegue de la Función de Calidad") como una de las herramientas estratégicas de MABE. Dicha herramienta permite traducir los requerimientos del cliente a parámetros técnicos; garantizando que las propiedades, características, diseño y especificaciones de un producto, así como la selección y desarrollo de equipo, métodos y controles del proceso estén orientados a las demandas del usuario, cliente o mercado. Siendo vital para cumplir con las especificaciones y regulaciones que cada mercado tiene.

#### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico en MABE.**

En el aspecto de los procesos de cooperación y TC, MABE tiene una experiencia de poco más de 8 años en dichos procesos. De hecho, el grupo de personas especializadas en

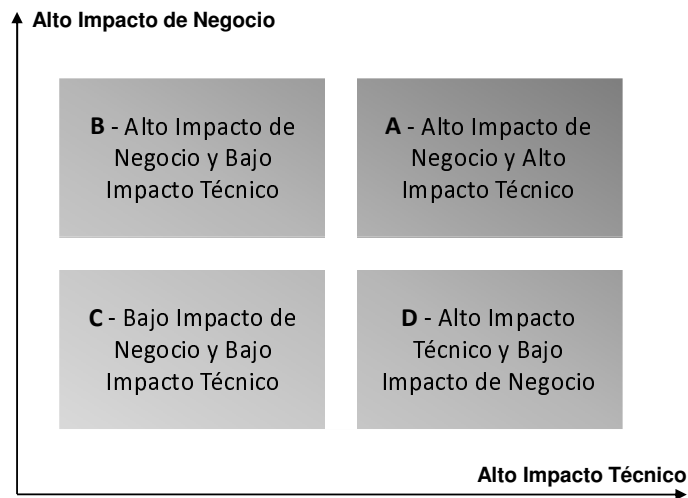


Figura 6.12: Tipos de proyectos.  
(Fuente: PNT, 2003)

innovación trabaja muy de cerca con otros C.I. y universidades tales como la UNAM, el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Autónoma de Querétaro, el Centro de Investigación de Productos Electrónicos (CIDESI) y el Centro de Investigación de Alta Tecnología (CIATEC). De igual manera, MABE busca dicha colaboración y TC a través de otro tipo de organizaciones tales como empresas de creación de tecnología y los mismos proveedores a los cuales se les considera socios tecnológicos.

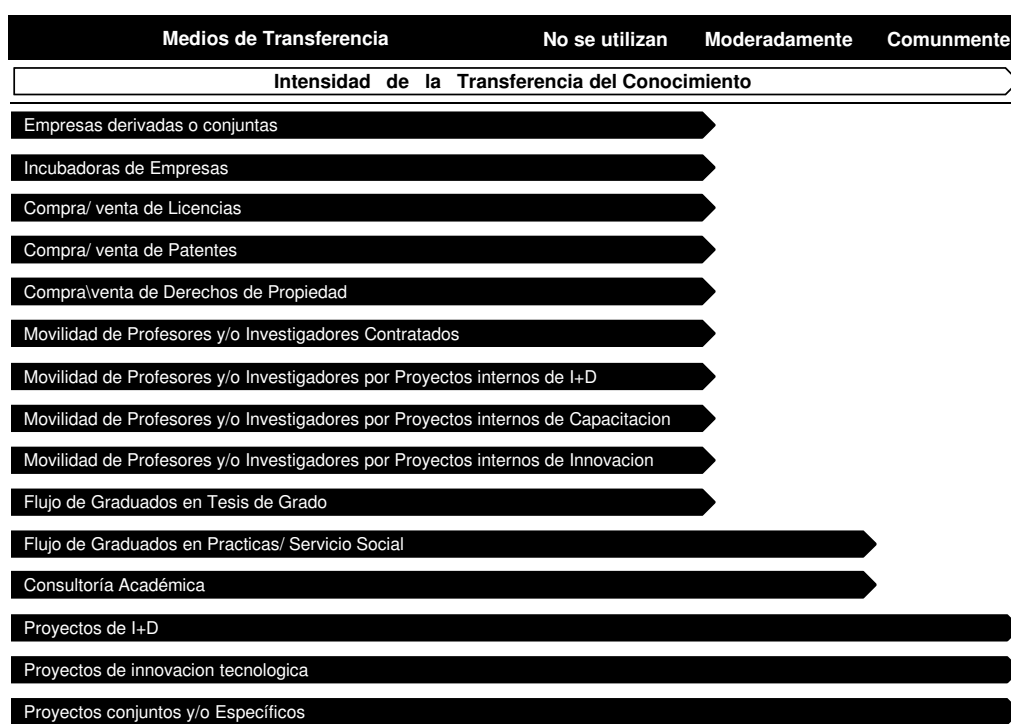
Para asistir a dichas tareas de cooperación y TC MABE cuenta con dos departamentos asisten a dicha tareas denominados a) Alianzas estratégicas, el cual se encarga de establecer todos los aspectos administrativos de la vinculación; y b) Enlace Tecnológico (para cada área de producto), el cual tiene la función tanto de verificar que se cumplan los compromisos acordados con los C.I. externos, y verificar que los resultados de dichas investigaciones sean asimilados por MABE. Esto quiere decir, que aquellos requerimientos que fueron acordados se cumplan para facilitar la integración del conocimiento desarrollado en nuevos productos. En este sentido, MABE destaca de manera importante algunos puntos a considerar cuando se establecen acuerdos de cooperación y TC tales como la confidencialidad de la información y su adecuado manejo, las sanciones por su mal uso, los derechos morales, y la titularidad en cuanto a los derechos patrimoniales de toda propiedad intelectual que pueda generar la I+D.

Las razones para emprender dichos procesos de cooperación y TC generalmente suelen ser muy diversas y de diversa índole, pudiendo ser desde la búsqueda de soluciones a problemas específicos hasta el arranque de un proyecto pasando por la asistencia puntual para la implementación y la capacitación para el dominio del un equipo, el conocimiento de una nueva metodología o la exploración de un nuevo "know how" a integrar en un nuevo producto.

La visión de MABE con respecto a los procesos de cooperación y TC, es que el conocimiento de dichos socios tecnológicos aterrice en nuevos y mejores productos cumpliendo las normativas del mercado, generando patentes y el desarrollo de tecnología.

*Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Los medios generalmente utilizados para transferir el conocimiento científico-tecnológico en MABE, se encuentran dentro del entorno de los proyectos en sus diferentes ámbitos como se aprecia en el cuadro 6.23. Hoy en día se cuenta con 20 proyectos en promedio desarrollados anualmente (distribuidos entre los 4 tipos de proyectos citados anteriormente).



Cuadro 6.23: Medios de cooperación y TC.  
(Fuente: Elaboración propia)

Destaca de una manera importante los acuerdos llevados a cabo con el CONACYT dentro del programa denominado "Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación (AERIS)" como una forma de fomentar la cooperación y TC.

Dichos acuerdos consideran la participación de 13 centros de investigación (CONACYT) y 1,200 investigadores, a fin de desarrollar proyectos de ciencia aplicada y tecnología avanzada. Otros convenios de colaboración y TC son aquellos que han sido dados dentro del

entorno de las universidades y los centros de investigación (públicos y privados), buscando fomentar el desarrollo tecnológico en México y el involucramiento de los estudiantes en la problemática industrial; en este aspecto MABE ha celebrado convenios con universidades y C.I. de alto nivel tales como la UNAM, la UAQ (Universidad Autónoma de Querétaro), el ITESM, el Instituto Tecnológico de Celaya, el Instituto Tecnológico de Morelia, el Instituto Tecnológico de Querétaro, y el CINVESTAV (QRO.).

MABE también ha celebrado acuerdo de cooperación con C.I. extranjeros tales como GRC (USA), GAIKER (ESPAÑA), entre otros. Otro tipo de colaboraciones son las que se establecen con las empresas de desarrollo de tecnología y proveedores. En el primer caso se mantienen procesos de transferencia de tecnología mediante el pago de regalías y desarrollo de proyectos específicos; en el segundo caso se mantienen convenios de colaboración y TC a través de contratos confidenciales con los que se busca dar soluciones a los nuevos requerimientos tecnológicos o inclusive desarrollos. En menor grado, también son utilizados los procesos de a consultoría académica como una forma de colaborar y transferir el conocimiento hacia el interior de MABE.

Resalta de una manera importante la reducida movilidad de profesores y/o investigadores como parte de los proyectos (I+D, innovación, contratados o con fines de capacitación. Esto se debe como se ha observado, a que un alto porcentaje de su personal esta dedicado a las tareas de I+D e innovación; enfocándose particularmente en el desarrollo de nuevos productos. Aunado a ello, se destaca su contribución en el fomento de la definición de nuevos programas de maestría; los cuales impliquen una capacitación dirigida a procesos productivos específicos y reales del personal de MABE.

La formación del personal clave de la organización se fomenta con un programa de capacitación individualizado con el fin de que se logren desarrollar las habilidades requeridas de acuerdo a la especialidad. Y, en menor grado se encuentra el flujo de graduados a través de prácticas profesionales buscando de igual manera involucrara los estudiantes en la problemática real de las industrias.

#### *Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Dada la escasez de estructuras de apoyo a la Cooperación y TC en México, MABE han logrado sustituir en parte dicha debilidad a través de la creación de una red expertos (a través de los cuales se identifican eventos que impactarán en el futuro), el sistema externo de inteligencia tecnológica competitiva (el cual provee diferentes áreas de interés para la empresa, basadas en las pautas marcadas por la misma), y la creación propia de los vínculos con otras instituciones de investigación nacionales e internacionales; esto se hace patente al observar los diferentes convenios y programas llevados a cabo con dichas organizaciones.

Otras estructuras a las que recurre, dentro de la que se encuentran disponibles en México son las asociaciones industriales, y el CONACYT al funcionar como oficina de cooperación industrial y de enlace; dada sus características al disponer de las estructuras internas necesarias para la vinculación entre los centros de investigación y las empresas.

Dificultades al desarrollo tecnológico. Cuando se tiene un C.T. un presupuesto, etc. La mayor dificultad se da en el sentido de que la dinámica de los problemas tecnológicos te llevan a mejora constante y por lo tanto mantenerte más actualizado, más capacitado, mejores recursos en todos los aspectos; consecuencia el crecimiento. Por ejemplo hace 8 se tardaban 36 meses para realizar el proyecto de un producto, hoy en día el tiempo es de 18 meses. Hay una mejora constante, una búsqueda de nuevos métodos.

### 6.1.7. Grupo Industrial Tellería (GIT)

Grupo Industrial Tellería (GIT) comienza su actividad en el año 1903 en la ciudad de Pachuca, México. Ciudad que tenía como primer negocio del desarrollo de su economía, a la industria minera. Comienza vendiendo todo tipo de productos, y especializándose posteriormente en el área de ferretería. Al comenzar su actividad ferretera, lo hace en forma importante con la venta de arados (hoy símbolo del logo tellería), hasta alcanzar una cifra cercana a las cuarenta ferreterías, en dónde se proveía a la industria de la construcción.

En el año 1968 GIT comienza a introducirse en el tema del transporte, debido a que parte del negocio era vender y mover el cemento; por un lado al movilizar 2,000 toneladas diarias de cemento, y por el otro al desperdiciar mucho cemento en las cargas y descargas debido al rompimiento frecuentemente de los sacos de papel, además de las graves consecuencias para la salud del personal por inhalación de dicho material. Es allí, donde se estudia como mejorar las condiciones (humanas) de carga y transporte de este producto, naciendo de ello Silos y Camiones (SyCSA). De esta manera, la empresa comienza su crecimiento y su especialización en fabricación de silos para almacenaje y camiones para el transporte de materiales. Se empezó el desarrollo de camiones, empezando para 17 toneladas, para el manejo de materiales, y silos de 30 toneladas. Lentamente, estos vehículos comenzaron a ser requeridos y adquiridos por la industria de la construcción, y en particular la del cemento.

A principios del año 1974 se produjo la primera línea de silos para utilización de plásticos (específicamente para para almacenar polipropileno proveniente de Houston Texas, transportado por ferrocarril), resolviendo a su vez la descarga del material del ferrocarril succionando el mismo en el autotank, y dirigiendo este hacia los silos para alimentación de las máquinas. Otra de las compañías del Grupo que crece con esta evolución, es Transportes Tellería (TT). También comienza por el tema de construcción, relacionado a la movilización de cargas muy pesadas, siendo hoy día la compañía más grande en manejo de materiales de carga voluminosa en México.

En el año de 1976 SyCSA comienza a exportar enviando silos a República Dominicana. No obstante, es hasta el año de 1995, dónde el grupo se enfoca a la exportación de una manera más constante. Hoy en día, el 70 % de las exportaciones, representan productos para la industria plástica. El mercado importante de exportación de SyCSA es Latinoamérica completa, salvo Guyana el resto de los países tienen productos de Silos y Camiones. SyCSA pertenece a la SPI (Society of the Plastics Industry).

En 1997, y debido a la demandas de exportación (particularmente con compañías europeas) en SyCSA se implementó un sistema de métodos y procedimientos obteniendo al mismo tiempo la certificación en ISO9000; En la actualidad, silos y camiones y transportes tellería (TT)(esta última desde 1998) se encuentran certificado en ISO9001-2000. Recientemente en el año 2003 se fundó el Centro de Desarrollo Tecnológico Romualdo Tellería Armendariz (CDTRTA), con el fin de coadyuvar al desarrollo tecnológico de SyCSA generación de tecnología aplicada de alto valor e innovación. Este centro además de soportar la I+D e innovación del SyCSA, realiza investigación para clientes que solicitan proyectos específicos para sus productos.

Grupo Industrial Tellería cuenta además con otras dos empresas que proporcionan servicios tanto a SyCSA como a TT. Diseño e impresiones publicitarias (DIPSA), la cual es una empresa que ofrece servicios tanto internos como externos de imprenta y publicidad; y el mismo Grupo Industrial Tellería (GIT), quien ofrece servicios de gestión administrativa, y gestión de sistemas de informáticos hacia las otras tres empresas del grupo.

### Organización y gestión.

Si bien Grupo Industrial Tellería (GIT) está constituido por cuatro empresas denominadas Diseño e Impresiones publicitarias (DIPSA), Grupo Industrial Tellería (GIT), Transportes Tellería (TT), y Silos y Camiones (SyCSA). Esta última es la empresa que ha sido desarrollada sobre una base de conocimiento científico-tecnológico.

Silos y Camiones (SYCSA) es una empresa líder en el desarrollo de la ingeniería especializada en el almacenamiento y transporte neumático de materiales a granel. SYCSA cuenta con la capacidad y el conocimiento tecnológico en el diseño, la fabricación y la implementación de equipo para el manejo del mismo material; apuntando a la optimización de las plantas clientes. Implementación que generalmente es llevada a cabo mediante proyectos "llave en mano". SyCSA además, diseña los sistemas y desarrolla la ingeniería para optimizar el transporte neumático del mismo material. De esta manera SYCSA desarrolla proyectos integrando (Cuadro 6.24):

Almacenamiento	Transporte Neumático
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Silos atornillados, silos soldados y silos de día.</li> <li>▪ Tovas redondas y cuadradas.</li> <li>▪ Tanques para agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transporte neumático Fase Densa, Fase Intermedia y Fase Diluida.</li> <li>▪ Bombas neumáticas para transporte.</li> <li>▪ Motosopladores.</li> <li>▪ Unidades de vacío.</li> </ul>
<p><b>Transporte de Manejo a Granel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Semi-remolques graneleros.</li> <li>▪ Autotanques graneleros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tolva rompesacos.</li> <li>▪ Tableros de control, CCM, y Sistemas de Automatización.</li> </ul>
<p><b>Componentes y Servicios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Carga y Descarga de F.F.C.C.</li> <li>▪ Equipo periférico</li> <li>▪ Automatización</li> <li>▪ Instalación</li> <li>▪ Puesta en marcha</li> <li>▪ Servicio post-venta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tubería, Coples rápidos, y Mangueras para manejo de materiales a granel.</li> <li>▪ Unidad de Succión-Presión.</li> <li>▪ Tolva pesadora.</li> <li>▪ Cajas de vacío.</li> <li>▪ Cribas para transporte neumático.</li> <li>▪ Ciclones.</li> <li>▪ Enfriadores de aire.</li> </ul>

Cuadro 6.24: Productos y Servicios SyCSA.  
(Fuente: Tellería, 2008)



El complejo industrial SyCSA se encuentra ubicado sobre una superficie de 16,170 m<sup>2</sup>, distribuidos entre oficinas, áreas de producción y una torre para construcción y armado de silos; contando además con una planta de más de 150 empleados actualmente y una cartera de más de 1,300 clientes y proyectos establecidos a nivel nacional e internacional dentro de los que se encuentran los sectores de alimentos y bebidas, bienes de consumo, química y petroquímica, productos de papel, cemento y construcción, plásticos y fibras, minería, transporte, y tratamiento de aguas.

El proceso evolutivo de SyCSA combina servicio y tecnología en el manejo y transporte de material a granel delegado en 7 unidades estratégicas de negocios con diferentes objetivos. Dichas unidades estratégicas, son igualmente las responsables de llevar a cabo el desarrollo de los productos, a través de los diferentes proyectos propuestos por las mismas.

1. **Planta.** Diseño y fabricación de equipos para almacenamiento y transporte de materiales a granel.
2. **Proyectos.** Integra los servicios y productos que SyCSA ofrece desde la perspectiva de una ingeniería especializada en el diseño de procesos para plantas industriales.
3. **Automatización.** Desarrolla el control y operación de los procesos.
4. **Componentes.** Provee equipos para aplicaciones específicas de las marcas de los socios estratégicos a los que representan.
5. **Instalaciones.** Especialista en el montaje de equipos para los proyectos que SyCSA realiza.
6. **Exportaciones.** Desarrolla la estrategia de presencia internacional.
7. **Servicios.** Busca mantener la continuidad en la óptima operación de los procesos implementados para los diferentes clientes.

De esta manera, SYCSA diseña, fabrica e integra una amplia gama de productos para los sectores anteriormente mencionados. Siendo la primera empresa especializada en ingeniería de sistemas para almacenar, pesar, dosificar y transportar mecánica y neumáticamente materiales a granel en México. Si bien GIT y todas las empresas del grupo cuentan con su propio plan estratégico, no se describe de manera explícita un plan tecnológico (sobretudo para aquellas empresas como SyCSA y TT que hacen uso y desarrollan tecnológica); este más bien es descrito a través de una directriz de considera a la mejora continua, el desarrollo tecnológico, y la innovación dentro del plan estratégico. Más aún, con más de 30 años de experiencia, el grupo se encuentra en plena evolución dirigiendo actualmente parte de su esfuerzo, a la identificación de los beneficios que aportan las áreas de I+D para la adquisición de conocimiento, el desarrollo y la innovación tecnológica.

Con el fin de coadyuvar a logro de lo anterior, el “Centro de Desarrollo Tecnológico Romualdo Tellería Armendáriz” (CDTRTA) (de reciente creación (2003), y en proceso de institucionalización) cuenta con los objetivos de ejecutar y promover la tarea de desarrollo tecnológico de manera sistemática. Esta tarea incluye acciones que tienen que ver con adquirir, conocer, crear, adaptar, mejorar, organizar, actualizar, documentar, y promover la tecnología.

La misión del CDTRTA es:

Generar tecnología aplicada de alto valor e innovación, estableciendo redes de conocimiento y alianzas estratégicas, en un marco ético para elevar la competitividad y el desarrollo sustentable de la comunidad.

Para llevar a cabo dicha misión, GIT se ha dado a la tarea de desarrollar su propio modelo de Gestión Tecnológica. Dicho modelo se basa en tres pilares: la gestión del conocimiento, la gestión tecnológica y la infraestructura tecnológica (Fig. 6.13).

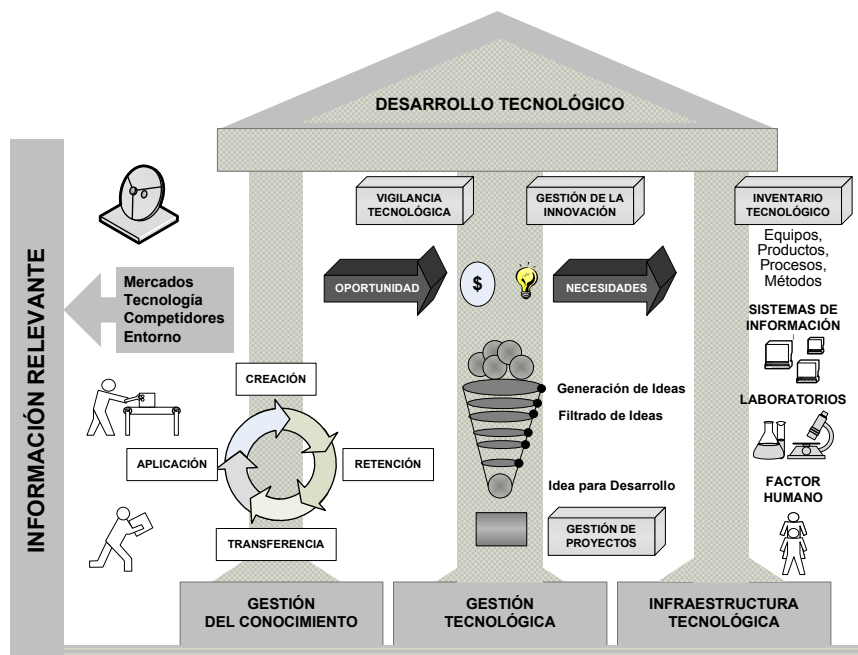


Figura 6.13: Modelo de Gestión Tecnológica en GIT.  
(Fuente: Tellería, 2007)

Para Silos y Camiones, la gestión del conocimiento, tiene como objetivo que el conocimiento y las capacidades fluyan por toda la empresa sin tener que recorrer el mismo camino dos o más veces, considerándose al conocimiento como un activo en la empresa. Se destaca como parte del fortalecimiento de dichos procesos de gestión de conocimiento, el desarrollo (en proceso) de la denominada "Memoria Organizacional". El objetivo de la memoria es que SyCSA (y todas las empresas del grupo) establezca mecanismos para rescatar, conservar, difundir y reutilizar los conocimientos y las experiencias de los trabajadores; e incorporarlos de manera sistemática a los procedimientos y prácticas estandarizadas de la empresa. Dicha memoria organizacional considera los elementos de a) factor humano, cultura, procesos, y tecnología; apuntando a desarrollar tecnología e innovación, agregar valor a los servicios y productos y mejorar la competitividad tanto de los mismos productos y consecuentemente de la empresa.

SyCSA considera a la gestión tecnológica fundamental para el crecimiento sostenible de la compañía, al entender esta como una disciplina en la cual coinciden las diversas áreas (tanto operativas como administrativas) que constituyen la empresa; apuntando a planear, desarrollar e implementar soluciones tecnológicas que contribuyan al cumplimiento de la misión de la misma. Así, silos y camiones enfatiza la utilización de la gestión tecnológica como una herramienta de apoyo en la determinación del impacto de la tecnología y el conocimiento en la competitividad de los productos desarrollados por la empresa; más aún, a medir y evaluar el potencial tecnológico de los productos con respecto a los de la competencia, e identificar las competencias tecnológicas de la misma empresa.

Dentro de la infraestructura tecnológica, SyCSA prevé el desarrollo de laboratorios de prueba a través de los cuales se pretende instrumentar varios tipos de ensayos; además fabricar equipos pilotos dentro de la propia planta para realizar una metodología a escala. Otro tipo de infraestructura disponible se encuentra dentro del ámbito de los equipos, sistemas de información; además del recurso humano especializado. Lo anterior, con el fin de apuntar al desarrollo y mejoramiento de la gestión de los procesos de I+D e innovación dentro de SyCSA y todas las empresas del grupo.

**La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación.**

Como se puede observar (Cuadro 6.25), dentro de SyCSA al desarrollo tecnológico y la innovación de productos se les reconoce como motores de cambio crítico para ser más efectivos y productivos, pero sobre todo para que la empresa mejore y mantenga su ventaja competitiva.



Cuadro 6.25: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

Dichos procesos, son llevados a cabo generalmente a través del departamento de ingeniería y de diseño, además del CDTRTA. Este último cuenta actualmente con 3 personas (todos con grado de licenciatura) los cuales desarrollan diferentes funciones entre dirección, gestión del conocimiento e ingeniería de desarrollo; si bien el departamento denominado ingeniería de desarrollo podría parecer un área más de la empresa, esta área esta dedicada más a

proveer la normatividad y las herramientas disponibles a las diferentes áreas de ingeniería dentro de SyCSA. Dichas herramientas se encuentran dentro del ámbito de reglamentos, normas, metodologías, filosofías, software disponible, entre otras; una cuarta persona será la denominada ingeniero de innovación. Si bien en la actualidad SyCSA no cuenta con patentes, existen diferentes productos y desarrollos tecnológicos que podrían y deberían haber sido patentados. Esto se debe al carácter familiar de la misma empresa.

Las principales fuentes de información y conocimiento para la gestión de las operaciones de I+D e innovación provienen en mayor grado de las áreas internas de la empresa tales como dirección, I+D calidad, diseño e ingeniería, producción, y en menor grado de fuentes externas tales como clientes y proveedores, publicaciones científicas, revistas industriales, ferias foros y exposiciones, otras empresas del mismo grupo, la competencia, redes computarizadas de información y conferencias y seminarios.

Como herramientas de apoyo tanto a la explotación de la información y conocimiento generada por las diversas fuentes, como a la gestión de la I+D e innovación; se encuentra igualmente diversas técnicas que son utilizadas a través de todo el proceso de desarrollo tecnológico. En este sentido se pueden citar aquellas que hacen referencia a la vigilancia tecnológica y la inteligencia de negocios (de reciente implementación), la gestión de relaciones con el cliente (CRM), las auditorías de conocimiento, la gestión de documentos a través del sistema de métodos y procedimiento e ISO9000, la generación de equipos, la gestión de la cadena de suministro (SCM) a través del ERP, la intranet corporativa.

Resalta de manera importante aquella que hace referencia a la formación a distancia (e-learning), pues si bien es de reciente implementación se han obtenido buenos resultados al crear una comunidad de aprendizaje y acrecentar las redes de conocimiento de la misma empresa. Más aún, SyCSA utiliza diversas técnicas para fomentar la creatividad y la innovación de sus personal a través del uso de técnicas tales como el "brainstorming", pensamiento lateral, método scamper, y el "mind mapping"; además del reconocimiento pública como una forma de fomentar e incentivar al personal a desarrollar dicha capacidad creativa e innovadora, generando así nueva información y conocimiento. Otras herramientas igualmente utilizadas son las técnicas de gestión de proyectos y técnicas de gestión de cartera de proyectos.

Todas las técnicas anteriormente mencionadas se pretenden sean implementadas a través del modelo de gestión tecnológica de GIT desarrollado para tal fin. De hecho, como parte del proceso de vigilancia tecnológica dentro de GIT se realizan reuniones periódicas a fin de reunir diferentes ideas tanto con respecto a la competencia como a las nuevas ideas de desarrollo; estas últimas clasificadas en dos rubros a) cuestiones de calidad y b) aspectos que tocan el desarrollo tecnológico.

Actualmente, bajo el esquema de proyectos de generación de valor se está creando un comité de valor; el objetivo final de tal comité es realizar diferentes ejercicios sobre el cual probar diferentes soluciones y en base a esas propuestas tomar las decisiones. De igual manera, con el fin de asistir a las tareas de implementación e institucionalización del modelo de gestión tecnológica en GIT, en la actualidad se están llevando a cabo las denominadas reuniones RAM (reuniones de aprendizaje y mejora), a través de las cuales se apunta a obtener ideas, documentar y compartir las lecciones aprendidas.

Asimismo, SyCSA está desarrollando el proceso metodológico que permita resolver los diferentes problemas de tipo científico-tecnológico presentados dentro de la empresa. De hecho, recientemente se ha comenzado a documentar todos los procesos tecnológicos de la empresa bajo el enfoque del modelo del Premio Nacional de Tecnología; a fin de desarrollar un manual de innovación propio.

En el aspecto financiero actualmente el CDTRTA cuenta con un presupuesto denominado fondo de garantía e innovación, a través del cual se dispone del 2% de las ventas de la empresa, aunque generalmente no se ejerce todo. Si bien, en general la empresa se destaca como no muy tendiente al riesgo, gran parte de los proyectos desarrollados dentro de la misma se han dado bajo un esquema de “learning-by-doing”. El objetivo de este fondo es evitar aquellas situaciones en donde los departamentos caigan bajo el esquema de pérdidas o ganancias por desarrollar o probar algún producto “aumentando” los costos de la empresa, llevando el mismo a un esquema de aprendizaje. De hecho, como se mencionó anteriormente actualmente se están creando diversos laboratorios de pruebas a fin de ordenar todos los procesos de aprendizaje de la empresa. En general este monto funciona tanto para la innovación como para la I+D.

#### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico.**

Para el caso de GIT y del resto del grupo, el CDTRTA es el responsable de llevar a cabo las tareas de cooperación y TC. En general, las actividades de cooperación y TC en GIT son de reciente creación como se aprecia en el cuadro 6.26.

Si bien destaca de manera importante el flujo de graduados en sus diferentes formas, como el medio más utilizados por SyCSA para llevar a cabo dichas tareas de cooperación y TC; en general dichos medios a través de convenios suscritos con el ámbito universitario no se han limitado solamente a la mera vinculación<sup>5</sup>. Dichas relaciones han ido más allá al desarrollar y contar con un programa permanente de gestión de conocimiento con las universidades, a través de la plataforma de “e-learning” (las denominadas “residencias virtuales”). Dicho programa es llevado a cabo cada seis meses con el fin de fortalecer a la empresa mediante la documentación de la tecnología del grupo y la capacitación interna, por medio del desarrollo de diferentes proyectos llevados a cabo por los estudiantes de manera virtual (y en algunos casos presencial). Uno de los casos es el desarrollado por la Universidad La Salle que implementó una asignatura dentro de la empresa como parte formativa de la misma universidad.

---

<sup>5</sup>Es decir, ver la relación unidireccional “de la universidad a la empresa”, al proveer las primeras sus recursos en materia de formación y capacitación disponibles a las segundas (estudiantes y recién egresados); limitando dicha relación al mero uso de los mismos, y en contribución ofrecer experiencia a dichos recursos que en la mayoría de los casos, se circunscribe al ámbito de tareas meramente administrativas, más que productivas y de valor agregado



### 6.1.8. Laboratorios Streger

Laboratorios Streger se encuentra ubicada en Coatepec, Veracruz y fue fundada en 1966 con el objetivo de producir, comprar, vender, maquilar, importar, exportar y distribuir todo lo relacionado con los productos químicos y farmacéuticos. En 1996 se realiza una reestructuración en la dirección administrativa para hacerle frente a los nuevos retos de la globalización de productos químicos y farmacéuticos.

#### Organización y gestión.

Laboratorios Streger es una empresa mexicana privada con capital de origen nacional cuya misión es:

“Contribuir al desarrollo del país elaborando productos farmacéuticos de calidad para preservar la salud de las personas, cumpliendo con las normas establecidas, contando para ello con un equipo altamente capacitado, creativo, imaginativo e innovador, con un espíritu de servicio y ética profesional”.

Dentro de la amplia lista de productos que Streger produce se encuentran analgésicos, antibióticos, diabetes, antidiarrecos, antiparasitos, antigriaples, antisépticos bucofaríngeos, antitusivos, gastroenterología, hematología, hormonales, nutriología, y reumatología; además de comercializar medicamentos biológicos (Cuadro 6.27).

Lista		
CARBAGER PLUS	MAGNIDOL PLUS	TORFADRIN
COMPLEJO B	NEUTRALIN PLUS	TORIDRAN n
CREMOVIT	NIMELGER	TRIMETOGER
DIAPAR COMPUESTO	ORADEKAN	TRIMIDEX
ENTERODAR COMPUESTOS	PROGER F	TROCICLETAS
ESCAPIN N	PRONAZIL	TROCICLETAS B
FERRO 4	PROTOSIN	TUNITOL BX
FLOXAGER	RANIGER	VERMIN
INDAGER	SINDOLEN	VERMIN DAZOL
INDARZONA	SINDOLEN 400	VERMIN PLUS
KONTROGER	STREBENZOL	
MAGNIDOL	SULFATO FERROSO	

Cuadro 6.27: Productos.  
(Fuente: Streger, 2008)

Para su gestión cuenta con un Plan Estratégico y un Plan de Desarrollo, además de encontrarse aprobado por la SSA. De hecho, para el logro de los objetivos planteados dentro del Plan Estratégico, Laboratorios Streger utiliza equipos especializados que han sido desarrollados específicamente para tal fin, los cuales permiten además reducir los tiempos de proceso entre otros.

### La gestión de la Investigación, Desarrollo e innovación

Los departamentos de Ingeniería y Control de Calidad son los responsables de llevar a cabo el desarrollo de nuevos productos provenientes de la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación (de producto y proceso) desarrollados en Streger (Cuadro 6.28).



Cuadro 6.28: Intensidad de las actividades de I+D.  
(Fuente: Elaboración propia)

Para coadyuvar al logro de esto Streger cuenta con 11 personas dedicadas a dichas tareas de I+D e innovación de los cuales 7 cuentan con el grado de licenciatura y 4 con grado de maestría. Si bien no existe un monto económico fijo dedicado a las actividades de capacitación, esta generalmente se da de acuerdo a la demanda, las necesidades y la disponibilidad económica de la empresa; orientándose a cubrir las competencias necesarias para llevar a cabo las tareas de I+D e innovación requeridas, es decir ligando la capacitación a los resultados.

Con respecto a la inversión en I+D e innovación, generalmente se llegan a invertir hasta el 40% de los ingresos en diferentes rubros tales como infraestructura y equipos entre otros. Las razones suelen ser desde las cuestiones de seguridad, mejorar las condiciones de los productos (protección), hasta la realización de proyectos específicos. De hecho, como resultado de dichas inversiones Streger obtuvo la patente (en trámite) para el equipo de secado inductivo (de campo magnético), el cual permite reducir el tiempo de secado de diferentes materias primas de 16 hrs. a 30 min.

Las principales fuentes de información y conocimiento para llevar a cabo dichos proyectos de I+D e innovación suelen ser aquellas que provienen de la competencia, los clientes y proveedores, patentes, publicaciones científicas, revistas industriales, redes computarizadas de información, conferencias y seminarios, y ferias, foros y exposiciones; en menor grado se encuentra las universidades.

Las técnicas y herramientas generalmente utilizadas por Laboratorios Streger para gestión las I+D e innovación son múltiples y diversas, de esta manera se destacan aquellas que hacen referencia al grupo de técnicas de inteligencia de mercado tales como la vigilancia tecnológica, análisis de patentes, inteligencia de negocios, y geo-marketing; también destacan aquellas



que hacen referencia a la gestión del conocimiento tales como las auditorías de conocimiento, y la gestión de documento llevada a cabo de manera externa; para asistir a dichas tareas de gestión de conocimiento Streger hace uso de herramientas tales como el "Groupware" y actualmente se encuentra en desarrollo la intranet corporativa, así como la gestión por competencias.

Otras técnicas generalmente utilizadas se encuentran dentro del grupo de las herramientas de creatividad (brainstorming, TRIZ), mejora de procesos (flujo de trabajo, reingeniería de procesos, just-in-time JIT) y las gestión de proyectos (gestión y valoración de proyectos, gestión de cartera de proyectos), en menor grado se hace uso de herramientas enfocadas hacia la creación de negocios (business plan). Todas las técnicas anteriormente mencionadas son implementadas durante todo el proceso de desarrollo de productos, a través del sistema de métodos y procedimientos.

### **Transferencia de conocimiento científico-tecnológico en STREGER**

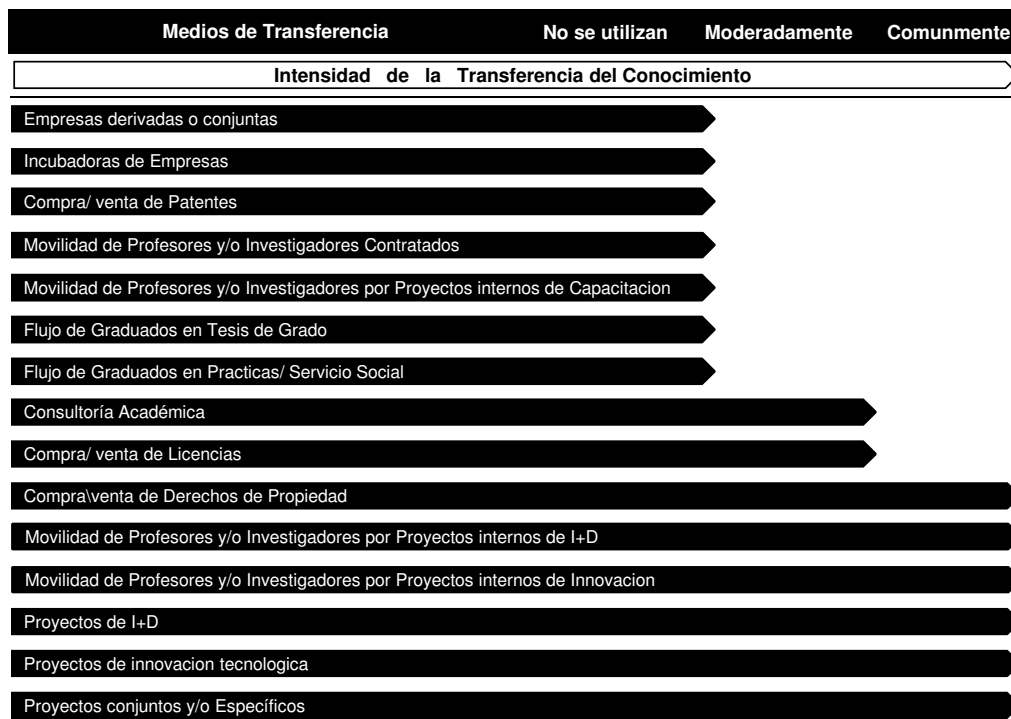
En general, aunque Laboratorios STREGER a limitado el aspecto de la cooperación y TC dentro del contexto de los C.I. privados, este proceso ha sido intenso; más aún, se afirma que el 100 % de dichos procesos ha sido llevado a cabo con fondos propios. Las razones que han llevado a la empresa a integrarse dentro de dichos procesos de cooperación y TC suelen ser debido a los límites con respecto al conocimiento gestionado por la empresas o por la disponibilidad de equipos.

#### *Medios de Cooperación y Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.*

Dentro de los mecanismos de cooperación y TC generalmente utilizados por Laboratorios STREGER para llevar a cabo los procesos de I+D e innovación se encuentran, en mayor grado los proyectos de I+D, proyectos de innovación tecnológica, y proyectos conjuntos y/o específicos. La movilidad del personal investigador a través de los mismos proyectos de I+D e innovación son algo común dentro de los mecanismos utilizados por Laboratorios STREGER para el desarrollo de los productos. La compra de derechos de propiedad intelectual y de licencias también son de los procesos utilizados, además de la consultoría académica en menor grado como algunos de los medios de cooperación y TC (Cuadro 6.29).

#### *Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC.*

Las Estructuras de apoyo a la Cooperación y TC utilizadas por Laboratorios STREGER se reducen al ámbito de los mismos C.I. y a las oficinas de cooperación industrial o enlace tales como el CONACYT.



Cuadro 6.29: Medios de cooperación y TC.  
(Fuente: Elaboración propia)

## 6.2. Análisis comparativo de los casos de estudio

La comparación de los 8 casos de estudio pertenecientes a los 4 centros de Investigación (Cuadro 6.30) y a las 4 empresas (Cuadro 6.31), se encuentra sustentada en los siguientes elementos:

1. La organización es la unidad de análisis.
2. Los datos de cada organización han sido obtenidos de una variedad de recursos: entrevistas semiestructuradas, documentos diversos tales como reportes anuales, documentos internos, artículos, el análisis individual, etc.
3. Los datos obtenidos son tanto datos cualitativos como cuantitativos.
4. El análisis sigue un proceso iterativo entre los datos cuantitativos y los datos cualitativos.

De esta manera, dicho análisis permite entender el funcionamiento de cada organización e identificar sus similitudes y diferencias.

De hecho, este análisis supone realizar un tipo de triangulación de resultados y conclusiones (Kidder y Fine, 1967) el cual implica hacer un contraste transversal de los resultados y las consecuencias derivadas de cada caso, donde los ejes horizontales vienen a coincidir con las categorías utilizadas que dan forma y formato a cada estudio. Al mismo tiempo, se obtienen otros datos y resultados no considerados en los análisis individuales. De esta manera, el material base con el que se construye y realiza este análisis cruzado consiste en el análisis de contenido tanto de la información teórica, como de las categorías consideradas y los casos estudiados.

En consecuencia, nacen nuevos patrones de resultados, se modifican, sintetizan o subdividen y surgen nuevas formas de agrupamiento de los mismos. Los patrones reflejan el surgimiento de una nueva forma de ver y comprender los resultados obtenidos, permitiendo construir un informe más clarificado, abstracto y de mayor nivel conceptual, en el que ya no se busca la caracterización singular de cada experiencia, sino derivar líneas de explicación y argumentación que exceden lo concreto. Así, dicho análisis ha permitido identificar aquellos factores que son clave (positiva y negativamente) tanto en los procesos de gestión de la I+D e innovación como en los procesos de TC, y que al final, son la base del desarrollo del Modelo de Transferencia de Conocimiento Científico-Tecnológico.

El análisis comparativo de la información obtenida en los casos de estudio, se llevó a cabo mediante la separación de dicha información en diferentes niveles de profundidad, traducidos en una lista de categorías y conceptos. Dicha lista permite construir así una cadena de evidencia lógica, con el fin de comparar los resultados obtenidos tanto entre los casos de estudio como con la literatura existente, respondiendo así a las diferentes preguntas de investigación planteadas para la investigación.

CIATEQ	CCADET	LANIA	LATEX
	Organización y gestión		
	Grande		Micro
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 30 años</li> <li>■ Capital Público/Privado</li> <li>■ Metalmeccánico, electrónico, manufactura, software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 37 años</li> <li>■ Capital Público</li> <li>■ Metalmeccánico, electrónico, manufactura, tecnologías de la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 17 años</li> <li>■ Capital Privado</li> <li>■ Informática</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 11 años</li> <li>■ Capital Público/Privado</li> <li>■ Agroindustria</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Desarrollo tecnológica, investigación aplicada y la innovación de producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación básica, investigación aplicada, e innovación de producto.</li> <li>■ Investigación tecnológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación aplicada y ■ Investigación aplicada, e innovación de producto.</li> <li>■ Realiza investigación básica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Realiza investigación básica.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente se apoya en las áreas de I+D, operaciones y ventas.</li> <li>■ Publicaciones científicas y revistas industriales, conferencias y seminarios, ferias, foros y exposiciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente se apoya básicamente en el área de I+D.</li> <li>■ Sus recursos externos se concentran principalmente en institutos y C.I. de la misma universidad, otras universidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente se apoya en el área de I+D y calidad.</li> <li>■ Proviene de las universidades o Institutos de Estudios Superiores y las publicaciones de la universidad y las publicaciones científicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente sigue las pautas que dicta la dirección y el área de calidad.</li> <li>■ La información externa proviene principalmente de la universidad y las publicaciones científicas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Inteligencias de mercado, gestión del conocimiento, cooperación y redes, recursos humanos, gestión de interfaces, creatividad, mejora de procesos, y gestión de proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Técnicas que hacen referencia a la Inteligencia de mercado, gestión de conocimiento, cooperación y redes, gestión de interfaces, y creatividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Principalmente se utilizan técnicas de gestión de proyectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se usan técnicas de creatividad y gestión de proyectos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Creación de empresas derivas o conjuntas e incubación de empresas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Venta de licencias y patentes y derechos de propiedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Docencia y flujo de graduados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Consultoría Académica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cuatro unidades y/o C.I. de CIATEQ en México.</li> <li>■ Asociaciones, clubes industriales y parques industriales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Movilidad de personal por proyectos de I+D, y contratación.</li> <li>■ Centros de investigación o institutos de la UNAM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Movilidad del personal académico, y proyectos de capacitación, y/o específicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Intercambio académico, y proyectos de innovación, conjuntos y/o específicos.</li> </ul>
	->> Estructuras de apoyo a la cooperación y TC <<		
	CONACYT		
	Programa marco		
	Asociaciones o clubes industriales		
	->> Impactos y beneficios de los procesos de cooperación y TC <<		
	Adquisición de experiencia y conocimiento científico-tecnológico, acceso a recursos externos, conocimiento del entorno y las necesidades de las empresas, .		
	Fomento de las relaciones y la multidisciplinariedad, mejora de la percepción de los C.I.		
	->> Retos y obstáculos de los procesos de cooperación y TC <<		
	Eirónea percepción y visión a corto plazo de los C.I. hacia las empresas y viceversa, desconocimiento de los beneficios mutuos de la cooperación y TC.		
	Temor de las empresas a la apropiación de sus secretos profesionales e intelectuales, malas prácticas o prácticas desleales.		
	Exagerada normatividad y burocracia, falta de incentivos de la administración pública hacia las actividades de cooperación y TC.		
	Limitado alcance del sistema nacional de investigadores (SNIInv).		
	Desequilibrio geográfico y tecnológico de las empresas, madurez tecnológica del país con respecto a las actividades de los C.I. y los procesos de cooperación y TC.		

Cuadro 6.30: Resumen de los Centros de Investigación.  
(Fuente: Elaboración propia)

SILANES BIOCLÓN	IMABE	TELLERIA	STREGER
	->> Organización y gestión <<		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 65 años</li> <li>■ Alta tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Grande</li> <li>■ 58 años</li> <li>■ Alta tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mediana</li> <li>■ 30 años</li> <li>■ Baja-media tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Micro</li> <li>■ 42 años</li> <li>■ Media-alta tecnología</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Aplicada, desarrollo Tecnológico, innovación Organizacional. Realiza Desarrollo Tecnológico e Innovación en diferentes ámbitos .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos .</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente sigue las pautas de la Dirección, y se apoya en el área de I+D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente se apoya en el área de I+D, diseño e ingeniería, y operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente sigue pautas de la dirección, se apoya en las áreas de calidad, I+D, diseño e ingeniería, mercadotecnia y operaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Internamente sigue las pautas de la Dirección, y se apoya en el área de calidad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Externamente se apoyan en la competencia, institutos públicos de Investigación, patentes, publicaciones científicas, revistas, industriales y redes computarizadas de información.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sus recursos externos de información proviene de otras empresas del mismo grupo, clientes y proveedores, institutos públicos de Investigación, patentes y publicaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Externamente se apoya en los clientes, proveedores, publicaciones científicas y revistas industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ La información externa proviene de universidades e institutos de educación superior y las publicaciones científicas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se usan técnicas referentes a la inteligencia de mercado, gestión del conocimiento, cooperación y redes, recursos humanos, creatividad, mejora de procesos, y proyectos en diferentes grados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se usan técnicas referentes a la inteligencia de mercado, gestión del conocimiento, cooperación y redes, recursos humanos, gestión de interfaces, creatividad, mejora de procesos, y proyectos en diferentes grados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se usan técnicas referentes a la inteligencia de mercado, gestión del conocimiento, cooperación y redes, recursos humanos, creatividad, mejora de procesos, y proyectos en diferentes grados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Se usan técnicas referentes a la inteligencia de mercado, gestión del conocimiento, cooperación y redes, recursos humanos, creatividad, mejora de procesos, y proyectos en diferentes grados.</li> </ul>
	->> Técnicas para Gestión de I+D e Innovación <<		
	Flujo de graduados.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Proyectos de innovación tecnológica, proyectos conjuntos y/o específicos, patentes y derechos de propiedad.</li> <li>■ Movilidad de personal por proyectos de innovación y capacitación, proyectos de I+D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Proyectos de I+D, y consultoría académica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Proyectos de I+D.</li> <li>■ Movilidad del personal por proyectos internos de capacitación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Proyectos de innovación tecnológica, proyectos conjuntos y/o específicos, proyectos de I+D, y consultoría académica.</li> <li>■ Compraventa de derechos de propiedad.</li> <li>■ Movilidad del personal por proyectos de I+D e Innovación.</li> </ul>
	->> Medios para la cooperación y TC <<		
	Estructuras de apoyo a la cooperación y TC <<		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centros de investigación, asociaciones industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centros de investigación, asociaciones industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centros de investigación, asociaciones industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Centros de investigación</li> </ul>
	->> Impactos y beneficios de los procesos de cooperación y TC <<		
	Adquisición conocimiento externo de alto nivel, acceso a recursos financieros y tecnológicos.		
	Reducción y mejora de los procesos de desarrollo científico y tecnológico		
	Fomento de las interacciones entre el entorno científico y el entorno empresarial, conocimiento del entorno		
	->> Retos y obstáculos de los procesos de cooperación y TC <<		
	Errónea percepción y visión a corto plazo de las empresas hacia los C.I., desconfianza por la seguridad de la información proporcionada.		
	Estructuras y legislación inadecuadas para la cooperación y la TC, información de patentes desactualizada e incompleta.		
	Falta de incentivos de la administración pública hacia las actividades de cooperación y TC, desconocimiento de los beneficios mutuos de la cooperación y TC.		
	Limitado alcance del sistema nacional de investigadores (SNIIn), escasez en las empresas de personal dedicado a las tareas científicas y tecnológicas.		

Cuadro 6.31: Resumen de las Empresas.  
(Fuente: Elaboración propia)

### 6.2.1. El proceso de clasificación y categorización

Según Miles y Huberman (1994), la codificación puede llevarse a cabo en diferentes momentos de la investigación, con la posibilidad de diferenciar códigos descriptivos (atribuyen una unidad a una clase de fenómenos), que son utilizados en un primer momento, y códigos con una mayor contenido inferencial (interpretativos y explicativos) utilizados posteriormente. De esta manera, el proceso de desarrollo de la clasificación y categorización se lleva a cabo inicialmente (1a. y 2a. Fase) a través de un proceso deductivo, resultado de las preguntas de investigación, la investigación teórica y sus relaciones. La idea principal es dar definiciones explícitas, reglas de códigos y ejemplos para cada categoría deducida, determinando exactamente bajo que circunstancias un pasaje del texto puede ser codificado con una categoría. Esto supone así un primer nivel de abstracción al configurar una visión o perspectiva de los temas implicados en el mismo proceso (Mayring, 2000).

En un segundo nivel (3a. Fase) de categorización se aplica un proceso inductivo, a partir de la revisión de la información obtenida del proceso de la investigación empírica (entrevistas, observaciones de campo, notas, documentos y reportes). De este modo, cada caso seleccionado se divide en componentes para su análisis y codificación. En este punto, el desarrollo de los códigos se realiza a través de un proceso iterativo en el cual, los códigos desarrollados partir de la información obtenida durante esta etapa de la investigación se contrastan con los códigos previamente obtenidos durante la etapa previa (teórica). De esta manera, se descubren y corrigen aquellas inconsistencias de la lista de categorías. Como consecuencia de este tipo de análisis, se obtiene un sistema de categorías que puede ser considerado en sí mismo un producto del análisis (Fig. 6.14).

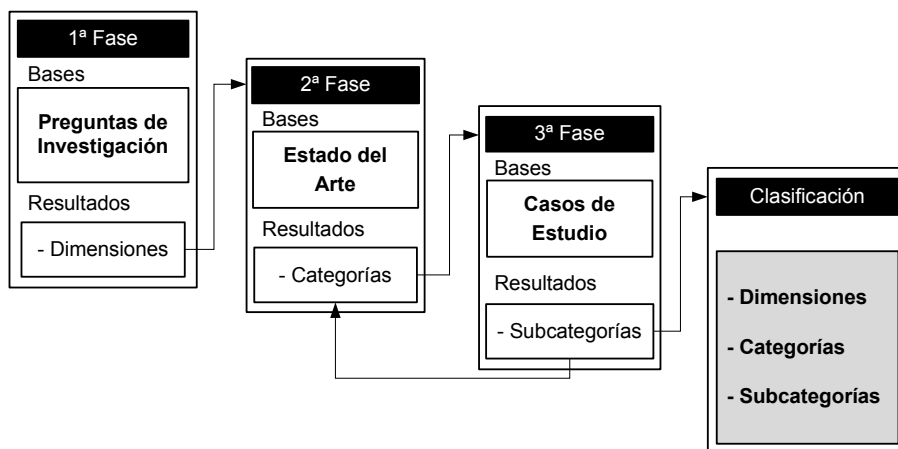


Figura 6.14: Proceso de Clasificación y Categorización.  
(Fuente: Elaboración propia)

Tomando en consideración el proceso de clasificación y categorización (Preguntas de investigación, Estado del Arte, Casos de Estudio), se identifican 48 subcategorías agrupadas en 11 categorías y 4 dimensiones principales (Cuadro 6.32).

Dimensiones	Categorías	Subcategorías
Organización y Gestión	Características organizacionales	- Enfoque organizativo - Origen de su creación - Cultura de la organización
	Planeación y gestión de la organización	- Complejidad productos / servicios - Planes estratégicos - Políticas y procedimientos - Certificación
Investigación, Desarrollo e Innovación	Capacidad de I+D e Innovación	- Tipos de actividades - Enfoque de innovación - Grado de desarrollo de las actividades - Recursos científicos y tecnológicos - Financiamiento e inversión a la I+D e Innovación - Producción científica y tecnológica
	Recursos de información para la gestión de la I+D, e Innovación	- Internas - Externas - Modos de innovación - Tipos de aprendizaje
	Herramientas y técnicas de gestión de la I+D, e Innovación	- Grupos de herramientas y técnicas - Aportaciones de las Herramientas y Técnicas - Gestión de las Herramientas y Técnicas - Incentivos a la capacidad creativa e innovadora
	Modelos de gestión de la I+D, e Innovación	- Principales aportación de los modelos - Problemas en la gestión de la I+D e Innovación
Transferencia de conocimiento Científico-Tecnológico	Vínculos con otras organizaciones	- Tipos de organizaciones - Flujos de conocimiento - Tipos de relaciones
	Mecanismos para la cooperación y TC	- Razones para cooperar - Tipos de mecanismos - Relaciones entre los mecanismos - Fuentes de financiamiento - Estructuras de apoyo a la cooperación y la TC
Motivaciones para la Investigación, Desarrollo, Innovación y TC	Impactos y Beneficios	- Adquisición conocimiento externo de alto nivel - Acceso a recursos financieros y tecnológicos - Reducción y mejora de los procesos de CyT - Conocimiento del entorno - Fomento de las interacciones entre ambos entornos
	Retos y Obstáculos	- Leyes y normas - Nivel tecnológico de las empresas - Evaluación de las actividades - Percepción y Visión - Desconocimiento de ambos entornos - Los acuerdos - Estructuras inadecuadas - Falta de información - Falta de recursos - El SNIInv - La cultura

Cuadro 6.32: Dimensiones, categorías y subcategorías.  
(Fuente: Elaboración propia)

Una vez realizada la codificación y agrupación de las categorías bajo 4 dimensiones mayores, se procede a identificar las relaciones existentes entre las categorías, apuntando a facilitar el entendimiento de las relaciones entre las mismas categorías<sup>6</sup> (Fig. 6.15).

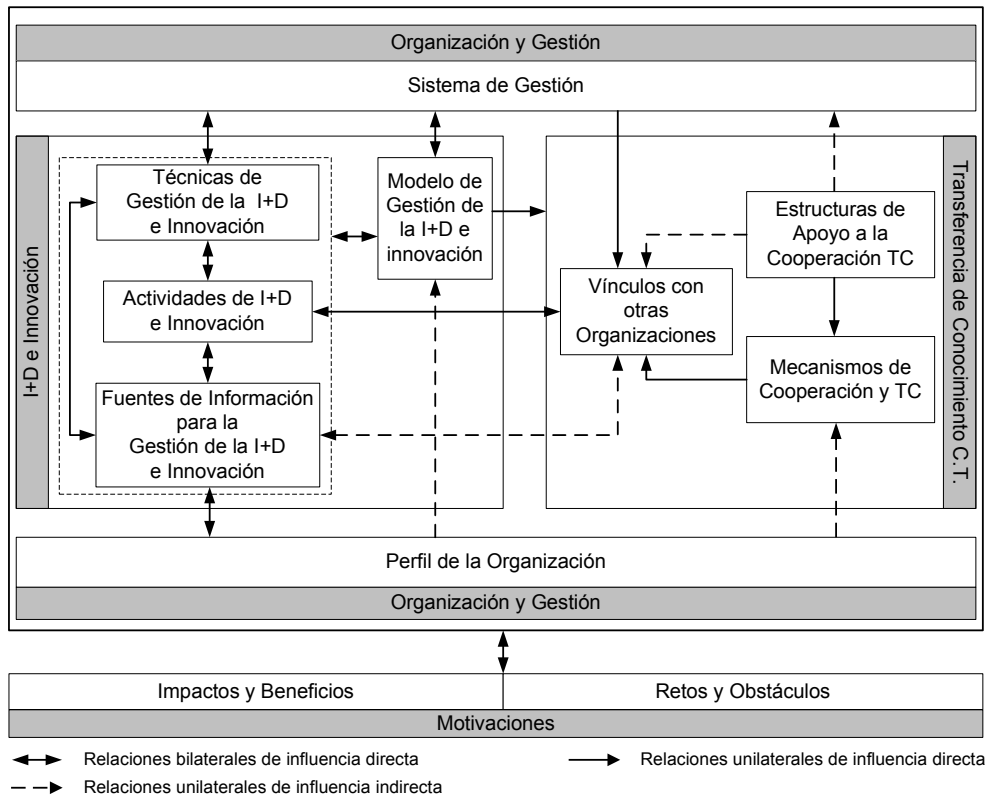


Figura 6.15: Las relaciones entre las principales categorías.  
(Fuente: Elaboración propia)

Más aún, a través de realizar un ejercicio más detallado al nivel de subcategorías se puede apreciar la complejidad del fenómeno bajo estudio. Al presentar la manera en que algunas subcategorías seleccionadas influyen a otras categorías y al mismo tiempo dichas subcategorías son influenciadas por otras y sus mismas categorías. En el Cuadro 6.33 se observa que la dirección de las flechas presenta la dirección y el tipo de influencia que se ejerce entre las mismas. El objetivo de tal ejercicio es buscar en los casos analizados a través de las relaciones existentes en cada categoría, aquellos factores que han sido determinantes en la generación, absorción y transferencia de conocimiento. Además, a través del análisis comparativo derivado de dicha codificación se pretende destacar (mediante diagramas, gráficas y figuras) el nivel, grado o posición de cada elemento dentro de la categoría/subcategoría analizada.

<sup>6</sup>En este sentido, varios autores (Strauss & Corbin, 1998) recomiendan usar diferentes técnicas para identificar y mostrar las relaciones entre las diferentes categorías con la finalidad de ayudar a visualizar dicho fenómeno.



Subcategorías	Categorías		Modelo de Gestión Tecnológica												
	Perfil de la organización	Sistema de Gestión	Actividades	Fuentes	Técnicas de gestión	Vinculación	Mecanismos	Estructuras	Motivaciones						
Cultura de la Organización															
Planeación															
Modelo de Innovación															
Recursos															
Producción científica															
Modos de Innovación															
Tipos de aprendizaje															
Gestión de las técnicas															
Enfoque metodológico															
Tipos de relaciones															
Formas de absorción / transferencia															
Grado de interacción															
Tipos de estructuras de apoyo															
Experiencia y conocimiento externo															
Leyes y normas															
Sistema Nacional de Investigadores															
Falta de recursos															
Percepción y visión															
Administración pública															
Nivel cultural															
Influencia a															
Influencia por															
Influencia mutua															

Cuadro 6.33: Las relaciones entre las subcategorías y las categorías.  
(Fuente: Elaboración propia)

6.2.2. Organización y gestión.

**Características organizacionales.**

Basado en el análisis comparativo realizado, y a través de la revisión de los diferentes aspectos organizacionales tanto a los centros de investigación como a las empresas, se puede observar el grado de madurez organizacional desarrollado a lo largo de toda su trayectoria. Tales aspectos apuntan a ser inicialmente parte de los factores determinantes en la gestión de los procesos de I+D e innovación y consecuentemente del desarrollo de la base de conocimiento de cada una de las organizaciones. De hecho, la heterogeneidad de todos los centros de investigación comparados es mostrada por los diversos aspectos analizados (Fig. 6.16).

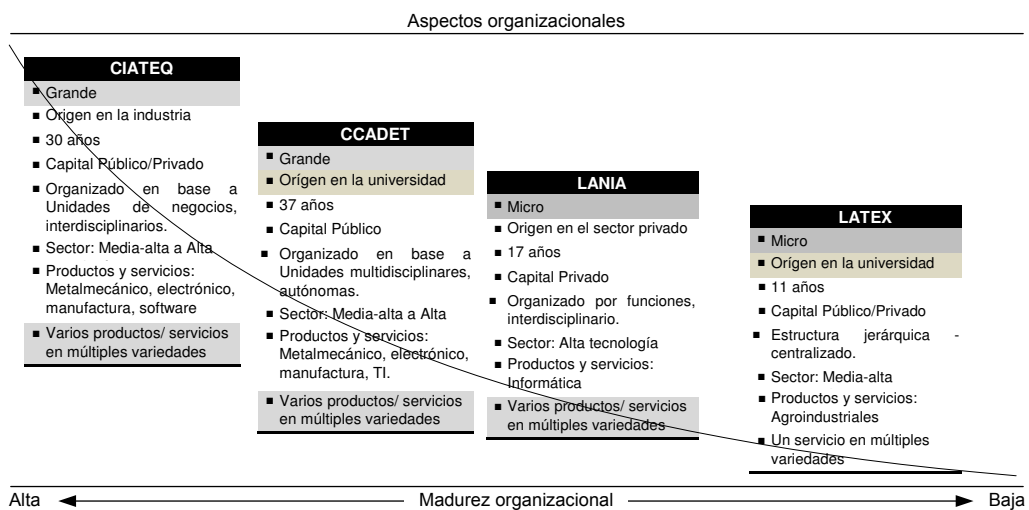


Figura 6.16: Organización de los centros de investigación (Fuente: Elaboración propia)

Esto es así porque, si bien se observa que todos los centros de investigación se encuentran ubicados dentro de los sectores tecnológicos denominados de media-alta y alta tecnología, el resto de los factores tales como el origen, la antigüedad, la forma en que están organizados y los tipos de productos y servicios que ofrecen difieren entre si.

Para el caso de las empresas (Figura 6.17), dichos aspectos (organizacionales) contribuyen de una manera igualmente importante a la heterogeneidad y la madurez de las mismas. No obstante, en la Figura 6.17 también se observa que debido a la naturaleza de dichas organizaciones, estos factores difieren de aquellos que influyen en los centros de investigación.

En general, se destaca que el origen y el sector industrial al que pertenecen los centros de investigación juegan un papel fundamental en la configuración de los mismos. El origen (traducido en necesidad de un grupo industrial o institución) y el sector industrial, tienen una influencia importante en el desarrollo de la amplia gama de productos y servicios ofrecidos por dichos centros de investigación.



Figura 6.17: Organización de las empresas.  
(Fuente: Elaboración propia)

En particular, el sector industrial hacia el cual los centros deciden enfocar sus esfuerzos científicos y tecnológicos determina en gran medida el nivel tecnológico de los servicios demandados y en consecuencia el tipo de recursos (humanos, materiales y económicos) científicos y tecnológicos dedicados a dichos servicios. En este aspecto, resalta el caso de LATEX con respecto al resto de los centros de investigación analizados, pues si bien desarrolla actividades propias de un sector de media-alta tecnología (química), el sector industrial (agroindustria) al que dedica dichos esfuerzos es considerado un sector de baja tecnología y en general poco proclive a invertir en actividades de I+D e innovación.

Por lo tanto, se deduce que tan importante es el nivel tecnológico de los sectores dentro del cual desarrollan sus actividades científicas y tecnológicas los centros de investigación, como el nivel tecnológico de los sectores a los cuales decide dedicar dichos esfuerzos científicos y tecnológicos (Fig. 6.18).

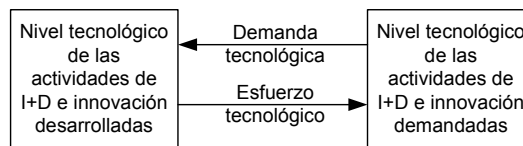


Figura 6.18: Relación esfuerzo-demanda tecnológica.  
(Fuente: Elaboración propia)

De hecho, la intensidad de la inversión en I+D que realizan las empresas viene en gran parte determinada por el sector industrial al que pertenece. Desde el punto de vista de Cohen y Levin (1989), las diferencias entre sectores industriales pueden ser explicadas a través de

tres factores: a) la demanda, b) la oportunidad tecnológica y c) las condiciones de apropiabilidad en el sector. Esto, permite al mismo tiempo, establecer la amplitud y la intensidad de las relaciones entre los centros de investigación y las empresas.

Para las empresas, los factores tales como el origen y el nivel tecnológico de la región juegan un papel igualmente fundamental en la configuración de las mismas. No obstante, a diferencia de los centros de investigación, el origen no se encuentra determinado tanto por un grupo industrial o institución, sino por la demanda o las necesidades del mercado. Por otra parte, el nivel tecnológico de la región geográfica sobre la cual se encuentran ubicadas ha resultado ser un factor clave, al favorecer la creación de un ambiente innovador y propicio para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas de las mismas.

Asimismo, la antigüedad (traducida en experiencia) permite configurar el orden de todas las organizaciones analizadas (centros de investigación y empresas), al evolucionar de las típicas estructuras jerárquicas hacia estructuras más avanzadas de organización. Esto ha permitido ampliar la visión de las mismas hacia otras formas de trabajo y el uso de herramientas y técnicas más sofisticadas como medio de operación de sus procesos de I+D e innovación. Ryhammar y Smith (1999) en sus estudios encuentran una asociación directa entre el funcionamiento innovador de las organizaciones y lo que denominan la "apertura/diversidad" como un factor determinante en los procesos de cooperación externa, voluntad para adoptar nuevas técnicas o modelos, cooperación interna, el número de actividades realizadas, o productos desarrollados.

En este sentido, se puede afirmar que cada uno de estos factores han contribuido (junto con sus creencias y prácticas diarias) a través del tiempo a configurar una cultura particular para cada centro de investigación o empresa<sup>7</sup>. Al mismo tiempo, esta última ha tenido una importante influencia sobre el resto de los procesos científicos y tecnológicos llevados a cabo dentro de dichas organizaciones. Más aún, como se ha podido verificar, la cultura interactúa (al influir y ser influenciada) constantemente con el resto de los procesos de las organizaciones analizadas.

Por otra parte, si bien todos los centros de investigación cuentan con una estructura formal de organización (tal como un organigrama), en particular, CIATEQ destaca por haber evolucionado de una estructura jerárquica tradicional hacia una estructura basada en unidades de negocios como parte de su estrategia, cruzando y superando la rigidez de los organigramas funcionales. El CCADET por su parte (y debido a su origen) se encuentra ordenado en unidades multidisciplinarias. A diferencia de CIATEQ, estas unidades autónomas cuentan con la capacidad de proponer y resolver soluciones en múltiples ámbitos de la ciencia, pudiendo llegar a proponer una misma solución dos o más unidades de diferentes maneras.

Dicha situación se presenta como una ventaja y al mismo tiempo una debilidad para el mismo centro. Por ejemplo, en el caso de las propuestas hacia organizaciones solicitantes de servicios de I+D e innovación, se cuenta con personal altamente calificado en la solución de

---

<sup>7</sup>La cultura organizativa suele compararse con la personalidad del individuo, en el sentido de que las organizaciones disponen de sus propios sistemas o patrones de valores, creencias, símbolos, rituales, mitos y prácticas que han evolucionado a lo largo del tiempo y determinan el modo en que se hacen las cosas dentro de la organización

problemas bajo diferentes enfoques (alentando al mismo tiempo la competitividad entre las unidades). El hecho de que tales unidades se dediquen a la solución en un mismo problema, además de fomentar la individualidad, representan una importante inversión de tiempo y recursos a tareas no prioritarias. Aún así, en general ambos se destacan por trabajar bajo un enfoque descentralizado, orientado hacia el autocontrol.

LANIA si bien puede ser considerado un centro de investigación pequeño y de reciente creación (en comparación a los dos anteriores), se encuentra organizado bajo una estructura funcional y un esquema proyectual de trabajo enfocado hacia el logro de sus tres pilares básicos (I+D e innovación, transferencia de conocimiento y formación y actualización de recursos humanos) desde donde son consideradas todas las funciones y actividades que debería cubrir un centro de investigación de dichas características. Por su parte, LATEX se encuentra organizado bajo una estructura tradicional-jerárquica desde donde son tomadas todas las decisiones.

Del análisis de las empresas se destaca que, en general, éstas han evolucionado de una manera similar a los centros de investigación. Es decir, han evolucionado de las típicas estructuras jerárquicas hacia estructuras más evolucionadas de operación. En general, se observa que la mayoría de las empresas (exceptuando laboratorios Streger) se encuentran organizadas en base a unidades estratégicas de negocios, adoptando un enfoque de proyectos durante el desarrollo de sus productos. No obstante, en particular Laboratorios Silanes y MABE destacan por adoptar un enfoque de trabajo más descentralizado tendiente a fomentar un ambiente creativo e innovador dentro de las mismas empresas. De hecho, ambas empresas se distinguen por contar con centros de investigación propios dentro de los cuales se desarrollan la mayoría de sus productos y procesos.

SyCSA (del Grupo Industrial Tellería), destaca por encontrarse actualmente en una etapa de transición, evolucionando de una estructura centralizada hacia una estructura más descentralizada en su toma de decisiones. De hecho, como parte de las iniciativas por fomentar las actividades creativas e innovadoras de la organización, actualmente se encuentra en fase de creación un centro de desarrollo tecnológico propio, a través del cual serán llevadas a cabo todas las iniciativas científicas y tecnológicas de la organización. Streger por su parte, mantiene actualmente una estructura jerárquica a través de la cual son tomadas todas las decisiones.

De esta manera se enfatiza que tales estructuras tienen importantes repercusiones (positivas y negativas), tanto en la gestión de sus actividades científicas y tecnológicas, como en los resultados obtenidos derivados de dichas actividades para todas las organizaciones. De hecho, la flexibilidad de dichas estructuras ha resultado un factor decisivo en la creación de un ambiente favorable que permita el desarrollo de los procesos creativos de dichas organizaciones. Más aún, para la mayoría de las organizaciones analizadas estas estructuras se han convertido en elementos de soporte en la creación de las estrategias derivadas de la planeación (estratégica y tecnológica) de los mismos centros. No obstante, las organizaciones deben aprender a moverse entre la flexibilidad de las estructuras que permiten el desarrollo de los procesos creativos y, por lo tanto, la creación de conocimiento, y la rigidez de las mismas, al facilitar la gestión del conocimiento generado mediante su formalización y estandarización.

Desde el punto de vista de la gestión y la transferencia del conocimiento, la madurez organizacional y la cultura de dichas organizaciones (centros de investigación y empresas) tienen una importante influencia sobre los procesos de creación y adquisición de conocimiento científico-tecnológico. En la medida en que dichos procesos se encuentren alineados al resto de los procesos de la organización mejor será el grado de efectividad de la organización en su conjunto. De esta manera, tanto los centros de investigación como las empresas construyen las bases que permitirán desarrollar sus principales actividades (I+D, innovación, docencia, formación continua, vinculación, etc.), facilitando u obstaculizando además el acceso y el uso adecuado a los recursos de conocimiento y tecnologías disponibles.

### Sistema de Gestión.

Otro aspecto que es un factor determinante en la gestión de los procesos de I+D e innovación tanto de los centros de investigación como de las empresas, y al mismo tiempo coadyuva de manera importante al desarrollo de la cultura y la madurez tecnológica en los mismos, es el referente al sistema de gestión utilizado. De este modo, se destaca que la gestión de dichas organizaciones analizadas (centros de investigación y empresas) es llevada a cabo a través de 3 herramientas fundamentales, las cuales norman, alinean y guían el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas de los mismos: a) el plan estratégico, b) el plan tecnológico y c) el sistema de gestión de calidad o las políticas y los procedimientos; aunque no todas hacen uso y aplican las mismas en el mismo grado. Dentro del análisis realizado, resalta de una manera importante el uso de tales sistemas como elementos estratégicos en la dirección y gestión de dichas organizaciones, al facilitar la orientación de sus esfuerzos científicos y tecnológicos dentro de un proceso sistémico de planeación estratégica y planeación tecnológica.

Para el caso de los centros de investigación (Cuadro 6.34), si bien el hecho de haber sido creados a partir de estructuras institucionales (tales como las universidades o la administración pública), o estructuras privadas (como las industrias) es un factor importante en el desempeño y la orientación de sus actividades científica y tecnológicas. En el aspecto de la planeación y su gestión (de dichas actividades), la antigüedad y el origen también juegan un papel determinante. En general, se observa que dentro de los centros de investigación el desarrollo y la aplicación de estos sistemas ha partido fundamentalmente de la experiencia en sus actividades principales y las necesidades de las organizaciones a las cuales atienden.

CIATEQ	CCADET	LANIA	LATEX
Plan Estratégico			
Plan Tecnológico			
■ Certificación ISO9000		Sistema de políticas, métodos y procedimientos	

Cuadro 6.34: Gestión de los centros de investigación  
(Fuente: Elaboración propia)

Las ventajas derivadas del uso de dichas herramientas además de permitir a los centros conocer el desempeño de sus productos y servicio y entender el entorno actual dentro del cual desempeñan sus actividades, facilita la exploración de nuevas áreas de conocimiento, el

análisis de sus oportunidades de desarrollo y la evaluación de la factibilidad financiera en la inversión de los mismos en el largo plazo.

Predomina el hecho de que la madurez e institucionalización de los mismos sistemas se encuentran ligados a la evolución y crecimiento de las actividades científicas y tecnológicas, y la capacidad de adaptación a las necesidades del entorno (universitario, público, o industrial) de los mismos centros. De tal manera, se deduce que en la definición de dichos sistemas se encuentra ligado el grado de madurez de centro de investigación y la experiencia obtenida durante su ciclo de vida.

La planeación tecnológica de los centros de investigación es un proceso fundamental dentro del mismo proceso de planeación estratégica. Es aquí, en donde a través de la participación de todas las áreas de los centros, se evalúan los resultados derivados de su gestión anterior y se identifican o reorientan aquellas actividades fundamentales, sobre las cuales se desarrollarán nuevas áreas de oportunidad y desarrollo (estratégicas y tecnológicas). Además, facilita el balance de las actividades científicas y tecnológicas entre el corto y el largo plazo.

No obstante, a partir del análisis realizado a todos los centros de investigación, dentro de este proceso de planeación tecnológica se observan algunas diferencias importantes con respecto a la forma de realizar dicha planeación tecnológica. Esto es así porque todos los centros de investigación cuentan con la capacidad de atender a una comunidad homogénea (organizaciones o individuos solicitantes de servicios de I+D e innovación, docencia, formación, etc.) dentro del ámbito en el cual se desarrollan. El origen (universitario o industrial, público o privado) y la orientación de las actividades de los centros de investigación (investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológicos, innovación, docencia, formación continua, etc.) condiciona en gran medida el grado y la intensidad de su participación en dichas actividades científicas y tecnológicas (Fig. 6.19).

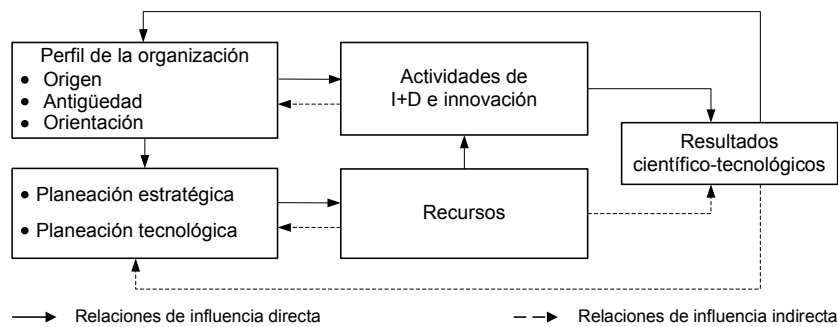


Figura 6.19: Planeación estratégica y tecnológica de los centros de investigación  
(Fuente: Elaboración propia)

Tales aspectos (origen y orientación de actividades) tienen un importante efecto sobre el proceso de creación del plan tecnológico de los centros de investigación y consecuentemente sobre los recursos utilizados en la gestión de dichas actividades científicas y tecnológicas. Más aún, si bien se destaca que todos los centros de investigación analizados realizan actividades de planeación estratégica y la mayoría de estos planeación tecnológica, la forma en que dicha

planeación es realizada tiene importantes consecuencias sobre la generación de conocimiento y consecuentemente sobre la producción científica y tecnológica. No obstante, para el caso de aquellos centros de investigación que no cuentan con un plan tecnológico es posible observar una desventaja con respecto a la gestión de los recursos científicos y tecnológicos, mostrados a través de los mismos resultados científicos y tecnológicos.

Las empresas por su parte (Cuadro 6.35), si bien han evolucionado de una manera similar a los centros de investigación (es decir, desde el uso básico de los métodos y procedimientos, hasta la gestión actual basada en una cuidadosa planeación estratégica), a diferencia de los centros de investigación, la aplicación de dichas herramientas ha surgido más como una necesidad de responder a diversos factores tales como: las cambiantes condiciones del mercado, la competencia, los resultados anuales, la exploración de nuevos mercados, entre otros. Aún así, es de destacar que la experiencia en sus actividades principales sigue siendo un factor determinante.

SILANES-BIOCLÓN	MABE	TELLERIA	STREGER
Plan Estratégico			
Plan Tecnológico			
Certificación ISO9000			■ Sistema de políticas, métodos y procedimientos

Cuadro 6.35: Gestión de las empresas  
(Fuente: Elaboración propia)

De hecho, para la mayoría de las empresas las ventajas competitivas obtenidas han sido el resultado de los esfuerzos articulados bajo el esquema de los planes estratégicos. Si bien dadas las características cambiantes de los mercados actuales hacen que el desarrollo de nuevos productos se vuelva un factor esencial, dichas ventajas no se restringen solamente al desarrollo y colocación de nuevos productos en el mercado. La planeación estratégica permite a las empresas analizadas gestionar de una mejor manera los recursos disponibles (tangibles e intangibles) a través de un proceso de planeación tecnológica.

Como se observa, de las cuatro empresas analizadas, Laboratorios Silanes y MABE cuentan con una amplia experiencia en los procesos de planeación tecnológica sobre la base de una cultura innovadora. SyCSA se encuentra en plena evolución, dirigiendo parte de su esfuerzo a la identificación de los beneficios que aportan las áreas de I+D para la adquisición de conocimiento, el desarrollo y la innovación tecnológica. No obstante, actualmente el desarrollo tecnológico y la innovación son consideradas dentro de las directrices del plan estratégico. Streger por su parte, más que contar con un plan tecnológico cuenta con un plan de desarrollo.

Al igual que en los centros de investigación, lo anterior tiene importantes consecuencias sobre la forma en que son gestionados los recursos tecnológicos de las empresas y consecuentemente sobre los resultados obtenidos. Si bien se considera la gestión y optimización en el uso de los mismos, el hecho de no contar con un plan tecnológico hace que estos (recursos tecnológicos) sean considerados como una parte más de los activos de la empresa, que como recursos estratégicos en la generación de conocimiento y el desarrollo tecnológico. De hecho, el objetivo de la planeación tecnológica es generar una cartera de proyectos orientados tanto



a satisfacer las expectativas de usuarios de diversos ámbitos (clientes, regulaciones gubernamentales, etc.), así como fortalecer las capacidades de las empresas en el logro de los objetivos propuestos dentro del plan estratégico. Con ello, se logra al mismo tiempo evolucionar y mantenerse a la vanguardia tecnológica.

A diferencia de los centros de investigación, la planeación tecnológica no se encuentra determinada tanto por la orientación de las actividades científicas y tecnológicas, sino por las necesidades del mercado y la competencia (Figura 6.20). En este sentido, el desarrollo del plan tecnológico de las empresas más experimentadas se encuentra soportado por el proceso de vigilancia tecnológica. De esta manera, dichas organizaciones realizan análisis permanentes tanto del comportamiento y las posición de sus productos en el mercado, como del entorno competitivo en el que se encuentran. Más aún, los mecanismos más sofisticados pueden ir desde el seguimiento de productos en proyectos específicos (apuntando al desarrollo o la mejora de un nuevo producto) hasta la utilización de sistemas externos de inteligencia tecnológica.

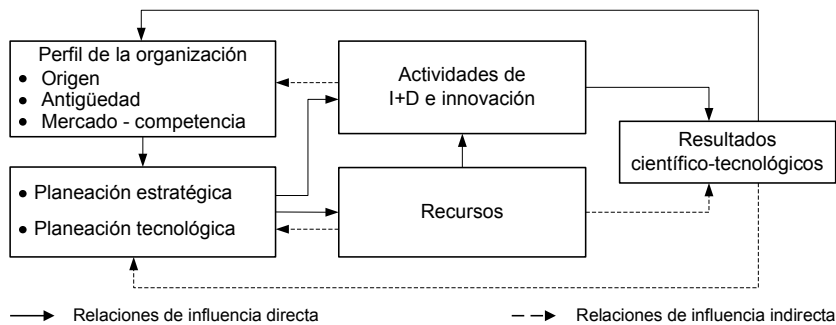


Figura 6.20: Planeación estratégica y tecnológica de las empresas  
(Fuente: Elaboración propia)

De hecho, la información resultante (en forma de acciones estratégicas y tecnológicas concretas) de dichas actividades de planeación determinan en gran medida:

- El enfoque metodológico a aplicar con respecto a las situaciones y los problemas que se van presentando durante la gestión de las actividades científicas y tecnológicas (denominado "modelo de gestión tecnológica"),
- El tipo y grado de complejidad de las herramientas y técnicas a utilizar con respecto a los diversos escenarios que se van presentando durante la gestión de las organizaciones anteriormente analizadas.

Los efectos del proceso de planeación van más allá de la gestión y el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas. En el ámbito de la cooperación y la TC, la forma en cómo se relacionan y el alcance de tales actividades con otras y entre el mismo tipo de organizaciones, se ven condicionadas por la manera en que se realiza el proceso de planeación estratégica y planeación tecnológica. De esta manera, dichas organizaciones configuran así el marco a través del cual se tomarán el resto de las decisiones.

Aún así, desde el punto de vista del conocimiento ambas organizaciones (centros de investigación y empresas) deben tener claros los resultados esperados derivados de dichas estrategias. Mientras las actividades de la investigación básica por lo general se encuentran orientadas hacia un objetivo puntual (la creación de un tipo de conocimiento específico), las actividades de la investigación aplicada apuntan a una amplia gama de objetivos estratégicos (el uso del conocimiento generado en la investigación básica apuntando a la obtención de un conocimiento más práctico, por lo general orientado en la mayoría de los casos en provecho de la sociedad). Finalmente, el objetivo fundamental de dicha planeación (estratégica y tecnológica) es la adquisición de conocimiento (a través de la generación o la importación) para su posterior aplicación. Esto caracteriza a la creación y a la transferencia del conocimiento como dos elementos críticos para dicha adquisición, los cuales suelen ser utilizados de manera conjunta.

Otros recursos no menos importantes, pero que en general se configuran como de soporte, son aquellos que hacen referencia al uso de sistemas de gestión de calidad (ISO9000), manuales de políticas y procedimientos, o sistemas de certificación específicos. Tales esquemas sirven de apoyo y se pueden considerar como los primeros pasos hacia la definición de esquemas estandarizados dirigidos a la mejora de procesos y el uso más efectivo de los recursos científicos y tecnológicos.

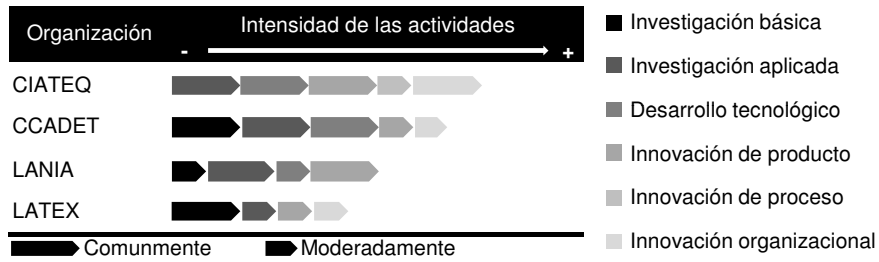
### 6.2.3. Investigación, Desarrollo e Innovación.

#### **Actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).**

Si bien hoy en día es ampliamente reconocido que las actividades de I+D e innovación son un factor clave en el éxito de dichas organizaciones (centros de investigación y empresas), la forma y el grado en que son desarrolladas este tipo de actividades difiere ampliamente entre ambas e inclusive entre organizaciones del mismo tipo. Esto se debe en gran medida tanto a la heterogeneidad existente entre dichas organizaciones como a las estrategias que utilizan las mismas para llevar a cabo sus actividades innovadoras. Por otra parte, aunque es de destacar la inexistencia de un modelo de innovación único, diversos autores plantean el establecimiento de determinadas pautas comunes o patrones aplicables a entidades con características semejantes, que permitan cierta generalización (Pavitt, 1984; Dosi & Marengo, 1994). No obstante, dichas pautas o patrones (innovadores) van más allá de las actividades científicas y tecnológicas, al abarcar actividades tales la vigilancia tecnológica, la planeación estratégica y tecnológica, las estructuras organizacionales, etc.

Como se aprecia en el cuadro 6.36, todos los centros de investigación analizados realizan y proporcionan diversos servicios de I+D e innovación; más aún, todos lo hacen en diferentes grados de aplicación. Esto se debe a que en gran medida, tales actividades vienen determinadas tanto por el perfil de los centros de investigación como por el sistema de gestión utilizado por los mismos.

De hecho, se puede afirmar que el número y el grado de desarrollo de tales actividades refleja en gran medida la madurez organizacional desarrollada por los centros de investigación a lo largo de su ciclo de vida.



Cuadro 6.36: Intensidad de las actividades de I+D e innovación desarrolladas por los C.I. (Fuente: Elaboración propia)

Lo anterior se encuentra soportado por Foray (1992) al afirmar que: a) en todo momento, la elección entre distintas alternativas tecnológicas que desempeñan la misma función está influida por las elecciones realizadas anteriormente, b) los pequeños acontecimientos históricos ocurridos al comienzo del proceso y el contenido de las primeras elecciones juegan un papel esencial en la evolución futura, y c) las elecciones anteriores determinan, no ya la próxima elección, sino la posibilidad de que sea escogida cada alternativa.

No obstante, dichos aspectos no son los únicos que tienen una influencia importante sobre qué y en qué grado desarrollar las actividades científicas y tecnológicas de las organizaciones. Tales aspectos vienen a ser complementados por la aplicación del enfoque de la innovación al momento de realizar dichas actividades por los mismos centros. El enfoque elegido (consciente o inconscientemente) tiene una notable repercusión sobre la forma, la infraestructura y los recursos (económicos, materiales y humanos) que son dedicados a dichas actividades por los centros.

En este sentido, algunos centros desarrollan sus actividades científicas y tecnológicas bajo un enfoque soportado en el modelo lineal de la innovación (Bush, 1945; y Schmockler, 1966) (tanto en el enfoque push como en el enfoque pull) y otros lo hacen más bajo un enfoque interactivo (Kline y Rosenberg, 1986) (los denominados modelos de 1a., 2a. y 3a. generación). Aunque, en general se observa que la mayoría de los centros de investigación hacen uso de ambos modelos en diferentes grados de aplicación, el hecho de que actualmente algunos centros de investigación hagan uso del modelo interactivo de la innovación se debe en gran medida a la evolución de los mismos centros durante todo su proceso de desarrollo, más que a una decisión espontánea de cambio.

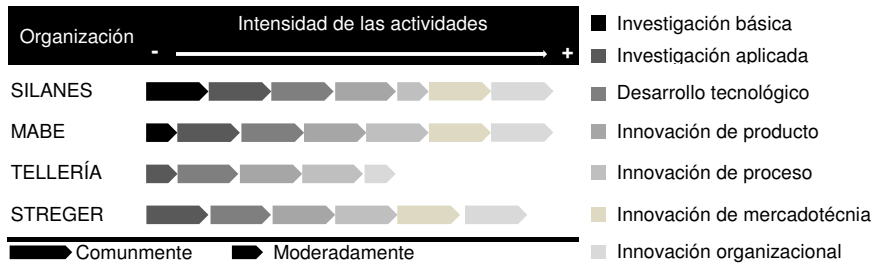
Para el caso de los centros de investigación, esto puede ser verificado al revisar tanto sus líneas de investigación o campos prioritarios de conocimiento, como los productos y servicios que ofrecen y el tipo de recursos (humanos, materiales, instrumentos y equipos, edificios, etc.) que dedican los centros de investigación analizados (Cuadro 6.37). Lo que además evidencia la relación existente entre la variedad y la intensidad de actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por los centros de investigación, las líneas de investigación conformadas y los servicios ofrecidos por los mismos.

CIATEQ	CCADET	LANIA	LATEX
Enfoque de innovación			
3a. Generación	1a. y 2a. Generación	2a. y 3a. Generación	1a. y 2a. Generación
Actividades			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayormente orientada hacia el desarrollo tecnológica, investigación aplicada y la innovación de producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mayormente orientado hacia la investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combina la investigación aplicada con la innovación de producto de manera intensa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza investigación básica primordialmente.</li> </ul>
Líneas y/o áreas de investigación, campos prioritarios de conocimiento			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquinas y proceso para manufactura, medición e instrumentación, sistemas de monitoreo y control, equipos de proceso, transformación de plásticos, energías alternativas, y medición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instrumentación, micro y nanotecnologías, tecnologías de la información, educación en CyT.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redes y sistemas distribuidos, IA y sistemas multiagentes, y algoritmos bioinspirados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diagnóstico fitosanitario, seguridad alimentaria y calidad.</li> </ul>
Recursos y resultados			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel académico del personal: licenciatura 67%, maestría 25%, doctorado 8%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel académico del personal: 37 con doctorado y más de 50 con maestría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel académico del personal: 4 con doctorado, 11 con maestría y 3 con licenciatura o ingeniería.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel académico del personal: 2 con doctorado, 3 con maestría, 2 con licenciatura y 1 técnico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción Científica durante el periodo 2000 - 2006: 142 publicaciones, 2 patentes, y 6 programas de cómputo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción Científica durante el periodo 2004 - 2007: 312 publicaciones, 65 capítulos de libros, y 15 programas de cómputo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción Científica durante el periodo 2004 - 2007: 53 publicaciones, 8 capítulos en libros, y 9 prototipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción Científica al 2005: 12 publicaciones, 2 capítulos en libros y 1 libro.</li> </ul>

Cuadro 6.37: Modelo de innovación y las actividades de I+D e innovación en los C.I.  
(Fuente: Elaboración propia)

Por su parte, las empresas, al igual que los centros de investigación, realizan diversas actividades científicas e innovadoras en diferentes grados que incluyen: a) las actividades referentes a la investigación básica son desarrolladas en un grado limitado, b) las actividades referentes a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico son desarrolladas en una magnitud similar, c) la variedad de dichas actividades es más amplia que en el caso de los centros de investigación (incluyendo las actividades de innovación de mercadotecnia) y d) la magnitud de las actividades referentes a la innovación de procesos e innovación organizacional es más intensa en el caso de las empresas (Cuadro 6.38).

Con respecto al enfoque innovador, a diferencia de los centros de investigación, las actividades científicas y tecnológicas de las empresas no se encuentran sustentadas por los enfoques tradicionales de la innovación (como el modelo lineal o el modelo interactivo) (Cuadro 6.39). Las empresas se encuentran soportadas más bien por modelos del proceso innovador más evolucionados tales como el modelo "concomitante" de la innovación (K.J. Schmidt-Tiedeman, 1982) o el modelo de innovación de Roberts (1991) (los denominados modelos de 4a. generación). Los modelos se destacan por incluir dentro de sus etapas o procesos otros subsistemas o variables tales como la planeación estratégica, planeación de productos, manufactura, marketing y gestión de proyectos, entre otros.



Cuadro 6.38: Intensidad de las actividades de I+D e innovación desarrolladas por las empresas (Fuente: Elaboración propia)

No obstante, se aprecia que aquellas empresas con una madurez organizacional y sistemas de gestión menos desarrollados hacen un uso común de enfoques innovadores más tradicionales; por el contrario, como se observa en el cuadro 6.36, en aquellos centros de investigación más desarrollados se percibe una tendencia hacia el uso de enfoques del modelo innovador más evolucionados tales como los mencionados anteriormente.

Desde el punto de vista del conocimiento, la realización de las diversas actividades de I+D e innovación por parte de dichas organizaciones (los centros de investigación y las empresas) y la intensidad con la que lo hacen, se refleja no solo en los resultados sino también en la construcción de las capacidades científicas y tecnológicas de las mismas. Esto es así, porque a diferencia de la investigación básica, la cual persigue la construcción de un conocimiento más radical, la investigación aplicada (y sus subsecuentes procesos como el DT y la innovación) persigue la aplicación de dicho conocimiento resultante en la construcción de un conocimiento más incremental.

Aún así, la construcción de dichas capacidades no se limita solamente a las actividades internas de I+D e innovación, puesto que dichos conocimientos pueden ser adquiridos de otras formas. No obstante, el hecho de que las organizaciones analizadas desarrollen diversas actividades de I+D e innovación en diferentes grados habla de la amplia (o la limitada) variedad de recursos para adquirir los mismos conocimientos, facilitando además sus procesos de adquisición. Lo anterior confirma las relaciones existentes entre el enfoque de la innovación utilizado y las actividades de I+D e innovación desarrolladas por tales organizaciones.

Finalmente, el alcance y las relaciones de la aplicación de dicho enfoque va más allá de la forma en que son desarrolladas las actividades científicas y tecnológicas. Para la mayoría de los centros de investigación analizados: a) el enfoque de innovación utilizado tiene una importante influencia sobre el modelo de gestión tecnológica desarrollado, y b) dicho enfoque condiciona fuertemente las fuentes a las que se recurre cuando se realizan dichas actividades y el tipo de relaciones que se establecen al momento de realizar las mismas actividades.

SILANES-BIOCLÓN	MABE	TELLERIA	STREGER
<b>Enfoque de innovación</b>			
4a. Generación	4a. Generación	3a. Generación	2a. Generación
<b>Actividades de I+D e innovación</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mayormente desarrollo tecnológico e Innovación de productos y de procesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investigación Básica, investigación aplicada, desarrollo Tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.</li> </ul>
<b>Sector industrial</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Farmacéutico, biotecnológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eléctrico, electrónico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Metalmecánico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Farmacéutico</li> </ul>
<b>Gastos en I+D e innovación*</b>			
■ 23%**	■ 1%	■ 2%	■ 40%***
<b>Recursos y resultados</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nivel académico del personal: 5 doctorado, 2 maestría, 1 licenciatura, 1 técnico. 4 ASESORES externos.</li> <li>■ Producción Científica a/ 2005: 20 publicaciones, 2 patentes y 2 marcas registradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nivel académico del personal: 425 (40% ingenieros con grado de maestría y doctorado).</li> <li>■ Producción Científica: 4 patentes anuales en promedio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nivel académico del personal: 4 con licenciatura o ingeniería.</li> <li>■ Producción Científica: sus productos no cuentan con patentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nivel académico del personal: 7 con licenciatura y 4 con maestría.</li> <li>■ Producción Científica: una patente en trámite.</li> </ul>
* Como porcentaje de las ventas, ** Incluye capacitación formal e informal, *** Incluye infraestructura y equipos			

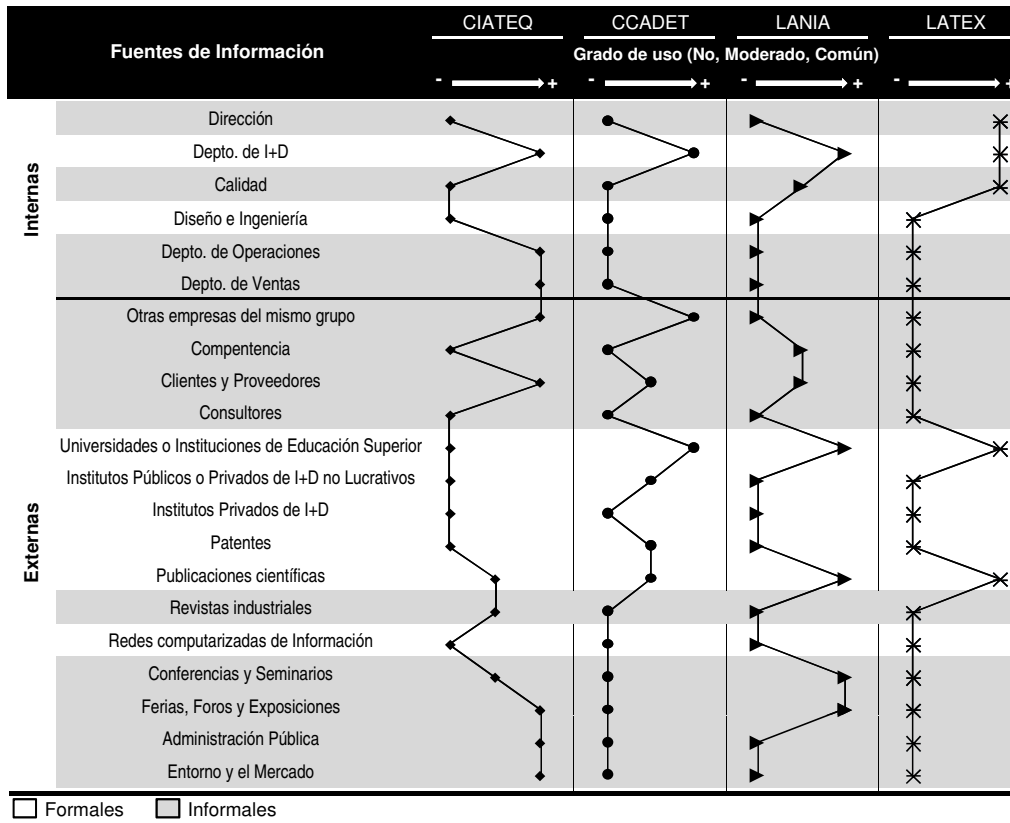
Cuadro 6.39: Modelo de innovación y las actividades de I+D e innovación en las empresas  
(Fuente: Elaboración propia)

### Fuentes de información para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

Tradicionalmente, la obtención de la información para la gestión de las actividades de I+D e innovación ha sido visualizada como el acceso a las fuentes bibliográficas. No obstante, existen otros tipos de fuentes de información (interna y externa) de gran relevancia para la toma de decisiones entre las que se encuentran: a) internamente (además del área de I+D), ingeniería, calidad, producción, ventas; y b) externamente (además de las publicaciones científicas y las patentes), otras empresas del mismo grupo, la competencias, los clientes y los proveedores, universidades e institutos de I+D públicos y privados, el ambiente socioeconómico, la administración pública, etc.

Para el caso de los centros de investigación se advierte que para la mayoría de estos, internamente sus principales fuentes de información suelen ser los mismos departamentos de I+D (Cuadro 6.40). Es de destacar el caso de CIATEQ, donde además de recurrir a dichos departamentos de I+D, recurre a otros departamentos tales como operaciones y ventas. Externamente, la gran variedad y heterogeneidad de fuentes a las que recurren todos los centros enfatiza en gran medida los perfiles mostrados anteriormente por los mismos, y confirma los patrones seguidos para la realización de sus actividades científicas y tecnológicas. Más aún, si se analiza en detalle la variedad de fuentes a las cuales recurren algunos de dichos centros, se observa que en gran medida éstas (fuentes) reflejan también el tipo de conocimiento al

cual recurren en el momento de innovar (STI-mode, DUI-mode<sup>8</sup>) y consecuentemente el tipo de investigación o innovación que realizan.



Cuadro 6.40: Fuentes de información para la gestión de la I+D e innovación en los C.I. (Fuente: Elaboración propia)

Una característica que determina el tipo de fuente a la cual recurren los centros de investigación analizados es el origen de los mismos y el entorno en el que se encuentran. De esta manera, se aprecia para que aquellos centros cuyo punto de origen fue la misma universidad así como el entorno de los centros de I+D universitarios, sus fuentes son en gran medida basadas en la ciencia (STI-mode) (departamentos de I+D, otros centros de la misma universidad, publicaciones, etc.). Mientras que aquellos centros de investigación cuyo punto

<sup>8</sup>Jensen desarrolla una distinción entre estos dos modos de innovación (Jensen, B., Lorenz & Lundvall, 2004):

- **STI-Innovation mode (Science, Technology and Innovation)**. Este modo es desarrollado y utilizado en los procesos formales de I+D, especialmente por las grandes empresas.
- **DUI-Innovation mode (Doing, Using and Interacting)**. Este modo se refiere a las formas organizacionales de mejorar el aprendizaje por hacer, usar e interactuar.

de origen fue la industria, sus fuentes son en gran medida basadas en la innovación (DUI-mode) (departamento de operaciones, ventas/mercadotecnia, clientes y proveedores, revistas industriales, etc.). No obstante, todos los centros de investigación remarcan de manera importante a las actividades científicas y tecnológicas internas como las principales fuentes de información para la realización de sus actividades de I+D e innovación.

Más allá del origen de dichos centros, en ambas situaciones se hace evidente que, por lo general, se recurre en mayor o en menor grado a ambos tipos de fuentes. Tal situación coincide con el enfoque innovador seguido al momento de realizar sus actividades científicas y tecnológicas.

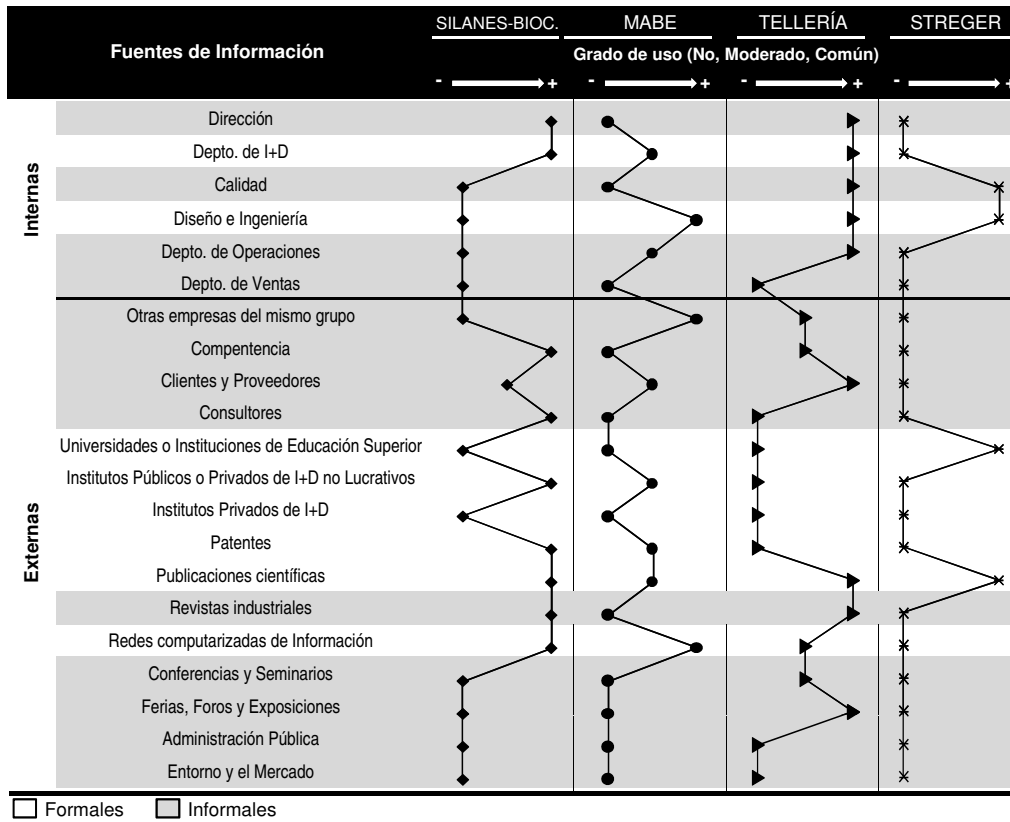
Para las empresas, las fuentes de información tienen como fin proporcionar información que genere innovaciones las cuales repercutan en el desarrollo de nuevos productos y procesos (Cuadro 6.41). Más aún, a nivel organizacional la innovación es sinónimo de aprendizaje tecnológico y se manifiesta a través de la creación y aplicación de nuevos conocimientos tecnológicos en las rutinas y actividades científicas y tecnológicas de las empresas. Sobre esta base, las empresas analizadas desarrollan sus productos y servicios y construyen sus capacidades recurriendo a diversas fuentes de información. En este sentido, también se destaca la gran variedad y heterogeneidad de fuentes a las que recurren todas las empresas analizadas. De hecho, para la mayoría de éstas, el proceso de búsqueda de información no es un proceso lineal no aislado, sino más bien es un proceso que se da a través de todo el proceso innovador recurriendo a diversas fuentes de manera interdisciplinaria. De igual manera, en el análisis realizado a las empresas se hacen patentes los perfiles obtenidos anteriormente, y se confirman los patrones innovadores aplicados a la realización de sus actividades científicas y tecnológicas.

A diferencia de los centros de investigación, la característica que determina el tipo de fuente a la cual recurren las empresas analizadas se encuentra principalmente en el sector tecnológico al cual pertenecen y el tipo de productos y servicios que proporcionan. De esta manera se aprecia que empresas como Silanes, MABE y Streger hacen un uso más constante de fuentes de información basadas en gran medida en la ciencia (STI-mode); mientras que empresas como GIT hacen un uso intermedio de tales fuentes (STI-mode y DUI mode). No obstante, en general todas las empresas (salvo Streger) hacen un uso en mayor o en menor grado de ambos tipos de fuentes. Tal situación enfatiza el enfoque innovador seguido durante la realización de sus actividades científicas y tecnológicas.

Es de destacar que aquellas organizaciones que mantienen un alto nivel organizacional (tales como CIATEQ, CCADET, Silanes-Bioclón y MABE) cuentan con departamentos internos de información (denominados de documentación, de información, de coordinación), a través de los cuales se apunta a gestionar tanto la actualización de todas las bases de datos y los documentos (tales como normas, patentes, tesis, revistas, libros técnicos) como la disponibilidad de la misma información al personal de las mismas organizaciones. Tales departamentos procuran la integración de la información a través de toda la organización.

Por otra parte, si bien se puede pensar que las tecnologías de la información (TI) deberían jugar un papel preponderante en la proporción de herramientas de búsqueda y recuperación de información científica para todas las organizaciones (centros de investigación y empresas), el análisis previo muestra que sólo un limitado número de organizaciones hacen uso





Cuadro 6.41: Fuentes de información para la gestión de la I+D e innovación en las empresas. (Fuente: Elaboración propia)

de estas herramientas de una manera más efectiva. Más aún, la experiencia y la antigüedad de las organizaciones juegan un papel más determinante que la misma tecnología en sí, tanto para para obtener información científica como para crear vínculos con otras organizaciones.

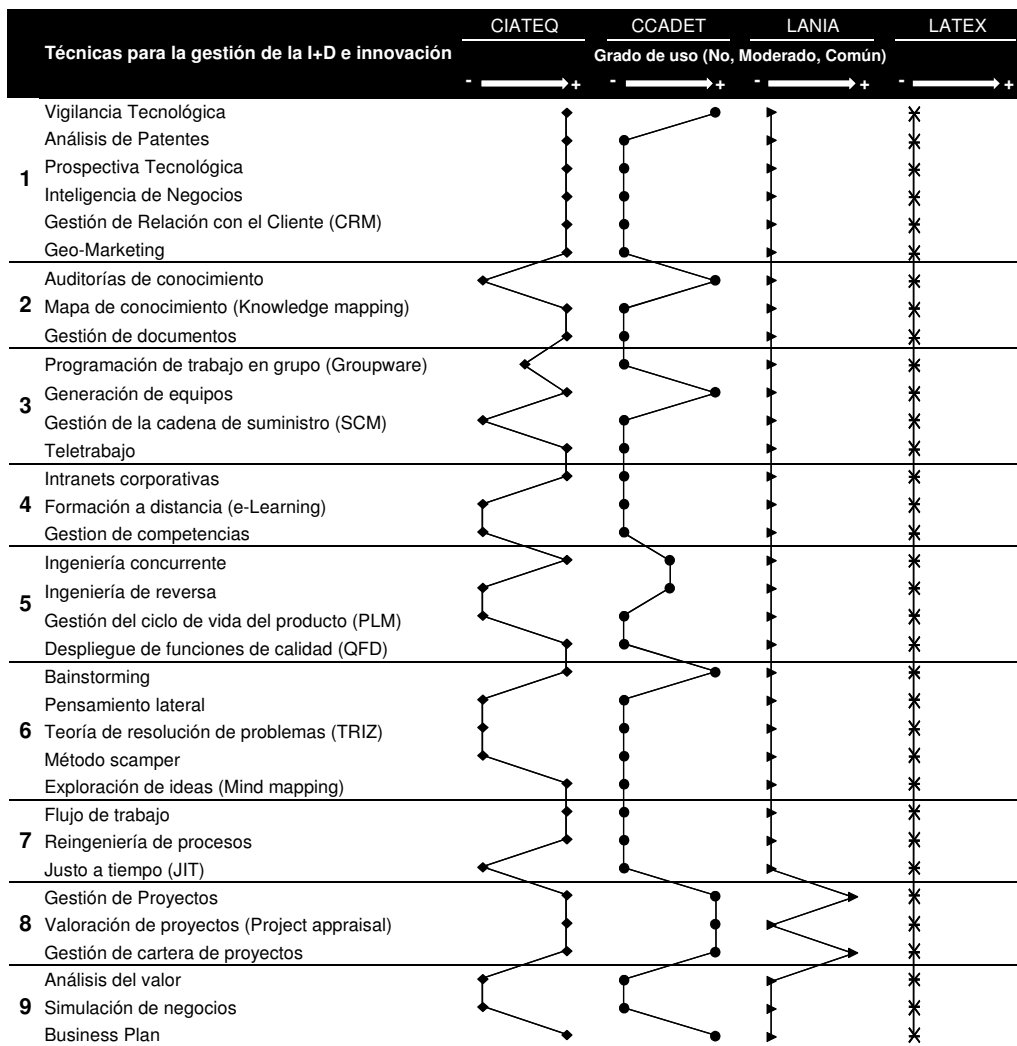
**Técnicas para la gestión de la I+D e innovación.**

A fin de coadyuvar al aprovechamiento de las diversas fuentes de información utilizadas, y como medio para mejorar la gestión del conocimiento, dinamizar la capacidad de absorción y la gestión de las actividades de I+D e innovación, las organizaciones analizadas (centros de investigación y empresas) han implementado diferentes herramientas y técnicas que les permiten gestionar el conocimiento a lo largo de todo el proceso de gestión de I+D e innovación. En este sentido, se habla de herramientas y técnicas clasificadas sobre la base de los principales objetivos que persiguen, la experiencia desarrollada en su gestión y el nivel de sofisticación de las mismas.

De esta manera, se analizan desde grupos de técnicas de inteligencia de mercado (las

cuales podría ser consideradas las primeras etapas del proceso de gestión de la I+D e innovación en su conjunto), hasta grupos de técnicas de gestión de proyectos y mejora de procesos (las cuales facilitan la implementación de las innovaciones desarrolladas resultantes de la gestión de las actividades científicas y tecnológicas).

Se destaca de manera importante la experiencia y la madurez de las organizaciones como factor clave en la aplicación de técnicas para gestionar las actividades de I+D e innovación en el caso de los centros de investigación (Cuadro 6.42).



1. Inteligencia de mercado, 2. Gestión del conocimiento, 3. Cooperación y redes, 4.- Gestión des recursos hunamos, 5. Gestión de interfaces, 6. Creatividad, 7. Mejora de procesos, 8. Gestión de proyectos, 9. Negocios

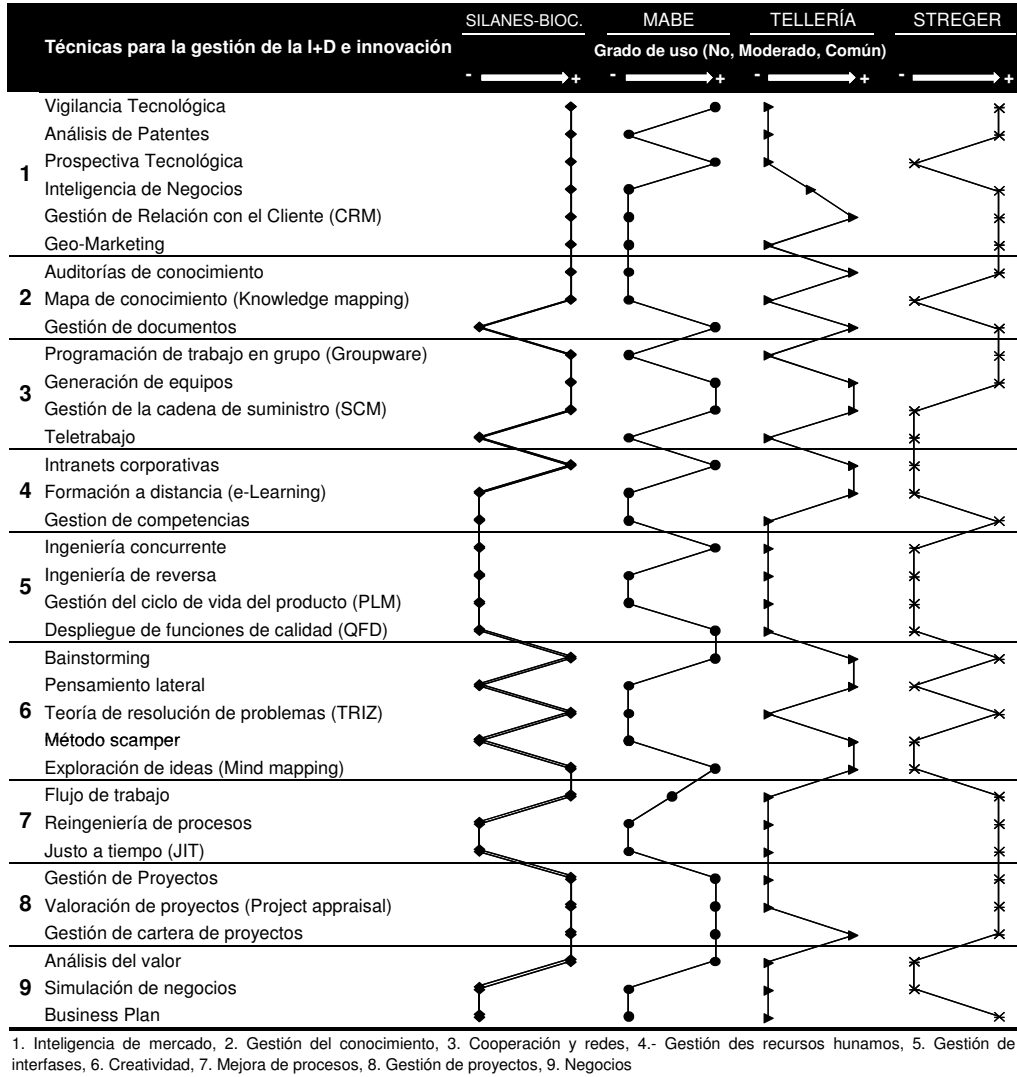
Cuadro 6.42: Análisis de las técnicas para la gestión de la I+D e innovación en los C.I. (Fuente: Elaboración propia)

No obstante, es importante hacer referencia al hecho de que en dos centros de investigación por ser organizaciones de tradición eminentemente universitaria, no son comúnmente utilizadas ciertas técnicas administrativas (tales como el CRM, o el SCM). Aún así, la utilización de dichas herramientas en todos los grupos suele limitarse mayormente (en menor grado CIATEQ) a la utilización de técnicas y herramientas más tradicionales (tales como la gestión de proyectos, generación de equipos, brainstorming, etc.), que a la utilización de herramientas y técnicas más innovadoras y sofisticadas (tales como el análisis de patentes, gestión del conocimiento, gestión por competencias, TRIZ, etc.).

Predomina el hecho de que la utilización (y la habilidad en la aplicación) de dichas herramientas y técnicas han tenido importantes repercusiones sobre la gestión de las actividades científicas y tecnológicas de aquellos centros de investigación (CIATEQ y CCADET) que hacen uso de éstas. Afirmándose además que, la calidad de los resultados de los proyectos de desarrollo tecnológico no solo depende de la eficiencia y eficacia del equipo de desarrollo, sino también de la habilidad para aplicar las diversas técnicas de gestión de I+D+i a lo largo de todo el proceso innovador. De ahí que para ambas organizaciones el proceso de la gestión de las actividades de I+D e innovación comience desde el análisis de las necesidades del entorno y la comunidad a la cual atienden, pasando por el análisis de las capacidades internas, el fomento al trabajo en equipo y la estimulación de las capacidades creativas, hasta alcanzar la gestión de los proyectos de I+D e innovación.

En particular, se destaca la visión que CIATEQ mantiene de dichas herramientas al utilizarlas de una manera integrada como herramientas estratégicas de cambio. La misma estructura de la organización (la cual utiliza algunas herramientas para el trabajo en grupo tales como el "groupware", el teletrabajo y las intranets corporativas) está diseñada para que se estimule el trabajo en equipo, además del uso de otro tipo de técnicas para el estímulo de las actividades innovadoras. Otros centros de investigación fomentan de diferentes maneras la capacidad creativa e innovadora del personal, aunque por lo general, se destaca que no son actividades institucionalizadas. La mayoría de éstos recurre a los estímulos económicos como una manera de fomentar la participación de los investigadores en proyectos innovadores y en un menor grado a las prácticas de capacitación.

En el análisis de la aplicación de las mismas herramientas y técnicas por las empresas (en comparación con los centros de investigación), se observa que dichas organizaciones hacen un uso más común y más amplio de tales herramientas (Cuadro 6.43). Esto se debe en parte a las mismas necesidades de las empresas, al mantener un cierto nivel competitivo con respecto del resto de las empresas, ya sea tanto al desarrollar nuevos productos y servicios como en la mejora de los ya existentes. No obstante, los resultados científicos y tecnológicos para algunas organizaciones parecen demostrar lo contrario. En este sentido, se puede hablar de la importante influencia que han tenido tanto el sector al que pertenecen cada una de las empresas, como el nivel tecnológico de la región en la cual se encuentran ubicadas, como elementos favorecedores de un ambiente innovador y al mismo tiempo de fomento en el uso de este tipo de herramientas. De hecho, para empresas como GIT y Streger, el uso y aplicación de algunas herramientas y técnicas para la gestión de la I+D e innovación es reciente.



Cuadro 6.43: Análisis de las técnicas para la gestión de la I+D e innovación en las empresas (Fuente: Elaboración propia)

Se distingue en particular, la amplia experiencia desarrollada por Silanes y MABE tanto en el uso y aplicación de dichas herramientas y técnicas como en el nivel de sofisticación de las mismas. De hecho, como resultado de la utilización de dichas herramientas y técnicas (ejem. vigilancia y prospectiva tecnológica, mapa del conocimiento, gestión de la cadena de suministro, etc.) al actuar como facilitadores de los procesos de incorporación y asimilación tecnológica, ambas organizaciones han visto crecer su patrimonio tecnológico al gestionar de una mejor manera su propiedad intelectual.

Se destaca que la mayor parte de las empresas analizadas cuentan con áreas específicas de gestión tecnológica, las cuales se integran a lo largo de todo el proceso de desarrollo científico y tecnológico, a fin de facilitar los procesos de asimilación tecnológica desde el inicio mismo de su planeación.

El objetivo final es capitalizar el conocimiento desarrollado internamente y adquirido externamente, al ponerlo a disposición del personal mediante diversos medios tales como documentos o bases de datos. La mayoría de las organizaciones analizadas buscan fomentar la capacidad creativa e innovadora de su personal a través de diversas iniciativas tales como reconocimientos públicos, premios, becas, o financiamiento de proyectos, apuntando así a traducir las ideas en nuevos productos, procesos o servicios que mejoren la posición competitiva de la empresa sobre la base de los resultados innovadores.

No obstante, si bien es cierto que dichas técnicas son de gran utilidad para una gestión eficiente de los procesos de I+D e innovación basados en el conocimiento científico, se percibe que en general en la mayoría de las organizaciones no se tiene una conciencia real de los beneficios derivados de la aplicación de dichas herramientas y mucho menos del alcance de las mismas.

Algunos de los beneficios que podrían obtenerse como resultado de dicha aplicación serían: a) la mejora de la utilización del conocimiento científico y tecnológico, b) la gestión de los recursos humanos de manera estratégica, c) la mejora en la selección y actualización de información del mercado, d) el impulso a las redes de colaboración y sistemas de apoyo externos, e) la integración de la CyT y el mercado en un sistema fluido.

De hecho, actualmente las fuentes de información tienden a ser vistas más como parte del grupo de herramientas administrativas que como herramientas estratégicas de gestión. No obstante, la gestión de la I+D es un proceso que va más allá de la administración clásica, requiriendo de múltiples habilidades y recursos que cambian continuamente. En palabras de Myers (1996) y Lengrand & Chartrie (1999):

“el simple hecho de aplicar estas técnicas no implica la generación de ventajas competitivas para la empresa”.

De ahí que la aplicación de dichas herramientas deba ser considerada y estar alineada a los objetivos planteados dentro del plan estratégico y el consecuente plan tecnológico (Fig. 6.21).

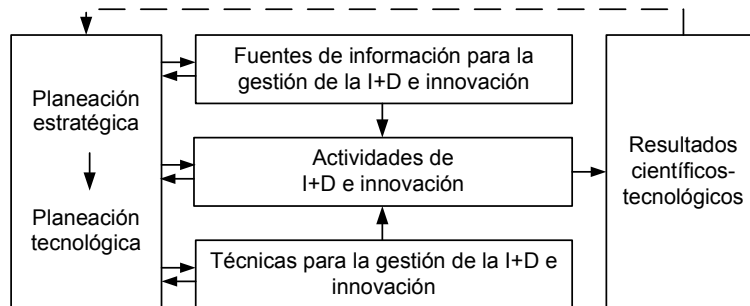


Figura 6.21: Actividades, técnicas y fuentes para la gestión de la I+D e innovación  
(Fuente: Elaboración propia)

### Modelos de gestión de la I+D e innovación.

En línea con lo anterior, el éxito obtenido como resultado de la aplicación de estas herramientas se hace más notable al observar que aquellas organizaciones (centros de investigación y empresas) que cuentan con un modelo de gestión tecnológica, consideran de manera implícita o explícita diversas técnicas para la gestión de la I+D e innovación. No obstante, es de destacar que tales modelos no han sido producto de la casualidad, sino que más bien han sido el resultado de la experiencia acumulada sobre las mismas prácticas de gestión tecnológica y la madurez organizacional desarrollada por tales organizaciones.

De hecho, tomando como referencia el análisis comparativo presentado se advierte una relación existente entre las categorías evaluadas y el modelo de gestión tecnológica de cada organización. Si bien es cierto que de las 8 organizaciones analizadas (centros de investigación y empresas) solamente 4 cuentan con un modelo formalmente establecido, mientras que el resto se encuentra en proceso de desarrollo y cuentan con una metodología de desarrollo tecnológico o no consideran dicho enfoque dentro de sus procesos de I+D e innovación.

Asimismo, es posible identificar las ventajas de contar con un modelo de gestión tecnológica, las cuales radican en el hecho de que éste:

- Integra diversas funciones y procesos, los cuales contribuyen a desarrollar las actividades científicas y tecnológicas más allá de los límites de las áreas y las funciones típicas de I+D e innovación,
- Considera los recursos y los resultados derivados de las mismas actividades científicas y tecnológicas a lo largo de todo el proceso de gestión de la tecnología.

Para centros de investigación como CIATEQ, la implementación de dicho modelo se refleja en el desarrollo de un enfoque propio de gestión tecnológica mediante el cual se abordan las diversas situaciones científico-tecnológicas presentadas, integrando todos los sistemas y convergiendo todas las áreas de la organización. Tal implementación permite proporcionar soluciones a las empresas clientes y al mismo tiempo detectar nuevas áreas de oportunidad derivadas del mismo acercamiento. Por su parte, el modelo de gestión tecnológica desarrollado por CCADET se encuentra fundamentado en más de un centenar de proyectos de

desarrollo tecnológico de duración diversa y desarrollados a lo largo de 4 años de trabajo con equipos multidisciplinarios. Estos modelos destacan por considerar de manera implícita y explícita diversas técnicas para llevar a cabo la gestión de la I+D e innovación.

Si bien LANIA no cuenta formalmente con un modelo propio de gestión tecnológica, el hecho de mantener un enfoque multidisciplinario (mediante la coordinación de las diferentes áreas) y de proyectos, además de la integración de diversas metodologías propias del sector, le ha permitido gestionar su tecnología de una manera eficiente facilitándole al mismo tiempo trasladar dichos enfoques al campo del desarrollo tecnológico. Los resultados científico-tecnológicos derivados de las mismas actividades de I+D e innovación, así parecen demostrarlo. LATEX por su parte, ha basado más la gestión de sus actividades científicas y tecnológicas sobre un enfoque de métodos y procedimientos, apoyándose en técnicas generalmente utilizadas dentro del ámbito de su especialidad.

Dentro del ámbito de las empresas, Silanes y MABE son ejemplos de casos que han implementado exitosamente modelos de gestión tecnológica. En este sentido, predomina el hecho de que ambos modelos (además del modelo de gestión tecnológica de CIATEQ) se encuentran sustentados sobre los lineamientos planteados por el PNT (Premio Nacional de Tecnología, México). Estos modelos apuntan a integrar la vigilancia, planeación y la protección tecnológica con el fin de implementar los diversos procesos de innovación sobre la base de los procesos anteriormente realizados. De esta manera, tanto Silanes-Bioclón como MABE han logrado capitalizar la experiencia y el conocimiento adquirido en el desarrollo de productos y procesos innovadores.

Tanto las actividades como los resultados científico-tecnológicos obtenidos del desarrollo de dichas actividades confirman lo anterior. GIT en línea con el enfoque seguido por Silanes y MABE, en la actualidad se encuentra desarrollando el proceso de documentación de su modelo de gestión tecnológica. A fin de desarrollar un modelo que se adapte a la realidad de la organización, permitiéndole dinamizar y capitalizar tanto el conocimiento interno como el conocimiento externo. Streger si bien hace uso de diversas herramientas y técnicas para la gestión de la I+D e innovación, no utiliza ningún enfoque de gestión tecnológica con el fin de integrar dichas técnicas a lo largo de todo el proceso innovador.

No obstante, el éxito innovador no sólo depende de un enfoque estratégico de posicionamiento externo claro y eficaz, sino también de ser capaz de gestionar proyectos desde la idea inicial o la oportunidad hasta el éxito comercial de los productos o servicios, o de nuevos procesos efectivos. Este más bien involucra una secuencia de actividades en la solución de problemas y necesidades y un marco de toma de decisiones que permita decidir cuando continuar con el desarrollo, asignar recursos y actividades similares (Fig. 6.22).

Guerra (2005) identifica un conjunto de factores tecnológicos, organizacionales y de gestión que contribuyen a impulsar la eficiencia de la gestión de los procesos innovadores:

- Adoptar un estilo de gestión horizontal.
- Lograr una adecuada preparación del capital humano.
- Crear grupos multidisciplinarios y multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos.

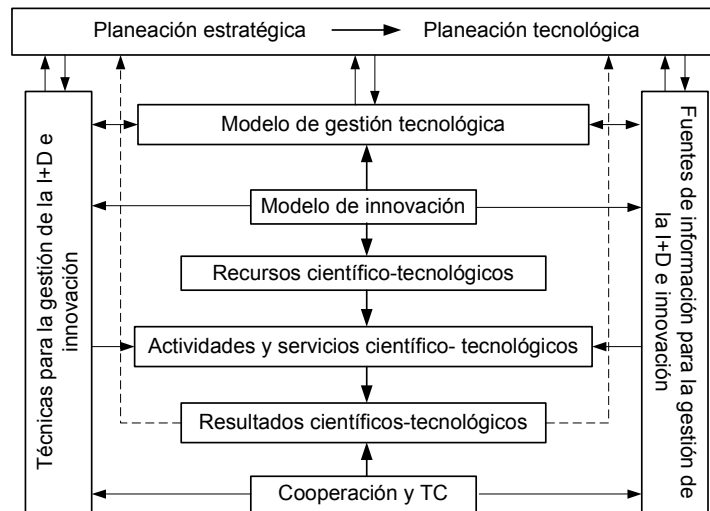


Figura 6.22: El modelo de gestión tecnológica en las actividades de I+D e innovación  
(Fuente: Elaboración propia)

- Utilizar sistemas de información (TI) para lograr una comunicación eficiente a nivel interno y externo (proveedores, empresas colaboradoras), y compartir la información.
- Actualizar frecuentemente la información de las bases de datos y acceder a fuentes de conocimiento externas.
- Especificar los nuevos productos con el mayor nivel de calidad inicial.
- Identificar actividades que por su carácter menos estratégicos puedan ser desarrolladas por otras empresas.
- Establecer acuerdos de cooperación tecnológica a nivel horizontal cuando sea conveniente.
- Estrechar la cooperación con las empresas colaboradoras.

Aún así, tal y como reflejan los estudios realizados por diversos autores (Abernathy & Utterback, 1978; Solow, 1988; Chandler, 1990; Porter, 1990; Quinn, 1992; Thurow, 1992; Utterback, 1994) no existen modelos de referencia universales. Únicamente se pueden determinar algunos patrones de comportamiento comunes que favorezcan el desarrollo de la innovación en las organizaciones.

#### 6.2.4. Transferencia de conocimiento Científico-Tecnológico.

Sobre la base de las afirmaciones anteriores, las actividades de I+D e innovación no terminan solamente con una eficiente gestión tanto de las fuentes de información como de las herramientas para la misma gestión de las actividades a través del modelo de gestión tecnológica. El proceso final de la gestión tecnológica tiene que ver con la determinación del impacto económico y/o social y sobretodo con la gestión y la transferencia del conocimiento.



### Vínculos con otras organizaciones.

Del análisis comparativo se destaca que de las 8 organizaciones analizadas, poco más de la mitad cuentan con experiencia realizando procesos de cooperación y TC en diferentes grados.

En general, se observa que, si bien todos los centros de investigación cuentan con experiencia en el desarrollo de vínculos de cooperación y TC con una amplia variedad de organizaciones (centros de investigación -públicos y privados- y empresas del ámbito nacional e internacional), solamente el CCADET cuenta con una unidad de vinculación para la cooperación y la TC. El resto de los centros de investigación distribuye dichas actividades entre diferentes departamentos del mismo centro, mientras que, en el caso de LATEX, dicha actividad de cooperación y TC se limita más al ámbito de los servicios ofrecidos (análisis químicos, físico-químicos y biológicos, asistencia técnica y capacitación especializada, apoyo a la formación de recursos humanos, inspección, verificación y control de calidad) que en el ámbito de la investigación (científica y aplicada).

En el caso de la cooperación y TC con otros centros de investigación, las razones por las cuales se decide recurrir a dichos vínculos suelen ser desde la complementación de capacidades (para solucionar problemas específicos en los cuales el centro no es experto) y la combinación de capacidades con otros centros de investigación para el desarrollo de proyectos de gran capacidad, hasta la coordinación de actividades académicas en el desarrollo de programas de educación e investigación conjuntos (Fig. 6.23). Las relaciones con las empresas se dan más en el ámbito de los servicios.

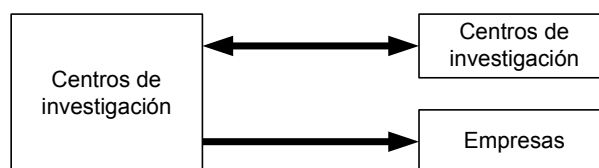


Figura 6.23: Dirección e intensidad de los vínculos de los C.I.  
(Fuente: Elaboración propia)

A diferencia de los centros de investigación, el ámbito de la cooperación y la TC de las empresas se encuentra delimitado a mantener dichos vínculos en su mayoría con centros de investigación y en menor grado (para el caso de GIT) con otras empresas (Fig. 6.24). Lo anterior, confirma la taxonomía desarrollada por Pavitt (1984) que representa las diferencias entre sectores específicos en relación a las características particulares de los procesos innovadores. Tales diferencias se observan en la forma mediante la cual fluye el conocimiento (las actividades de I+D e innovación), puesto que el desarrollo tecnológico de las empresas puede involucrar diferentes grados de ciencia base, mientras que otras tecnologías tales como la de los sectores tradicionales no necesariamente (Chang & Chen, 2004).

En línea con lo anterior, aunque en el caso de Silanes no se cuenta con un área destinada a las tareas de unidad cooperación y la TC, el modelo de gestión tecnológica desarrollado se encuentra apuntalado con un fuerte programa de vinculación academia-industria. De hecho,

la creación del Instituto Bioclón responde a la decisión estratégica de Laboratorios Silanes de explorar nuevos mercados de productos biotecnológicos y el desarrollo de nueva tecnología para el mismo laboratorio. MABE por su parte, cuenta con dos departamentos denominados Alianzas Estratégicas y Enlace Tecnológico, los cuales asisten a dichas tareas de cooperación y TC. Lo anterior lleva a concluir que dichas organizaciones se encuentran mejor preparadas y más dispuestas a crear relaciones más formales, al contar con infraestructura científica y tecnológica más desarrollada y personal mejor capacitado, diferenciándose así de otro tipo de empresas innovadoras, las cuales crean su conocimiento a través de relaciones informales que mejoran la especialización de las mismas debido al intercambio extenso de conocimiento.

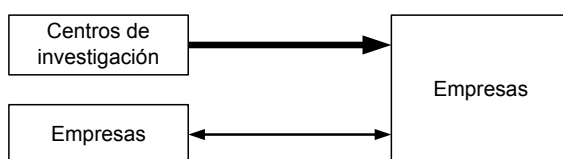


Figura 6.24: Dirección e intensidad de los vínculos de las empresas.  
(Fuente: Elaboración propia)

Al igual que los centros de investigación, las razones por las cuales las empresas se deciden a recurrir a dichos vínculos y mecanismos de cooperación y TC suelen ser diversos, de diversas índoles y pueden darse en cualquier etapa de los proyectos en cuestión, pudiendo ser desde la búsqueda de soluciones a problemas específicos, la asistencia puntual, capacitación para el dominio de cierta tecnología, la mejora y desarrollo de nuevos productos, hasta la exploración de nuevo conocimiento a incorporar en los mismos productos.

Pese a que predomina el hecho de que todas las organizaciones (centros de investigación y empresas) analizadas realizan vínculos para las actividades de cooperación y TC con otras organizaciones en diferentes grados de intensidad. La efectividad de dichos procesos de cooperación y TC no se encuentra soportada solamente por la creación de dichas relaciones, sino que además, los mecanismos generalmente utilizados para realizar dichos procesos suelen ser diversos y utilizados en diferentes grados.

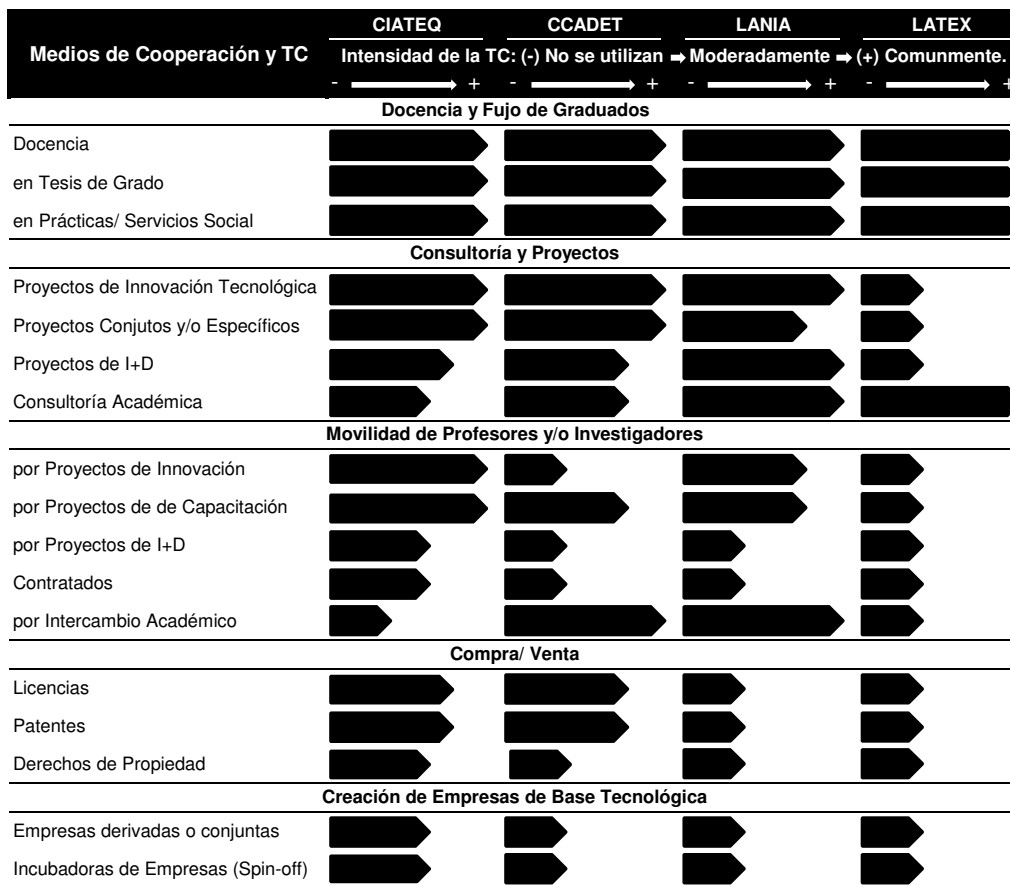
Lo anterior se encuentra soportado por la OECD (1996, 1992) al afirmar que, si bien los diversos elementos de los diferentes entornos del sistema de innovación tienen fácil acceso a información pertinente y elaborada, aumenta la probabilidad de que se produzcan nuevos productos y procedimientos útiles. Asimismo, los flujos o transferencia de conocimiento pueden ocurrir de varias maneras dentro del mismo SNI: a) integrado en bienes de equipo y personal o b) incorporado en patentes y licencias en forma codificada (publicaciones, planos) o en forma tácita (redes, informales, habilidades). Por lo tanto, tan importantes son los vínculos creados entre dichas organizaciones (en dirección e intensidad) como los mecanismos utilizados para realizar dichos procesos de cooperación y TC.

### Mecanismos de cooperación y TC.

En línea con lo anterior, cuando se profundiza en el nivel de las relaciones desarrolladas por las organizaciones analizadas se observa que, para el caso de los centros de investigación

si bien se deduce que, la mayoría de los centros de investigación hacen uso de los tres tipos de mecanismos -vinculación, cooperación y TC- (Fig. 5.1); la intensidad con la que son aplicados difiere ampliamente tanto entre los mismos mecanismos como entre los mismos centros de investigación.

De hecho, el mayor nivel de intensidad en las actividades de cooperación y TC de todos los centros de investigación se da dentro del ámbito de la docencia y el flujo de graduados (Fig. 6.44). Esto quiere decir que, además de desarrollarse en el ámbito de la TC a través de los procesos de I+D e innovación, gran parte del esfuerzo científico y tecnológico está dedicado a la generación de capital intelectual a través del factor humano, apuntando al fortalecimiento tanto de las capacidades de absorción como de explotación del conocimiento científico-tecnológico. Aún así, el alcance de este tipo de relación suele ser limitado y unidireccional, al no generar situaciones de aprendizaje para ambas organizaciones.



Cuadro 6.44: Análisis de los Medios de Cooperación y TC en los C.I.  
(Fuente: Elaboración propia)

Dentro de los medios que son considerados críticos para los procesos de cooperación y TC (por la amplitud de su alcance, y las acciones de cooperación y aprendizaje mutuo) tales como la consultoría y los proyectos de I+D e innovación, la mayoría de los centros de investigación analizados desarrollan dichas actividades con diversos grados de intensidad.

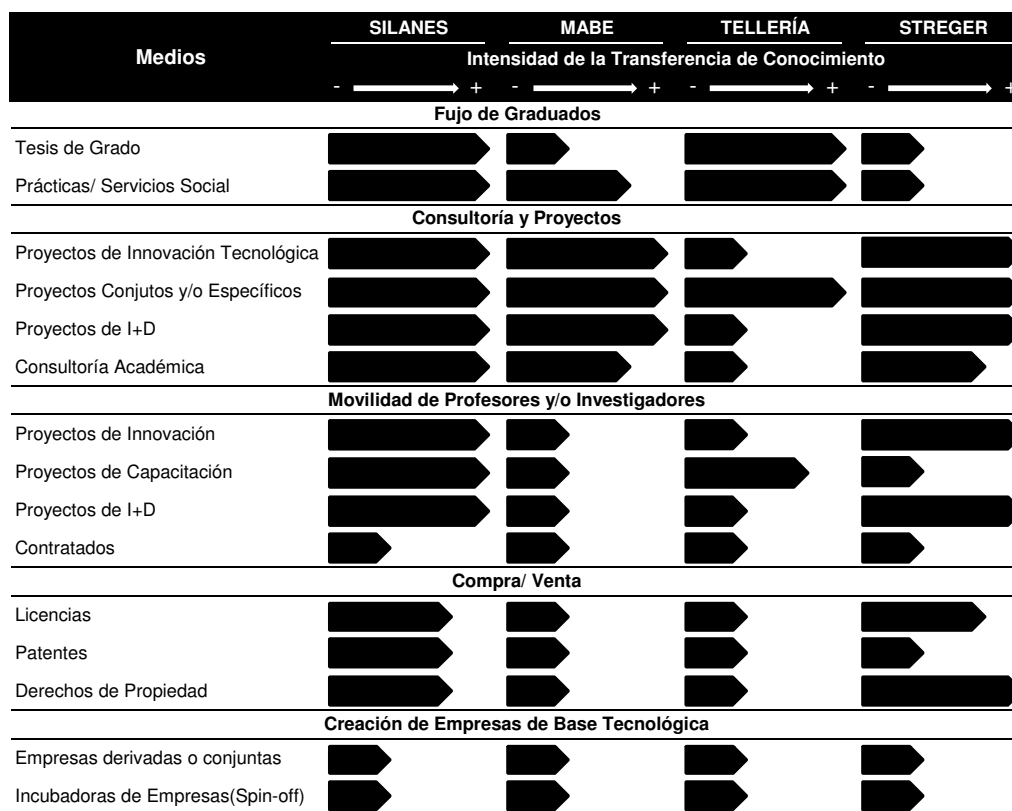
No obstante, predomina una limitada movilidad de profesores o investigadores dentro de los mismos proyectos realizados con las empresas (no así entre centros de investigación), debido en gran medida a la misma legislación universitaria e inclusive a un cierto temor por parte de las empresas hacia la sustracción de su propiedad intelectual. Aún así, dentro de las experiencias que se consideran exitosas se encuentran aquellas que hacen referencia a la alta interacción que se da entre el personal de CIATEQ y las empresas dentro de los proyectos de desarrollo tecnológico, facilitando tanto los procesos de cooperación y TC hacia el personal de las empresas como el aprendizaje por parte del personal de CIATEQ. Por su parte, la orientación práctica y de servicios hacia las empresas por parte de LANIA ha facilitado los procesos de cooperación y TC de igual manera.

La comercialización de licencias, patentes y derechos de propiedad intelectual junto con la creación de empresas de base tecnológica son de las actividades de cooperación y TC menos desarrolladas por la mayoría de los centros de investigación. Si bien resalta de manera importante la experiencia desarrollada por CIATEQ en la creación de empresas de base tecnológica (spin-off), como un medio para transferir su conocimiento de un modo más directo a través de la replicación de sus funciones dentro de nuevas empresas.

Si bien dentro de la misión principal de las empresas (a diferencia de las universidades y los centros de investigación) no se encuentra la de contribuir a la sociedad y la economía a través de la docencia y la formación continua, las empresas analizadas han contribuido de una manera importante a la formación de profesionistas e investigadores, al proveer entornos de aprendizaje a estudiantes graduados y de postgrado ejerciendo además de espacios de enlace entre el entorno académico y el entorno productivo (Cuadro 6.45).

Más aún, empresas como Silanes y MABE mantienen programas de cooperación con diversas instituciones académicas (nacionales e internacionales), a través de los cuales se promueve la formación y el desarrollo del talento al involucrar a los estudiantes en la problemática industrial, contribuyendo además en el fomento de la definición de nuevos programas de postgrados, los cuales implican una capacitación dirigida a procesos productivos específicos y reales. GIT, por su parte, cuenta con un programa permanente de gestión del conocimiento con las universidades a través de la plataforma e-learning (residencias virtuales); además de contar con una asignatura universitaria que se imparte dentro de la misma empresa como parte del programa formativo de la misma universidad.

Con respecto a los procesos de cooperación y TC desarrollados a través de la consultoría y los proyectos de I+D e innovación, se observa que la mayor parte de las empresas cuentan con una amplia experiencia desarrollando dichos procesos. De las empresas analizadas predominan Silanes y MABE por ser organizaciones pioneras dentro de su sector, al asumir el reto y desarrollar dicha dinámica desde el inicio, debido, en gran medida, a la escasa cultura de la cooperación y TC y a mantener dicha colaboración en estrechos vínculos con otros centros de investigación y universidades.



Cuadro 6.45: Análisis de los medios de cooperación y TC en las empresas  
(Fuente: Elaboración propia)

Tales centros destacan de una manera importante por mantener el mayor número de acuerdos de colaboración realizados con centros de investigación. Esta interacción, además, les ha permitido colocarse en la frontera del conocimiento y, al mismo, tiempo estimular la formación de recursos humanos de alto nivel. Otra empresa que sigue la misma línea es Streger que utiliza comúnmente dichos mecanismos en diferentes grados de aplicación. Otro tipo de colaboraciones son las que se establecen con las empresas de desarrollo de tecnología y proveedores a los que se les considera socios tecnológicos. En el caso de GIT, los procesos de cooperación y TC son de reciente integración a las operaciones de la empresas, al comenzar a utilizar mecanismos tales como los proyectos conjuntos y/o específicos de manera paulatina.

Si bien el aspecto de la movilidad de profesores investigadores como medio de cooperación y TC es una actividad no prioritaria para la mayoría de las empresas analizadas, sobresale la sinergia creada entre esta actividad y los proyectos de I+D e innovación llevados a cabo por Silanes. Lo anterior se verifica al observar la importante movilidad de personal investigador que mantienen en sus diferentes rubros, a través del fomento de la movilidad de su personal investigador y el desarrollo anual de reuniones internacionales de expertos en colaboración con otros centros de investigación como la UNAM.

Dicha situación, además de permitir la divulgación de los resultados científicos y tecnológicos, permite la creación de vínculos importantes y facilita la obtención de información clave no divulgada en las fuentes de información comunes. La misma movilidad de profesores y/o investigadores mediante los mismos proyectos de I+D e innovación son algo común dentro de los mecanismos utilizados por Streger.

A diferencia de los medios de cooperación y TC anteriores, las actividades de compra de licencias, patentes y derechos de propiedad son actividades que tienen un peso menor comparados con el desarrollo tecnológico propio. Aún así, destacan las estrategias utilizadas para llevar a cabo dichas actividades. El caso de MABE es un ejemplo de dichas estrategias, al apuntar a que el conocimiento de los socios tecnológicos aterrice en nuevos y mejores productos a través de la generación de patentes y desarrollo tecnológico propio; el otro caso es a través de mantener los mismos procesos de cooperación y TC mediante el pago de regalías. La creación de empresas de base tecnológica no es una actividad que comúnmente sea desarrollada por todas las empresas analizadas. No obstante, el caso de Bioclón de Laboratorios Silanes y el CDTRTA de Tellería son dos ejemplos de empresas de base tecnológica creadas en base a una necesidad específica del mercado.

#### **Estructuras de apoyo a la cooperación y la TC.**

Una limitación importante para la realización de las actividades científicas y tecnológicas a través de dichos mecanismos se da en el aspecto de la disponibilidad de estructuras de apoyo a la cooperación y TC. En realidad no existen o son muy escasas en México, pues las estructuras de apoyo más recurridas por las organizaciones analizadas se dan en el ámbito de las estructuras pertenecientes a las mismas organizaciones (otros centros de investigación u otras unidades ubicadas en diferentes regiones), o de organizaciones asociadas a ciertas redes de cooperación y redes de expertos (LANIA, Silanes y MABE). Las asociaciones industriales son otras de las estructuras que utilizan; sin embargo todas las organizaciones coinciden en que la estructura a la cual recurren mayormente es el CONACYT.

#### **6.2.5. Motivaciones para la Investigación, Desarrollo, Innovación y la TC.**

Si bien del análisis realizado se han revelado las relaciones existentes entre las categorías propuestas, dichas interacciones no han evolucionado de manera aislada. Más aún, éstas se encuentran en gran medida influenciada por una serie de motivaciones, las cuales han facilitado o dificultado el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas sobre la base de los procesos de cooperación y TC.

#### **Impactos y beneficios.**

De los beneficios derivados de las actividades de I+D e innovación y su interacción con otras organizaciones, los centros de investigación enfatizan de manera importante la adquisición de conocimiento externo y la captación de recursos económicos como un medio de acrecentar su acervo intelectual y su continuidad. Otros beneficios derivados de las mismas

actividades e interacciones son aquellos que hacen referencia al conocimiento del mercado, la consolidación de las relaciones, el reconocimiento y la ampliación del acceso al financiamiento de diversas fuentes (capital privado, público y mixto).

A diferencia de los centros de investigación, para las empresas los beneficios derivados de las actividades de I+D e innovación y su interacción con otras organizaciones son aquellos que hacen referencia principalmente al desarrollo y mejora de los productos y los procesos. Si bien los resultados científico-tecnológicos son importantes, los principales impactos provienen de capitalizar dicho conocimiento mediante la creación de capacidad interna, productos nuevos e innovadores, y la mejora de los procesos a través de la solución de problemas y la reducción de costos.

### **Retos y Obstáculos.**

De los obstáculos derivados de las actividades de I+D e innovación y su interacción con otras organizaciones, los centros de investigación enfatizan en mayor grado aquellos que hacen referencia con la escasa cultura para entablar vínculos de cooperación y TC tanto de las empresas como de los centros de investigación.

Se considera que México no cuenta con la suficiente cultura tecnológica para desarrollar temas de innovación al observarse diversas prácticas llevadas a tanto por los centros de investigación como por las empresas tales como: i) la limitada apertura de las empresas debido al temor de la sustracción de sus secretos profesionales, ii) la infravaloración de los resultados científico-tecnológicos y iii) el desinterés de las empresas por patentar sus invenciones.

Derivadas de la inmadurez y la errónea percepción del país hacia los centros de investigación, las empresas mantienen una visión de un gasto en lugar de una inversión. No obstante, la escasa visión de negocios de los centros de investigación con respecto a las relaciones con las empresas y la falta de acuerdo de los beneficios mutuos (a corto y a largo plazo) sigue siendo otro importante obstáculo.

Otro de los obstáculos que predominan es el referente a la legislación y normatividad aplicable en México a las universidades y centros de investigación. En general, todos los centros coinciden en afirmar que la legislación en CyT vigente se encuentra desfasada con respecto a las necesidades del país. El país carece en la actualidad de una política de innovación la cual permita fomentar y dinamizar las interacciones de los centros de investigación con las empresas. Por tanto, se hace énfasis de una manera importante en las limitaciones de la misma administración pública con respecto a la disponibilidad de personal capacitado e infraestructura necesaria que permita gestionar aquellos procesos referentes a la gestión de la propiedad intelectual.

Se advierte que en la actualidad el Sistema Nacional de Investigadores (SNIInv) es una de las principales limitaciones para realizar dichas tareas de cooperación y TC. La medición de los resultados de los investigadores se encuentra orientada en gran medida hacia la producción científica en forma de publicaciones, en lugar de fomentar la participación del investigador en proyectos que conlleven un alto grado de innovación y DT. De ahí que se fomente la individualidad en lugar del trabajo colaborativo.

Desde el punto de vista de las empresas predominan de igual manera obstáculos tales como la escasa cultura y la errónea percepción con respecto a las actividades de I+D e innovación en ambos sentidos. De hecho, si bien es cierto que las empresas acusan cierto desconocimiento de lo que se realiza en el ámbito científico y lo que pueden obtener de éste, por su parte, los centros de investigación suelen mantener una visión más teórica y académica de sus actividades científico-tecnológicas, condicionando así la comunicación entre ambas organizaciones. Más aún, se considera que no existe una verdadera empatía entre las empresas y las instituciones científicas desde el punto de vista cultural, institucional, regulatoria y legal.

Se advierte que la administración y las instituciones públicas ofrecen un limitado apoyo, soporte y ventajas a las empresas que intentan emprender actividades de I+D e innovación. La rigidez de las estructuras educativas y de los centros de investigación generalmente limitan los procesos de cooperación y TC; de hecho, la misma legislación universitaria suele ser uno de los mayores impedimentos para trasladar los resultados científicos al ámbito empresarial y concluir éste en la obtención de un producto innovador. Dicha situación contribuye al desaliento de los investigadores por colaborar en proyectos de I+D e innovación con organizaciones externas.

En el ámbito de la administración pública, las empresas consideran que los sistemas de información científica y tecnológica son aún muy inmaduros. La información disponible acerca de la propiedad intelectual en las instituciones mexicanas es muy restringida o no se encuentra actualizada, siendo más rápido y fiable recurrir la mayoría de las veces a bases de datos internacionales. Más aún, la excesiva burocracia y las malas prácticas con respecto a la asignación de fondos de financiamiento suele desalentar el intento de las empresas por emprender actividades científicas y tecnológicas. De hecho, los estímulos fiscales a la innovación parecen ser en único recurso financiero externo para muchas empresas.

Se observa que la mayoría de los proyectos de I+D e innovación llevados a cabo por las empresas en México son de bajo contenido tecnológico. De hecho, se considera que la mayoría de las empresas no dedican personal a las tareas de innovación y desarrollo tecnológico de una manera formal. En esos casos, las tareas se distribuyen entre otros departamentos tales como ingeniería o mantenimiento que dedican solo parte de su tiempo a tales actividades.



## 6.3. Modelo propuesto

Los resultados obtenidos del análisis comparativo anterior revelan la necesidad de mejorar los procesos cooperativos y de TC en relación a las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por todas las organizaciones (centros de investigación y empresas). Esto es así, porque aunque es verdad que la mayoría de las organizaciones desarrollan sus actividades de I+D e innovación en diferentes grados de intensidad, el análisis llevado a cabo a través de las diferentes categorías formuladas muestra diversas debilidades con respecto a la forma de transferir (y absorber) los resultados científico-tecnológicos derivados de tales actividades. Más aún, dicho análisis muestra la existencia de una estrecha relación entre todas las categorías planteadas en el estudio.

Si bien es cierto que el perfil de las organizaciones (antigüedad, origen, sector, etc.) es un importante condicionante para el desarrollo tanto de las actividades de I+D e innovación como de cooperación y TC, se percibe que gran parte de estas limitantes encuentran sus raíces en lo que se desea obtener (conocimiento traducido en nuevas teorías, prácticas, productos, procesos, etc.) en relación al:

- Desconocimiento de las actividades y herramientas aplicadas investigación básica o aplicada, desarrollo tecnológico, innovación, vigilancia tecnológica, gestión del conocimiento, creatividad, etc.) para obtenerlo,
- En los mecanismos de cooperación y TC utilizados (proyectos de I+D, consultoría, compra/venta de licencias, patentes, etc.) para transferir (o absorber) dicho conocimiento.

No obstante, dicha situación no se presenta solamente al nivel de los centros de investigación y las empresas, pues como se ha observado, tal problemática suele alcanzar al ámbito de la administración pública en la aplicación de sus políticas y programas de fomento a la I+D e innovación.

### 6.3.1. Bases del modelo

El modelo se encuentra sustentado sobre el análisis realizado a una serie de organizaciones (centros de investigación y empresas) orientadas y ubicadas en diferentes sectores y con diferentes grados de experiencia en la TC y desarrollo tecnológico. De hecho, la selección de dichas organizaciones se realizó con la intencionalidad de que el estudio permitiera conocer la situación real de las actividades de cooperación y TC en México, de tal manera que el modelo de TC científico-tecnológico propuesto represente de una manera más fiable, la gran heterogeneidad que presentan dichas organizaciones en México.

De hecho, aunque dicho estudio representa a organizaciones de sectores diversos y con una amplia gama de actividades apuntando a logro de sus objetivos, ambas organizaciones coinciden en:

1. El reconocimiento y la necesidad de formalizar las actividades de I+D e innovación dentro de la empresa.

2. El reconocimiento de las actividades de I+D e innovación como fuentes de información (más allá de las actividades de marketing) para el desarrollo y mejora de nuevos productos y procesos.
3. La necesidad de gestionar las actividades de I+D e innovación más allá de los departamentos de I+D.
4. La necesidad de diversas herramientas y técnicas para la gestión de las actividades de I+D e innovación tanto interna como externamente y en cualquier área de la empresa.
5. El reconocimiento de los diversos mecanismos de cooperación y TC como pieza fundamental de las actividades de I+D e innovación.
6. La necesidad de alinear las fuentes, las herramientas y técnicas y los mecanismos de cooperación y TC a las actividades de I+D e innovación.
7. La necesidad de alinear las actividades de I+D e innovación (esfuerzo tecnológico) desarrolladas por los centros de investigación, a las necesidades de I+D e innovación (demanda tecnológica) de las empresas.
8. La necesidad de alinear los mecanismos de cooperación y TC al nivel conocimiento demandado.

Más aún, la presión por la autosustentabilidad por parte de los centros de investigación, y la globalización y acelerada competencia por parte de las empresas ha hecho que las actividades de cooperación y TC sean una necesidad más que una opción, tanto para la gestión del conocimiento en el desarrollo de productos innovadores como para la mejora en la capacidad tecnológica de dichas organizaciones.

Dado lo anterior, se plantea el “cómo” alinear las actividades internas de I+D e innovación de las organizaciones (centros de investigación y empresas) con los procesos de cooperación y transferencia de conocimiento llevados a cabo con otras organizaciones, facilitando tanto el desarrollo de nuevo conocimiento (traducido en nuevas teorías, prácticas, productos, procesos, etc.) como el acrecentamiento de la base tecnológica de ambas organizaciones, creando de esta manera una relación sinérgica.

### 6.3.2. Modelo conceptual del proceso de transferencia de conocimiento C-T

La figura 6.25 representa el modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico propuesto. Dicho modelo apunta a responder la situación anteriormente planteada, al considerar los hallazgos realizados durante el análisis desarrollado a las 8 organizaciones (centros de investigación y empresas). De esta manera, todas las relaciones planteadas dentro del modelo representan los vacíos detectados dentro de dichos procesos de cooperación y TC así como las mejores prácticas que predominan en aquellas organizaciones con un alto nivel en la práctica de los mismos procesos, e inclusive en aquellas organizaciones con procesos de cooperación y TC emergentes.

#### Descripción del modelo

El modelo representa las relaciones de influencia existentes entre las actividades de I+D e innovación y los procesos de cooperación y Transferencia de Conocimiento. Las relaciones

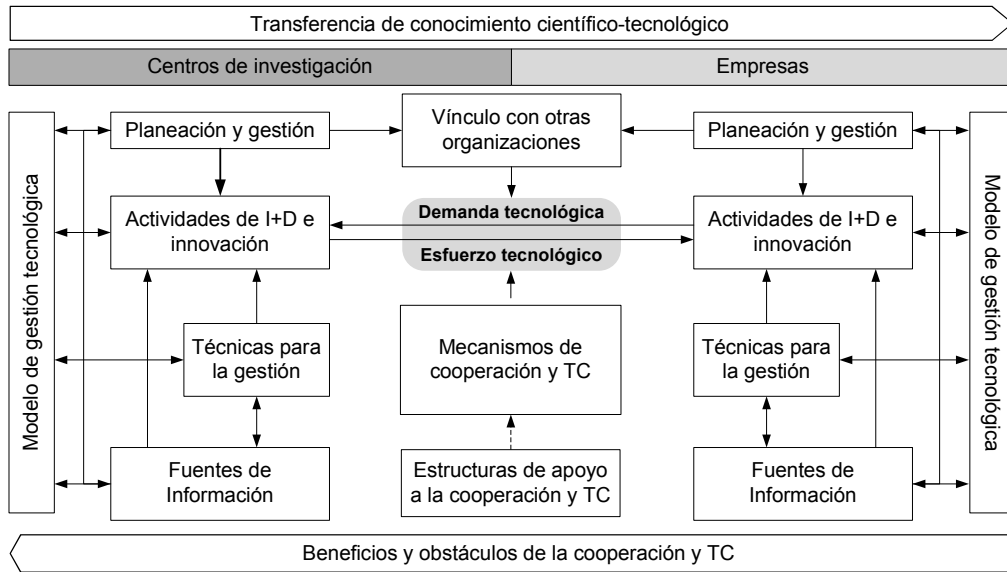


Figura 6.25: Modelo de transferencia de conocimiento científico tecnológico (Fuente: Elaboración propia)

se representan desde el enfoque de la relación “esfuerzo-demanda tecnológica” (Fig. 6.26) puesto que se considera que es ésta la relación que determina en gran medida los mecanismos a utilizar posteriormente durante el desarrollo de los procesos de cooperación y Transferencia de Conocimiento.

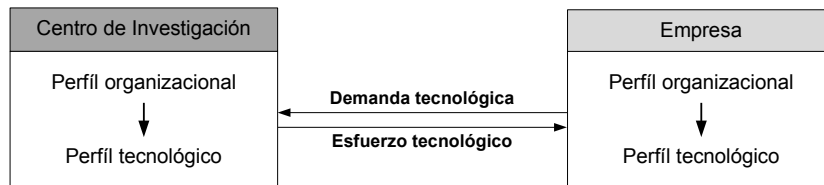


Figura 6.26: Relación esfuerzo-demanda tecnológica (Fuente: Elaboración propia)

Esto es así, porque si bien factores tales como los beneficios y obstáculos y las estructuras de apoyo a la cooperación y TC son importantes elementos de influencia, los componente que forman tanto el perfil organizacional como el perfil tecnológico condicionarán desde un inicio y durante todo el ciclo que duren dichas relaciones los procesos de cooperación y TC. Además, como se ha observado, a nivel individual (de cada centro de investigación y/o empresa) dichos perfiles se ven influenciados entre sí desarrollando una espiral de crecimiento mutuo (madurez organizacional y nivel tecnológico), al mismo tiempo que facilitan o limitan los mismos procesos de cooperación y TC tanto externa como internamente (Fig. 6.27).

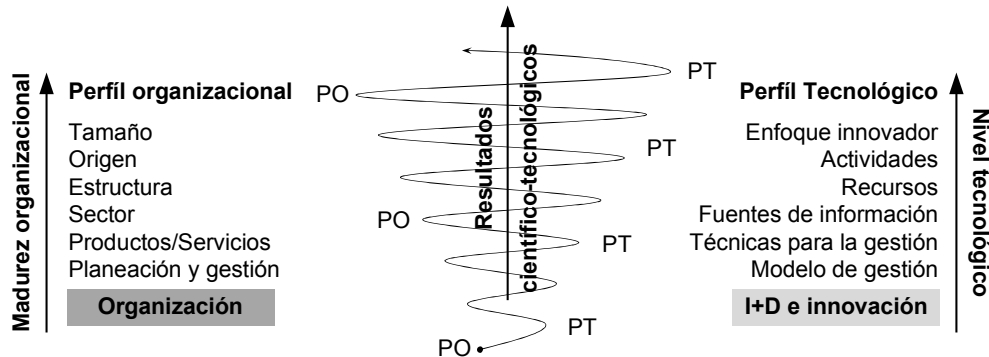


Figura 6.27: Evolución organizacional - tecnológica de las organizaciones  
(Fuente: Elaboración propia)

La anterior afirmación deriva del análisis comparativo realizado a todas las organizaciones, pues si bien todas las organizaciones realizan diversas actividades de I+D e innovación en diferentes grados de intensidad, la capitalización del conocimiento desarrollado internamente y adquirido externamente se encuentra condicionado en gran medida por:

- el nivel de planeación (estratégica y/o tecnológica) llevada a cabo.
- el tipo de fuentes de información recurridas (formales y/o informales).
- el tipo y nivel de herramientas y técnicas utilizadas (tradicionales y/o sofisticadas).

Tales aspectos conforman así su capacidad tecnológica, la cual delimita al mismo tiempo un perfil singular para cada organización (centro de investigación y/o empresa). De esta manera, dicho perfil (o capacidad tecnológica) permite identificar los mecanismos de cooperación y TC más adecuados a sus capacidades, habilitando así el establecimiento de los procesos de cooperación y TC. Sin embargo, estos mecanismos dependerán hasta cierto punto de las capacidades tecnológicas de dichas organizaciones, pues serán los objetivos buscados por dichas organizaciones sobre la base de las actividades de I+D e innovación emprendidas para tal fin, los que dicten la selección de los mecanismos más adecuados para su alcance, estableciéndose al mismo tiempo los procesos de retroalimentación y aprendizaje (Fig. 6.28).

De hecho, a nivel organizacional, los procesos de cooperación y TC no se encuentran limitados solamente al ámbito de los mecanismos y las actividades de I+D e innovación. Si bien éstos no son considerados de una manera explícita dentro de los procesos de gestión tecnológica, para aquellas organizaciones que cuentan con procesos formales de gestión tecnológica (tales como un modelo de gestión tecnológica) dichos procesos de cooperación y TC funcionan y se integran de manera sinérgica con el resto de las actividades científicas y tecnológicas de tales organizaciones. De este modo (como se observa en el modelo propuesto), se reconoce que la efectividad de los resultados científico-tecnológicos derivados de las actividades de I+D e innovación se encuentran estrechamente ligados (y alineados) a las actividades desarrolladas a lo largo de todo el proceso innovador (planeación, vigilancia, I+D, gestión de la propiedad intelectual, desarrollo tecnológico, gestión de proyectos, etc.).

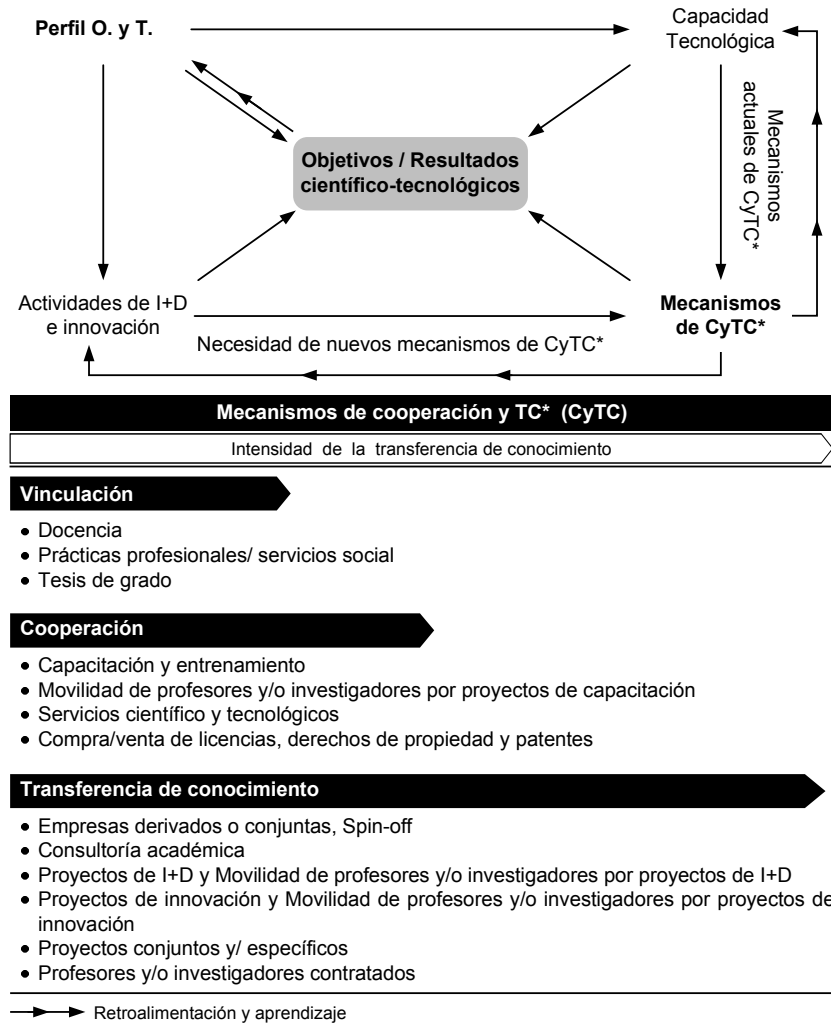


Figura 6.28: La selección de los mecanismos de cooperación y TC (Fuente: Elaboración propia)

Al nivel de los procesos de cooperación y TC, la efectividad de tales mecanismos (resultante en la producción científica y tecnológica en forma de teorías, prácticas, patentes, publicaciones, nuevos productos, etc.) estará condicionada por el alcance de los acuerdos (formales o informales) de vinculación realizados, los cuales regulan las actividades asociadas a los mecanismos de cooperación y TC utilizados (Fig. 6.29). Tales vínculos derivan tanto del perfil organizacional como de las razones expresadas por las organizaciones para emprender dichos procesos de cooperación y TC. Sobre la base de lo anterior, elementos tales como los beneficios, obstáculos y las estructuras de apoyo a la cooperación y TC serán más un factor de impacto (jugando un papel secundario), que un elemento condicionante de dichas relaciones.

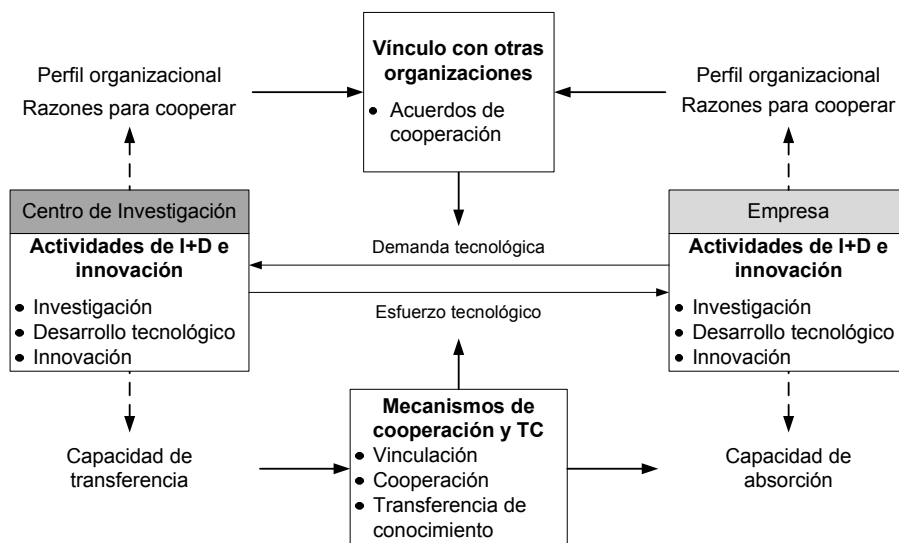


Figura 6.29: La vinculación en los procesos de cooperación y TC  
(Fuente: Elaboración propia)

Si bien es cierto que las estructuras de apoyo a la cooperación en México son un elemento escaso en el ámbito de las relaciones universidad-empresa, el principal problema radica en la falta de entendimiento en el uso de los diversos mecanismos de cooperación y TC con respecto a los resultados esperados y las capacidades disponibles. De hecho, tal desconocimiento no se reduce solamente a las organizaciones analizadas, pues éste alcanza incluso al ámbito de la administración pública. Por lo tanto, la comprensión en el uso de tales mecanismos de cooperación y TC por parte de dicho ámbito, repercutirá en la creación de nuevas políticas y la reorientación de los programas actuales de fomento a la I+D e innovación, permitiendo alinear los recursos disponibles a las actividades científicas y tecnológicas y los mecanismos de cooperación y TC apuntando a alcanzar los resultados planteados. (Fig. 6.30).

### Indicadores del Modelo

El entendimiento del uso de los diversos mecanismos de cooperación y TC a través del modelo propuesto, permitirá a ambas organizaciones (centros de investigación y empresas) identificar una serie de indicadores que facilitaran tanto la alineación como la medición de los procesos de cooperación y TC, favoreciendo al mismo tiempo el balance de las capacidades de dichas organizaciones y el desarrollo de nuevas capacidades tanto de I+D e innovación como de cooperación y TC (Fig. 6.31). Algunos de los indicadores más representativos identificados son:

**Indicadores de recursos.** Plan estratégico, plan tecnológico, modelo de gestión tecnológica, recursos humanos, materiales y financieros, etc.

**Indicadores de procesos.** Tipo de actividades de I+D e innovación, tipo de fuentes de información, nivel de sofisticación de las herramientas y técnicas, mecanismos de cooperación y TC, etc.

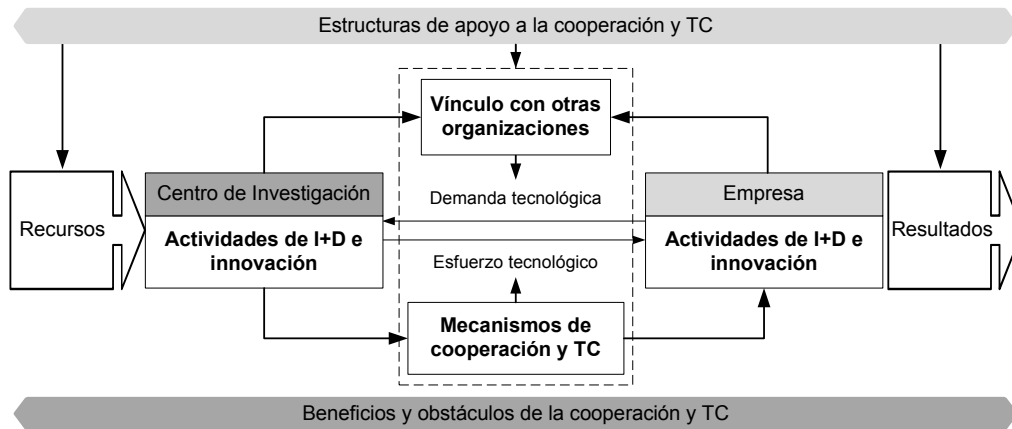


Figura 6.30: Las estructuras de apoyo a la cooperación y TC (Fuente: Elaboración propia)

**Indicadores de resultados.** Patentes, publicaciones, proyectos de cooperación y TC, productos innovadores, mejora de procesos, ROI, cuota de mercado alcanzada debido a nuevos productos, etc.

**Factores de Impacto.** Incentivan en mayor o menor grado los procesos de cooperación y TC llevados a cabo entre las organizaciones (centros de investigación y empresas).

- Positivos. Adquisición de conocimiento externo, captación de recursos económicos, conocimiento del mercado, prestigio, solución de problemas, etc.
- Negativos. Limitada apertura de las empresas, sustracción de los secretos profesionales, infravaloración de los resultados científico-tecnológicos, inmadurez tecnológica de las empresas, legislación y normas, burocracia de la administración pública, SNIInv, errónea visión de ambas organizaciones, medición individual de las actividades científicas y tecnológicas, etc.

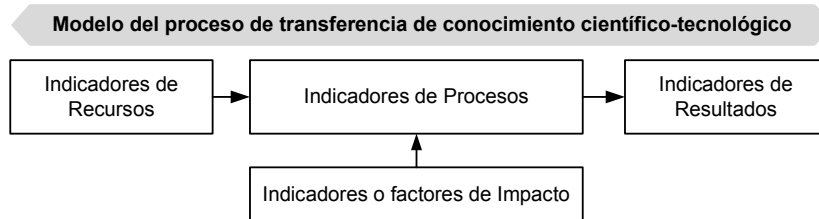


Figura 6.31: La medición de las actividades de cooperación y TC (Fuente: Elaboración propia)

De esta forma, es posible identificar las principales ligas que vinculan los factores de impacto con el modelo de transferencia de conocimiento científico-tecnológico propuesto, incentivando o dificultando el desarrollo de los procesos de cooperación y TC transferencia de conocimiento.

### 6.3.3. Recomendaciones para la aplicación del modelo

Derivados del estudio realizado al sistema de ciencia y tecnología (SCyT) en México y el análisis llevado a cabo a las 8 organizaciones (centros de investigación y empresas), se plantean una serie de recomendaciones a fin de facilitar la aplicación e integración del modelo propuesto dentro de dicho SCyT, favoreciendo de esta manera las interacciones entre ambos ámbitos analizados (científico y empresarial).

#### Respecto a las empresas

La situación actual de las empresas en México incluye: i) un ámbito empresarial débil (MPyMEs, bajo nivel tecnológico, escasez de recursos humanos altamente calificados), ii) una creciente especialización de los sectores con productos intensivos en conocimiento, y iii) una rápida obsolescencia de los productos. Por tanto, las recomendaciones incluyen las siguientes premisas:

1. Incorporación de las actividades científicas y tecnológicas a las actividades formales de la organización (ventas, manufactura, planeación, etc.).
  - Objetivo: Facilitar y acelerar la gestión de la mejora el desarrollo de nuevos productos.
2. Análisis y determinación del perfil tecnológico de la empresa.
  - Objetivo: Alinear y balancear los recursos disponibles y los resultados deseados a las actividades y las fuentes de información científica y tecnológica.
3. Inversión en personal altamente calificado.
  - Objetivo: Crear, gestionar y aprovechar tanto los activos intangibles como los tangibles de la organización, incrementando la capacidad tecnológica de la empresa.
4. Fomento del uso de fuentes de información científica y tecnológica.
  - Objetivo: Mejora y desarrollo de nuevos productos de alto contenido tecnológico.
5. Desarrollo e inversión en infraestructura interna de I+D e innovación.
  - Objetivo: Formalización de las actividades de innovación y desarrollo tecnológico.
6. Fomento y desarrollo de una cultura tecnológica.
  - Objetivo: Favorecer el aprovechamiento del conocimiento tecnológico interno y el aprovechamiento de la base científica y tecnológica externa (centros de investigación, servicios tecnológicos, etc.), estableciendo al mismo tiempo un lenguaje común.
7. Análisis de los mecanismos de cooperación y TC en base a los objetivos, las estrategias y la capacidad de la empresa.
  - Objetivo: Mejorar la efectividad de los procesos de transferencia de conocimiento (conocimiento buscado).
8. Incorporación de los mecanismos de cooperación y TC a los procesos formales de gestión tecnológica.
  - Objetivo: Institucionalización de los mecanismos de cooperación y TC.



### Respecto a los centros de investigación

La situación actual de los centros de investigación (públicos y privados) en México incluye: i) una baja participación de los C.I. en las actividades de desarrollo tecnológico del país, ii) un bajo porcentaje de personas dedicadas a la I+D en relación al número de habitantes, y iii) una alta tasa de cooperación y TC mediante actividades de docencia y flujo de graduados. Por tanto, las recomendaciones incluyen las siguientes premisas:

1. Orientación de las actividades científicas y tecnológicas internas (esfuerzo tecnológico) a las necesidades tecnológicas externas (demanda tecnológica).
  - Objetivo: Mejora y ampliación de la participación de los centros de investigación en las actividades productivas.
2. Desarrollo de proyectos multidisciplinarios de I+D (mediante la coordinación de diferentes áreas):
  - Objetivo: Incentivar la cooperación, integración y el trabajo en equipo de los investigadores.
3. Incorporación de herramientas de TI (intranets, workflow, etc.) para la gestión de la propiedad intelectual.
  - Objetivo: Facilitar y acelerar el acceso a los recursos intelectuales (publicaciones, patentes, modelos, metodologías, etc.) de los centros de investigación.
4. Utilización de herramientas y técnicas comunes (tales como la gestión de proyectos, mejora continua, etc.).
  - Objetivo: Facultar el establecimiento de un lenguaje común con las organizaciones externas (empresas, universidades, otros centros de investigación), superando las barreras del lenguaje técnico.
5. Establecimiento de acuerdos de cooperación y TC mediante la definición de entregables acorde a sus objetivos particulares de cada organización.
  - Objetivo: Facilitar el establecimiento de los acuerdos mediante relaciones ganar-ganar (ejem. obtención de publicaciones para los centro de investigación vs. aplicación de nuevos modelos, métodos o patentes para la empresa).
6. Desarrollo de infraestructuras internas dedicadas a la promoción de las actividades científicas y tecnológicas y el enlace con organizaciones externas.
  - Objetivo: Formalización y dinamización de las actividades de cooperación y TC.
7. Análisis y aplicación de mecanismos de cooperación y TC acorde a la capacidad tecnológica de las empresas interesadas.
  - Objetivo: Optimizar los procesos de transferencia de conocimiento, mediante el uso de los recursos tecnológicos adecuados.
8. Adecuación de los programas de docencia y formación a las necesidades de las empresas y el mercado.

- Objetivo: Fomentar el acercamiento del sector productivo mediante la provisión de recursos humanos de alto nivel.

### **Respecto a la administración y las instituciones públicas**

La situación actual de la administración y las instituciones públicas en México incluye: i) Limitación de la legislación universitaria hacia las actividades de cooperación y TC, ii) Medición de la investigación basada en la individualidad (producción científica) en lugar de la participación (proyectos de I+D e innovación), iii) Legislación en CyT no adecuada a las necesidades del país., iv) Fondos gubernamentales de CyT e innovación no orientados a las empresas. Por tanto, las recomendaciones incluyen las siguientes premisas:

1. Ampliación del sistema de estímulos del sistema nacional de investigadores (SNInv) incorporando la participación en proyectos que impliquen la innovación y el desarrollo tecnológico.
  - Objetivo: Fomentar la participación de los investigadores en las actividades productivas del país.
2. Adecuación de la legislación universitaria (centros de investigación universitarios) a las necesidades del ámbito productivo.
  - Objetivo: Facilitar el traslado de los resultados científicos al ámbito empresarial.
3. Diseño de programas de cooperación y TC enfocados a PYMEs de sectores tecnológicos específicos.
  - Objetivo: Incremento del interés y la participación de las empresas mexicanas en las actividades científicas y tecnológicas del país.
4. Establecimiento de programas de apoyo a la creación de infraestructuras de I+D en las empresas, mediante la replicación “clonación” de las mejoras prácticas de los centros de investigación.
  - Objetivo: Incrementar la participación de los centros de investigación en las actividades productivas mediante el incremento de la base tecnológica de las empresas.
5. Incorporación de personal tecnológicamente calificado a las estructuras públicas que gestión de la información científica y tecnológica (propiedad intelectual) del país.
  - Objetivo: Facilitar el acceso a los recursos de conocimiento del país, mejorando el desempeño de las estructuras públicas.
6. Fomento de programas de asesoría de empresas tecnológicas exitosas en prácticas específicas (ejem. explotación de la base científica, gestión tecnológica, transferencia de conocimiento), a empresas emergentes de base tecnológica mediante la replicación “clonación” de dichas prácticas.
  - Objetivo: Acelerar el proceso de aprendizaje, mejorando la asimilación del conocimiento empresarial y tecnológico, y la obtención de resultados.

Como resultado de la aplicación de estas recomendaciones presentadas en esta sección, es posible identificar las contribuciones más significativas que aporta el modelo propuesto. En la siguiente sección se presentan dichas contribuciones.

### 6.3.4. Contribuciones del Modelo

De hecho, la definición del modelo como tal incluye acciones que se traducen como contribuciones dirigidas a tres elementos clave en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación actual. Tales elementos incluyen:

#### ▪ **Empresas.**

- Mayor aprovechamiento de la base científica proporcionada por los Centros de Investigación en su aplicación en las Industrias.
- Incorporación de recursos humanos mejor capacitados.
- Fortalecimiento de la confianza en los resultados obtenidos en los Centros de Investigación.
- Establecimiento de Relaciones Formales de cooperación a largo plazo.

#### ▪ **Centros de Investigación.**

- Fortalecimiento, mejora y/o estructuración de Programas de Estudio dirigidos del Entorno Industrial.
- Fortalecimiento y/o estructuración de Programas de Investigación dirigidos a objetivos estratégicos nacionales (energía renovable, nanotecnología, mejora ambiental).
- Fortalecimiento de la confianza en los resultados proporcionados a la Industria.
- Establecimiento de Relaciones Formales de cooperación y vinculación a largo plazo.

#### ▪ **Interés a nivel nacional.**

- Bases para la reformulación de leyes de propiedad intelectual y su alcance aplicadas para los resultados obtenidos en los Centros de Investigación.
- Fortalecimiento y desarrollo del Sistema Nacional de Innovación.
- Crecimiento del acervo Científico-Tecnológico traducido en patentes, productos, licencias y derechos de propiedad.
- Mejorar sinergia del Entorno Científico en el Entorno Industrial.
- Alineación entre los objetivos del Entorno Científico y el Entorno Industrial.
- Dinamización de la economía basada en productos de alto contenido tecnológico.

De tal manera que, dentro del modelo propuesto es posible identificar relaciones “ganar-ganar” entre ambas organizaciones (centros de investigación y empresas). Las relaciones surgen así como resultado de los procesos de cooperación y TC. La figura (6.32), muestra algunos de los resultados más representativos generados a partir de dichos procesos:

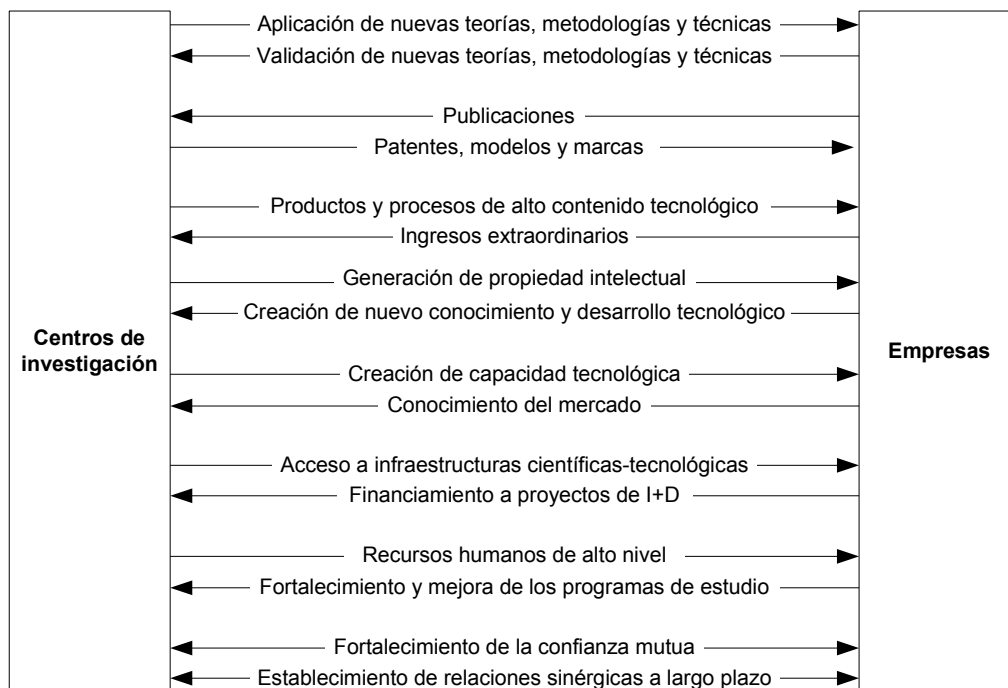


Figura 6.32: La relación entre los resultados de los procesos de cooperación y TC  
(Fuente: Elaboración propia)

## Capítulo 7

# Conclusiones, aportaciones y trabajos futuros

En este último capítulo se presentan las principales conclusiones, aportaciones y futuras líneas de trabajo derivadas del trabajo de investigación. Más allá de los hallazgos realizados en el análisis de la información referentes a los procesos de cooperación y TC en México, se ha pretendido en todo momento adquirir conocimiento tanto del estado del arte como del estudio en si mismo, a través de profundizar y verificar las relaciones existente entre el conocimiento, la innovación y los procesos de cooperación y TC, reconociendo así, aquellos factores determinantes y que dan coherencias al desarrollo de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación de un país y que al mismo tiempo fortalecen la economía del mismo.

### 7.1. Con respecto al estado del arte

Derivado de su revisión, se ha podido comprender la estrecha relación que guardan el conocimiento científico, la innovación, los sistemas nacionales de innovación (SNI) y la transferencia del conocimiento, además de facilitar la identificación de aspectos claves con respecto a la influencia de sus relaciones. En consecuencia, la comprensión de la relación existente entre la ciencia y la actividad productiva. Como se ha podido observar, el hecho de que existan diferentes tipos de conocimiento conectados en parte a diferentes tipos de aprendizaje hace que la gestión del conocimiento científico-tecnológico en las organizaciones sea

un asunto complejo, de tal manera que la producción (innovación) y difusión del conocimiento en sí mismo no es una situación estática, sino más bien dinámica y colectiva. El enfoque sistémico de la innovación reconoce que la innovación y la generación de conocimiento tienen lugar como resultado no solamente de actividades aisladas (universidades y centros de investigación), sino de una serie de actividades conjuntas e interactivas a través de todo el proceso innovador (universidades, centros de investigación, empresas, centros de cooperación, etc.). Tales circunstancias sitúan así a los procesos de cooperación y TC como un factor clave (y hasta cierto punto decisivo) de los procesos de gestión de la I+D e innovación al facilitar el intercambio de conocimiento científico-tecnológico tanto interna como externamente.

A nivel nacional, la capacidad de un país para emprender exitosamente procesos de cambio tecnológico se encuentra estrechamente ligada a las capacidades culturales de una sociedad determinada en la provisión de bienes y servicios. El lugar donde se generan dichos bienes y servicios es la empresa, la cual depende de la aplicación de un conjunto de conocimientos para la producción de los mismos. El progreso técnico consiste en la introducción de nuevos conocimientos en la producción de bienes y servicios mediante un proceso de innovación tecnológica, el cual no solo involucra las actividades internas de I+D e innovación, sino que se integra de manera sinérgica con el resto de las actividades de la organización a lo largo de todo el proceso (planeación, vigilancia, I+D, gestión de la propiedad intelectual desarrollo tecnológico, cooperación y TC, gestión de proyectos, gestión de la cadena de suministro, etc.)

La revisión y análisis de los diferentes conceptos, teorías y enfoques con respecto a los tópicos citados (conocimiento, innovación, SNI y cooperación y TC) han configurado así un marco teórico que explica el desarrollo del estudio de la transferencia del conocimiento científico-tecnológico en México.

## 7.2. Con respecto a la investigación

Si bien en México no existe de manera formal un sistema nacional de Innovación (SNI), el análisis del sistema de ciencia y tecnología (SCyT) en México en conjunto con el enfoque del SNI han permitido realizar una primera aproximación a la estructura y las características básicas del SNI en México. De acuerdo a dicha caracterización, se puede afirmar en términos generales que el SNI en México puede ser definido como un sistema de estructura frágil, de relaciones débiles, de actores mayormente inmaduros, y de funciones desorientadas. Tal situación es verificada al revisar cada uno de los ámbitos caracterizados, sus relaciones y los resultados obtenidos durante su corta evolución.

Como consecuencia de la situación anterior, la interacción entre los diversos actores del SNI en México es escasa y la cooperación y TC es casi en su totalidad dependiente de la provisión de recursos humanos al sector empresarial. Esta debilidad es provocada por i) el escaso fomento legal a dichas interacciones, ii) el privilegio de la ciencia básica, iii) la escasa disponibilidad financiera, al no disponer de instrumentos que permitan el acceso a recursos para el desarrollo tecnológico, iv) el bajo nivel tecnológico de las empresas, lo cual repercute en una escasa demanda de conocimiento científico y de recursos humanos de alto nivel y, por lo tanto, una escasa inversión en CyT, v) la misma inmadurez de sus actores, tanto para

ofertar sus servicios de alta tecnología como para demandar éstas, al no existir (o desconocer) los mecanismos y las estructuras adecuadas que permitan que dichos actores se relacionen y cooperen.

Derivado del estado del arte y el análisis del SCyT en México se definieron una serie de preguntas de investigación, apuntando a explicar y resolver la situación anteriormente descrita. Como consecuencia de estas preguntas, se desarrolló un modelo teórico "provisional" el cual permitiera aplicar los instrumentos desarrollados, responder a las preguntas planteadas y desarrollar un modelo teórico general que superara las debilidades encontradas. De esta manera se plantearon las siguientes preguntas:

1. ¿cuáles son las razones por las que la mayoría de los centros de investigación, limitan sus actividades de investigación al ámbito de la ciencia básica?.
2. ¿cuáles son los mecanismos actuales que emplean los centros de investigación (públicos y privados) para realizar la cooperación y TC hacia el ámbito empresarial?.
3. ¿cuáles son los mecanismos de cooperación y TC actuales que emplea el ámbito empresarial para hacerse de los resultados obtenidos en los centros de investigación (públicos y privados)?.
4. ¿cuáles son los procesos actuales que utilizan los centros de investigación (públicos y privados) para desarrollar la I+D, y generar el conocimiento?.
5. ¿cuáles son los procesos actuales que utiliza el ámbito empresarial para aplicar el conocimiento y desarrollar la innovación?.
6. ¿Que factores han influido en aquellas empresas que han aplicado mecanismos de cooperación y TC obteniendo resultados exitosos?,
7. ¿cuáles son los principales obstáculos a los que se enfrenta el proceso de cooperación y TC entre el ámbito científico y el ámbito empresarial?.
8. ¿Cual es el grado de comprensión de los procesos de cooperación y TC y su importancia por parte de los ámbitos científico y empresarial?.

Las respuestas a las preguntas de la investigación anteriormente citadas pueden ser respondidas a través de verificar los resultados obtenidos tanto del análisis al SCyT (y su aproximación al SNI) en México como de la investigación realizada a los procesos de cooperación y TC desarrollados por las ocho organizaciones estudiadas (cuatro centros de investigación y cuatro empresas). Aún así, aunque no hay una respuesta única a dichas preguntas (pues generalmente pueden ser explicadas mediante la combinación de varias respuestas), el hecho de que la investigación no sea de un sector en particular, ha permitido representar de una manera más fiable la gran heterogeneidad de las organizaciones mexicanas y explicar las diferencias en los procesos de cooperación y TC entre diferentes organizaciones; pudiendo estas ser explicadas mediante las diferencias en la gestión de sus diversas actividades de la I+D e innovación y los procesos de cooperación y TC.

De esta manera, la pregunta 1. *¿cuáles son las razones por las que la mayoría de los centros de investigación, limitan sus actividades de investigación al ámbito de la ciencia básica?* es respondida por el estudio del SCyT en México al observar que:

- El enfoque seguido por las políticas aplicadas a la CyT ha sido en gran medida el de un modelo lineal, asumiendo que el único lugar en donde se puede producir el conocimiento es en el ámbito científico (a diferencia del modelo interactivo en donde lo que se privilegia son las relaciones y la colaboración). Dicha situación es validada a través de revisar la distribución presupuestal de la mayoría de los programas implementados, los cuales han hecho que el mismo SCyT se enfoque más hacia el desarrollo de la ciencia básica en lugar de la investigación orientada hacia el desarrollo tecnológico y la innovación, y consecuentemente dejando al margen a las empresas.

Las respuestas a las preguntas 2. *¿cuáles son los mecanismos actuales que emplean los centros de investigación (públicos y privados) para realizar la cooperación y TC hacia el ámbito empresarial?*, y 3. *¿cuáles son los mecanismos de cooperación y TC actuales que emplea el ámbito empresarial para hacerse de los resultados obtenidos en los centros de investigación (públicos y privados)?*, derivan de la investigación realizada a las organizaciones y sus procesos de cooperación y TC al observar que:

- Al nivel de las relaciones de cooperación y TC desarrolladas por los centros de investigación, se advierte que la mayoría de estos hacen uso de los tres tipos de mecanismos -vinculación, cooperación y TC-. No obstante, la intensidad con la que son aplicados difiere ampliamente tanto entre los mecanismos como entre los centros de investigación. De hecho, **el mayor nivel de intensidad en las actividades de cooperación y TC de todos los centros de investigación se da en el ámbito de la docencia y el flujo de graduados**, seguidos por la consultoría y los proyectos de I+D e innovación. No obstante, predomina una limitada movilidad de profesores o investigadores dentro de los mismos proyectos realizados con las empresas (no así entre centros de investigación). La comercialización de licencias, patentes y derechos de propiedad intelectual junto con la creación de empresas de base tecnológica son de las actividades de cooperación y TC menos desarrolladas por la mayoría de los centros de investigación.
- Por otra parte, se observa que **la mayoría de las empresas cuentan con experiencia desarrollando dichos procesos de cooperación y TC mediante proyectos de consultoría y de I+D e innovación**. No obstante, solo dos de las empresas analizadas predominan por ser exitosas en dichos procesos de cooperación y TC, siendo además pioneras en el desarrollo de dicha dinámica de cooperación y TC. La movilidad de profesores y/o investigadores como medio de cooperación y TC es una actividad no prioritaria para la mayoría de las empresas analizadas; no obstante, sobresale la sinergia creada entre esta actividad y los proyectos de I+D e innovación llevados a cabo por una de las empresas analizadas. Si bien la misión principal de las empresas (a diferencias de las universidades y los centros de investigación) no es la docencia y la formación continua, las empresas analizadas han contribuido de una manera importante a la formación de profesionistas e investigadores, al proveer entornos de aprendizaje a estudiantes graduados y de postgrado ejerciendo además de espacios de enlace entre el entorno académico y el entorno productivo. Algunas empresas mantienen programas



de cooperación con diversas instituciones académicas (nacionales e internacionales), a través de los cuales se promueve la formación y el desarrollo del talento, contribuyendo además en el fomento de la definición de nuevos programas de estudio y postgrados, los cuales impliquen una capacitación dirigida a procesos productivos específicos y reales.

Las preguntas 4. *¿cuáles son los procesos de gestión actuales que utilizan los centros de investigación (públicos y privados) para desarrollar la I+D, y generar el conocimiento?*, y 5. *¿cuáles son los procesos de gestión actuales que utiliza el ámbito empresarial para aplicar el conocimiento y desarrollar la innovación?*, también encuentran respuesta en la investigación realizada a las organizaciones y sus procesos de cooperación y TC.

- Se destaca de una manera importante la experiencia y la madurez de las organizaciones como factor clave en la aplicación de diversos enfoques de gestión (tales como la gestión de proyectos, del conocimiento o la tecnológica). De hecho, de las ocho organizaciones analizadas solo cuatro cuentan con un modelo de gestión tecnológica formalmente establecido, mientras que el resto se encuentra en proceso de desarrollo, cuentan con una metodología de desarrollo tecnológico basado en un enfoque de proyectos o no consideran dicho enfoque dentro de sus procesos de I+D e innovación. No obstante, tales modelos no han sido producto de la casualidad. Estos más bien han sido el resultado de la experiencia acumulada sobre las mismas prácticas de gestión tecnológica y la madurez organizacional desarrollada por tales organizaciones. Más aún, se advierte de una manera importante que aquellas organizaciones que cuentan con dichos enfoques consideran de manera implícita o explícita diversas técnicas para la gestión de gestión de la I+D e innovación.

De hecho, de los cuatro centros de investigación solo dos hacen uso de este tipo de técnicas. No obstante, en algunos casos la utilización de dichas herramientas suele limitarse a la utilización de técnicas y herramientas más tradicionales (tales como la gestión de proyectos, generación de equipos, brainstorming, etc.), que a la utilización de herramientas y técnicas más innovadoras y sofisticadas (tales como el análisis de patentes, gestión del conocimiento, gestión por competencias, TRIZ, etc.).

A diferencia de los centros de investigación, se observa que las empresas hacen un uso más común y más amplio de tales herramientas. Esto se debe en parte a las mismas necesidades de dichas organizaciones, al mantener un cierto nivel competitivo con respecto del resto de sus competidores. Se distingue en particular la amplia experiencia desarrollado por algunas empresas, tanto en el uso y aplicación de dichas herramientas y técnicas como en el nivel de innovación y sofisticación de las mismas tales como la vigilancia tecnológica, inteligencia de negocios o la metodología "Six Sigma".

Con respecto a la pregunta 6. *¿Que factores han influido en aquellas empresas que han aplicado mecanismos de cooperación y TC obteniendo resultados exitosos?*. Los resultados de la investigación realizada a las empresas, muestran que:

- La aplicación exitosa de dichos mecanismos de cooperación y TC se encuentra determinada en gran medida por cuatro factores importantes: la planeación estratégica y su consecuente plan tecnológico, el enfoque innovador, las técnicas y herramientas para

la gestión de la I+D e innovación, y el modelo de gestión tecnológica.

Para la mayoría de las empresas analizadas, las ventajas competitivas obtenidas han sido el resultado de los esfuerzos articulados bajo el esquema de los planes estratégicos, al facilitar la gestión los recursos disponibles (tangibles e intangibles) de una manera óptima a través de un proceso de planeación tecnológica. En el ámbito de la cooperación y la TC, la forma en cómo se relacionan y el alcance de tales actividades con otras y entre el mismo tipo de organizaciones, se ven supeditadas por la manera en que se realiza el proceso de planeación estratégica y planeación tecnológica. De esta forma, dichas organizaciones configuran así el marco a través del cual se tomarán el resto de las decisiones.

Por otra parte, mientras que el enfoque del modelo innovador elegido (lineal, interactivo, concomitante, etc.) condiciona las fuentes a las que se recurre y el tipo de relaciones que se establecen al momento de realizar las actividades científicas y tecnológicas, las técnicas y herramientas para la gestión de la I+D e innovación favorecen los procesos de cooperación y TC, al actuar como facilitadores de los procesos de incorporación y asimilación tecnológica (en específico, las técnicas de inteligencia de mercado). No obstante, la experiencia y la madurez de las organizaciones condicionan el uso del nivel tecnológico y la sofisticación de las diversas técnicas disponibles. Dentro del ámbito de la cooperación y la TC, algunos beneficios derivados de su aplicación se dan en: i) el aspecto de la mejora en la selección y actualización de información del mercado, ii) el impulso a las redes de colaboración y sistemas de apoyo externos, y iii) la integración de la CyT y el mercado en un sistema fluido. Los modelos de gestión tecnológica por su parte, aunque no consideran explícitamente los procesos de cooperación y TC se encuentran apuntalados por fuertes programas de vinculación academia-industria.

Las respuestas a la pregunta 7. *¿cuáles son los principales obstáculos a los que se enfrenta el proceso de cooperación y TC entre el ámbito científico y el ámbito empresarial?*, muestran los principales hallazgos con respecto a la problemática que encierran los procesos de cooperación y TC en México:

- Escasa cultura y errónea percepción con respecto a las actividades realizadas por ambos agentes en ambos sentidos.
- La visión teórica y académica de las actividades de I+D e innovación de los centros de investigación.
- La rigidez de las estructuras educativas y de los centros de investigación.
- La limitada apertura de las empresas debido al temor de la sustracción de sus secretos profesionales, y la infravaloración de los resultados científico-tecnológicos por parte de las mismas.
- La visión de un gasto en lugar de una inversión de las actividades científicas y tecnológicas por parte de las empresas.
- La escasa visión de negocios de los centros de investigación con respecto a las relaciones con las empresas y los beneficios mutuos tanto a corto como a largo plazo.

- La legislación en CyT vigente y el actual sistema nacional de investigadores (SNIInv) se encuentran desfasados con respecto a las necesidades de las empresas y consecuentemente del país.
- La información disponible en las instituciones mexicanas acerca de la ciencia y la tecnología y la propiedad intelectual, es muy restringida o no se encuentra actualizada, siendo más rápido y fiable recurrir la mayoría de las veces a bases de datos internacionales.
- La excesiva burocracia y las malas prácticas con respecto a la asignación de fondos de financiamiento, suelen desalentar el intento de las empresas por emprender actividades científicas y tecnológicas.
- La mayoría de los proyectos de I+D e innovación llevados a cabo por las empresas en México son de bajo contenido tecnológico. De hecho, se considera que la mayoría de las empresas no dedican personal a las tareas de innovación y desarrollo tecnológico de una manera formal.

Finalmente, la respuesta a la pregunta 8. *¿Cual es el grado de comprensión de los procesos de cooperación y TC y su importancia por parte de los ámbitos científico y empresarial?* deriva de la reflexión y el análisis de las preguntas anteriores.

Se percibe que en general, si bien la mayoría de las organizaciones analizadas realizan actividades que involucran procesos de cooperación y TC, al nivel de los mecanismos se desconoce el alcance y las limitaciones de cada mecanismo (vinculación, cooperación, TC). Más aún, se percibe que la mayoría de estas desconocen las condiciones y las implicaciones de la utilización de dichos mecanismos, al utilizar los mismos de manera intercambiable. Lo anterior, tiene importantes implicaciones para los procesos de aprendizaje y generación de conocimiento, pues dependiendo del mecanismo utilizado, será el tipo y la intensidad de la conocimiento transferido y el tipo de aprendizaje desarrollado.

### 7.3. Aportaciones

De acuerdo con los objetivos planteados, las principales aportaciones de esta Tesis Doctoral son:

- Definición y aplicación de una metodología para el análisis del estado actual de los procesos de cooperación y TC entre los centros de investigación y las empresas en México.
- Análisis de los diferentes mecanismos de cooperación y TC.
- Definición de un modelo conceptual de cooperación y TC que permita dinamizar la colaboración entre el ámbito empresarial y el ámbito científico.

La metodología se basa en la relación existente entre los centros de investigación y las empresas en México. Esta metodología se encuentra sustentada tanto en los estudios realizados al estado del arte (la gestión del conocimiento científico-tecnológico, los sistemas

nacionales de innovación y SNI, y la transferencia de conocimiento científico-tecnológico) como al análisis del SNI en México.

Por una parte se realizó una revisión de la literatura especializada, destacando las principales aportaciones realizadas por diferentes autores, al enfatizar las características, los enfoques propuestos y sus ventajas y debilidades. De este modo, se comprende y evalúa la relación existente entre la gestión del conocimiento, los sistemas nacionales de innovación y la transferencia del conocimiento, facilitando así la identificación de aspectos clave con respecto a la influencia de sus relaciones y su posterior evaluación. Asimismo, se realizó un análisis del sistema de ciencia, tecnología e innovación en México, caracterizando dicho sistema mediante el análisis de sus elementos y sus relaciones. Como resultado, esta caracterización permitió identificar la debilidad de las relaciones existentes entre el ámbito científico y el ámbito empresarial, sentando así las bases para la definición de la metodología que incluye las diferentes unidades de análisis y la definición de los diferentes mecanismos de cooperación, como medio para dinamizar tales relaciones.

La metodología considera, el uso de una clasificación de dichos mecanismos de cooperación y TC y su influencia en las actividades de I+D e innovación, además de asumir la tercera misión de la universidad (generación, transferencia y explotación del conocimiento), y el papel que juegan dichos mecanismos en el cumplimiento de dicha misión. Para efectos de la investigación, la metodología se aplicó a ocho organizaciones (cuatro centros de investigación y cuatro empresas). Y los resultados derivados de la misma se utilizaron como base para el análisis del estado actual que guardan los procesos de cooperación y TC en México.

De esta manera, los resultados permitieron desarrollar un modelo conceptual de cooperación y TC que facilitara a ambos ámbitos (científico y empresarial) emprender dichos procesos. El modelo plantea el “cómo” alinear las actividades internas de I+D e innovación de las organizaciones (centros de investigación y empresas) a los procesos de cooperación y TC llevados a cabo con otras organizaciones, favoreciendo así tanto el desarrollo de nuevo conocimiento (traducido en nuevas teorías, prácticas, productos, procesos, etc.) como el acrecentamiento de la base tecnológica de ambas organizaciones, creando de este modo una relación sinérgica.

#### 7.4. Líneas Futuras de Investigación

Debido al amplio campo de aplicación que incluyen los procesos de cooperación y TC, se destacan tres líneas de investigación futuras:

- Profundizar en la definición de la metodología de aplicación del modelo cooperación y TC desarrollado, y el análisis los diversos perfiles tecnológicos de las organizaciones, a fin de alinear los mecanismos de cooperación y TC a los resultados esperados.
- Aplicar el modelo de cooperación y TC desarrollado a las organizaciones analizadas dentro de la presente investigación con el objetivo de identificar aquellas oportunidades de mejora a fin de fortalecer la capacidad científica y tecnológica de las mismas.

- Ampliar la aplicación de la metodología y el modelo desarrollados, tanto a centros de investigación de otras disciplinas científicas como a empresas de sectores específicos, con el fin de alinear la metodología desarrollada a las características específicas de cada organización y sector. Esta última línea permitirá sentar las bases para la transformación de un sistema de ciencia y tecnología (SCyT) en un sistema nacional de innovación (SNI); al facilitar y dinamizar las interacciones entre el ámbito científico y el ámbito empresarial.



# Anexos





# **Cuestionario a Centros de Investigación**



## CUESTIONARIO A CENTROS DE INVESTIGACIÓN

### Análisis de la Transferencia del Conocimiento Científico-Tecnológico en México

#### DATOS

Nombre de la Organización: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ ext.: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

Nombre del responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

#### Nota:

Estimado colaborador, el objetivo de presente cuestionario es analizar a través de un estudio empírico, los procesos de transferencia de conocimiento científico-tecnológico llevados a cabo tanto por los centros de investigación, como por las empresas/ industrias en México. Por lo tanto:

1.- Entendiendo la importancia de sus responsabilidades, en el logro de los objetivos de su empresa; le agradecemos el tiempo dedicado al llenado de dicho cuestionario, pues es de gran valía dicha información en el logro de la presente investigación .

2.- Se agradece aporte la documentación que se considere sustente a las respuesta contenidas en el cuestionario.

3.- Se agradece aporte la documentación que considere importante, y no haya sido considerada dentro del cuestionario.

4.- Toda la información tanto aportada físicamente o por cualquier otro medio, así como la contenida en este cuestionario, será tratada de manera confidencial.

5.- Para cualquier duda o aclaración no considerada dentro de dicho documento, favor de dirigirse a: Victor H. Fera Patiño en el siguiente e-mail: vicfepa@doctor.upv.es

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_





13 . De la siguiente lista de **Técnicas de Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (TGI+D+i)**, cual de las columnas aplica mejor a su experiencia?

Técnicas de gestión de la innovación	A	B	C	D	E
Vigilancia Tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de Patentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prospectiva Tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inteligencia de Negocios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de Relación con el Cliente (CRM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geo-Marketing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auditorías de conocimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mapa de conocimiento (Knowledge mapping)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de documentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Programación de trabajo en grupo (Groupware)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Generación de equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teletrabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intranets corporativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formación a distancia (e-Learning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de competencias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingeniería concurrente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingeniería de reversa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión del ciclo de vida del producto (PLM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Despliegue de funciones de calidad (QFD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bainstorming	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensamiento lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teoría de resolución de problemas (TRIZ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Método scamper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exploración de ideas (Mind mapping)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flujo de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reingeniería de procesos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Justo a tiempo (JIT)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de Proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valoración de proyectos (Project appraisal)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de cartera de proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis del valor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulación de negocios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Business Plan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A:** Se han usado de manera exitosa en la organización.

**B:** Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido aplicadas.

**C:** No las usamos, pero las conocemos.

**D:** Las TGI+D+i no serán de utilidad a las organizaciones que encaran los retos de la denominada economía del conocimiento.

**E:** Las TGI+D+i no son para todos los tipos de organizaciones.

14 . ¿De qué manera se fomenta o incentiva la capacidad creativa/ innovadora? (económica, promoción, etc.).

---



---



---

15 . Cuando se presenta un problema de tipo científico-tecnológico, ¿podría describir cuál es el proceso generalmente seguido para resolver éste?, ¿utilizan algún tipo de enfoque metodológico?

---



---



---

16 . Basándose en su experiencia, ¿cuales considera que sean las dificultades y retos que encaran las organizaciones en el desarrollo de las actividades de la I+D+I?

Dificultades: \_\_\_\_\_

---



---

Retos: \_\_\_\_\_

---



---

**TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO (TC).**

17 . ¿Cuenta con una unidad específica para realizar las tareas de Cooperación y TC?  
 Si  No (Pase a la pregunta no. 20)

18 . ¿Podría describir cuales son las actividades de dicha unidad?

---



---

19 . ¿Dedica algún monto económico a las tareas de colaboración y la TC? (porcentaje/ presupuesto):  
 No  Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

20 . ¿Con qué tipo de organización ha tenido acuerdos de cooperación y TC, y en qué grado?

Tipo de organizaciones	A	B	C	D	E
Centros de Investigación Universitarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Públicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Privados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Mixtos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empresas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A: Comúnmente  
 B: Moderadamente  
 C: Podrían ser de gran ayuda  
 D: No recurrimos a ellas, pero las conocemos.  
 E: No las conocemos

21 . ¿Podría describir cuáles son las razones por las que decide recurrir a dichas organizaciones?

---



---

22 . ¿Generalmente, en qué etapa del proceso decide recurrir a dichas organizaciones?

---



---

23 . ¿Qué tipo de mecanismos utilizan generalmente para realizar la cooperación y la TC y en que porcentaje?

<b>Consultoría, desarrollo e innovación a través de investigación bajo contrato con terceros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Consultoría académica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos de innovación tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos conjuntos y/o específicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comercialización de Tecnología</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Compra de Licencias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compra de Patentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compra de Derechos de Propiedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Creación de Nuevas Empresas de Base Tecnológica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Empresas derivadas o conjuntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Incubadoras de Empresas					
Creación de Centros de Excelencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creación de Centros de Innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Movilidad y Flujo de Recursos Humanos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Movilidad de Profesores y/o Investigadores:</b>					
Contratados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de Innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de Capacitación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Flujo de Graduados</b>					
en Prácticas/ Servicio Social	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en Tesis de Grado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>A:</b> Se usan de manera común en la organización.	<b>D:</b> No las usamos, pero los conocemos.
<b>B:</b> Se usan de manera moderada	<b>E:</b> No los conocemos
<b>C:</b> Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido utilizados.	

24 . ¿Qué porcentaje de los procesos anteriormente mencionados han sido llevados a cabo con financiamiento?:

<b>Interno</b>	<b>Externo</b>	<b>¿Con qué entidad?</b>
Propio _____ %	Público _____ %	_____
	Privado _____ %	_____

25 . ¿Cuáles han sido los principales impactos (beneficios) y obstáculos derivados de dicha colaboración y TC?

Beneficios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obstáculos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

26. ¿De las siguientes estructuras de apoyo a la Cooperación y la TC, cuáles ha usado y en qué grado?

Estructuras de apoyo a la cooperación y la TC	A	B	C	D	E
Centros de Investigación y/o Unidades Técnicas de Cooperación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oficinas de Cooperación Industrial o Enlace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Cooperación Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asociaciones o Clubes Industriales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Científicos o de Investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Tecnológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Industriales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A: Se usan de manera común en la organización.	D: No las usamos, pero los conocemos.
B: Se usan de manera moderada	E: No los conocemos
C: Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido utilizados.	

27. Desde su perspectiva, ¿cuales considera que sean las razones por las que los centros de investigación (universitarios, públicos y privados) no se acercan a las empresas?.

---



---

28. Desde su perspectiva, ¿cuales considera que sean las razones por las empresas no se acercan a los centros de investigación?.

---



---

**Muchas Gracias por su atención.**



# **Cuestionario a Empresas**



## CUESTIONARIO A EMPRESAS

### Análisis de la Transferencia del Conocimiento Científico-Tecnológico en México

#### DATOS

Nombre de la Organización: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ ext.: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

Nombre del responsable: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

#### Nota:

Estimado colaborador, el objetivo de presente cuestionario es analizar a través de un estudio empírico, los procesos de transferencia de conocimiento científico-tecnológico llevados a cabo tanto por los centros de investigación, como por las empresas/ industrias en México. Por lo tanto:

1.- Entendiendo la importancia de sus responsabilidades, en el logro de los objetivos de su empresa; le agradecemos el tiempo dedicado al llenado de dicho cuestionario, pues es de gran valía dicha información en el logro de la presente investigación .

2.- Se agradece aporte la documentación que se considere sustente a las respuesta contenidas en el cuestionario.

3.- Se agradece aporte la documentación que considere importante, y no haya sido considerada dentro del cuestionario.

4.- Toda la información tanto aportada físicamente o por cualquier otro medio, así como la contenida en este cuestionario, será tratada de manera confidencial.

5.- Para cualquier duda o aclaración no considerada dentro de dicho documento, favor de dirigirse a: Victor H. Feria Patiño en el siguiente e-mail: vicfepa@doctor.upv.es

Fecha de aplicación: \_\_\_\_\_





14. De la siguiente lista de **Técnicas de Gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación (TGI+D+i)**, cual de las columnas aplica mejor a su experiencia?

Técnicas de gestión de la innovación	A	B	C	D	E
Vigilancia Tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis de Patentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prospectiva Tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inteligencia de Negocios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de Relación con el Cliente (CRM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geo-Marketing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auditorías de conocimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mapa de conocimiento (Knowledge mapping)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de documentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Programación de trabajo en grupo (Groupware)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Generación de equipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teletrabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Intranets corporativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formación a distancia (e-Learning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de competencias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingeniería concurrente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ingeniería de reversa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión del ciclo de vida del producto (PLM)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Despliegue de funciones de calidad (QFD)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bainstorming	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pensamiento lateral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teoría de resolución de problemas (TRIZ)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Método scamper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exploración de ideas (Mind mapping)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flujo de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reingeniería de procesos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Justo a tiempo (JIT)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de Proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Valoración de proyectos (Project appraisal)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gestión de cartera de proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análisis del valor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Simulación de negocios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Business Plan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A:** Se han usado de manera exitosa en la organización.

**B:** Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido aplicadas.

**C:** No las usamos, pero las conocemos.

**D:** Las **TGI+D+i** no serán de utilidad a las organizaciones que encaran los retos de la denominada economía del conocimiento.

**E:** Las **TGI+D+i** no son para todos los tipos de organizaciones.

15. ¿De qué manera se fomenta o incentiva la capacidad creativa/ innovadora? (económica, promoción, etc.).

---



---



---

16. Cuando se presenta un problema de tipo científico-tecnológico, ¿podría describir cuál es el proceso generalmente seguido para resolver éste?, ¿utilizan algún tipo de enfoque metodológico?

---



---



---

17. Basándose en su experiencia, ¿cuales considera que sean las dificultades y retos que encaran las organizaciones en el desarrollo de las actividades de la I+D+i?

Dificultades: \_\_\_\_\_

---



---

Retos: \_\_\_\_\_

---



---

**TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO (TC).**

18. ¿Cuenta con una unidad específica para realizar las tareas de Cooperación y TC?  
 Si  No (Pase a la pregunta no. 21)

19. ¿Podría describir cuales son las actividades de dicha unidad?

---



---

20. ¿Dedica algún monto económico a las tareas de colaboración y la TC? (porcentaje/ presupuesto):  
 No  Si ¿Cuál? \_\_\_\_\_

21. ¿Con qué tipo de organización ha tenido acuerdos de cooperación y TC, y en qué grado?

Tipo de organizaciones	A	B	C	D	E
Centros de Investigación Universitarios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Públicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Privados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Mixtos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Empresas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A: Comúnmente	D: No recurrimos a ellas, pero las conocemos.
B: Moderadamente	E: No las conocemos
C: Podrían ser de gran ayuda	

22. ¿Podría describir cuáles son las razones por las que decide recurrir a dichas organizaciones?

---



---



---

23 . ¿Generalmente, en qué etapa del proceso decide recurrir a dichas organizaciones?

---



---

24 . ¿Qué tipo de mecanismos utilizan generalmente para realizar la cooperación y la TC y en que porcentaje?

<b>Consultoría, desarrollo e innovación a través de investigación bajo contrato con terceros</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Consultoría académica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos de innovación tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyectos conjuntos y/o específicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comercialización de Tecnología</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Compra de Licencias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compra de Patentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compra de Derechos de Propiedad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Creación de Nuevas Empresas de Base Tecnológica</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Empresas derivadas o conjuntas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Incubadoras de Empresas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creación de Centros de Excelencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Creación de Centros de Innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Movilidad y Flujo de Recursos Humanos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Movilidad de Profesores y/o Investigadores:</b>					
Contratados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de I+D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de Innovación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
por Proyectos internos de Capacitación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Flujo de Graduados</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
en Prácticas/ Servicio Social	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
en Tesis de Grado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>A:</b> Se usan de manera común en la organización.	<b>D:</b> No las usamos, pero los conocemos.
<b>B:</b> Se usan de manera moderada	<b>E:</b> No los conocemos
<b>C:</b> Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido utilizados.	

25 . ¿Qué porcentaje de los procesos anteriormente mencionados han sido llevados a cabo con financiamiento?:

<b>Interno</b>	<b>Externo</b>	<b>¿Con qué entidad?</b>
Propio _____%	Público _____%	_____
	Privado _____%	_____

26 . ¿Cuáles han sido los principales impactos (beneficios) y obstáculos derivados de dicha colaboración y TC?

Beneficios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obstáculos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

27. ¿De las siguientes estructuras de apoyo a la Cooperación y la TC, cuáles ha usado y en qué grado?

Estructuras de apoyo a la cooperación y la TC	A	B	C	D	E
Centros de Investigación y/o Unidades Técnicas de Cooperación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oficinas de Cooperación Industrial o Enlace	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Cooperación Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Centros de Investigación Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Asociaciones o Clubes Industriales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Científicos o de Investigación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Tecnológicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Parques Industriales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A: Se usan de manera común en la organización.	D: No las usamos, pero los conocemos.
B: Se usan de manera moderada	E: No los conocemos
C: Podrían ser de gran ayuda, pero no sabemos como y donde han sido utilizados.	

28. Desde su perspectiva, ¿cuales considera que sean las razones por las que las empresas mexicanas no se acercan a los centros de investigación?.

---



---



---

**Muchas Gracias por su atención.**



# Bibliografía

- Ackoff, R. (1994), *The Democratic Corporation*, Oxford University Press, NY.
- Acs, Z. (2000), *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*, Pinter, London.
- Aghion, P. & Howitt, P. (1998), *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.
- Agrawal, A. (1996), 'Indigenous and scientific knowledge: some critical comments', *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 3(3), 33–41.
- Albors, J. & Hidalgo, A. (2003), 'Las redes transnacionales de transferencia de tecnología. un análisis del estado del arte y de la red europea de ircs', *Madri+d. Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología* 8.
- Alvesson, M. & Karreman, D. (2001), 'Odd couple: making sense of the curious concept of knowledge management', *Journal of Management Studies* 38(7), 995–1018.
- Andersen, E. & Lundvall, B. (1988), *Small countries facing the technology revolution*, Pinter, london, chapter Small national systems of innovation facing technological revolutions - an analytical framework.
- ANUIES (2007), 'Estadísticas de la educación superior', [http://www.anuies.mx/servicios/e\\_educacion/index2.php](http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php).
- Arce, A. & Long, N. (1992), *Battlefields of knowledge: the interlocking of theory and practice in social research and development*, Routledge, London, chapter The dynamic of knowledge: Interfaces between bureaucrats and peasants, pp. 211–246.
- Archibugi, D., Held, D. & Kohler, M. (1998), *Re-Imagining Political Community. Studies in Cosmopolitan Democracy*, Polity Press, Cambridge.
- Archibugi, D. & Lundvall, B. (2001), *The Globalising Learning Economy*, Oxford University Press, Oxford.
- Arnold, E. & Kuhlman, S. (2001), Rcn in the norwegian research and innovation system, Technical Report 12, Research Council of Norway, Norway.
- Arocena, R. & Sutz, J. (2003), *Subdesarrollo e Innovación. Navegando contra el viento*, Cambridge University Press, Madrid.

- Arriola, J. (2004), *Conocimiento, Tecnología y Crecimiento*, Universidad del País Vasco, España.
- Autio, E. (1996), 'Evaluation of r&td in regional systems of innovation', *European Planning Studies* 2(6).
- Banuri, T. & Appfel-Marglin, F. (1993), *Who will save the forest ? Knowledge, power and environmental destruction*, Zed Books, London.
- Barber, J. & Lambert, R. (1998), Technology sources for smes, Technical Report URN 98/1237, Department of Trade and Industry.
- Bell, M. & Pavitt, K. (1993), 'Technological accumulation and industrial growth: contrast between developed world and developing countries', *Industrial and corporate change* 2(2), 157–210.
- Berry, M. & Taggar, J. (1994), 'Managing technology and innovation', *R&D Management* 4(24), 341–353.
- Bertalanffy, L. V. e. a. (1978), *Tendencias en la teoría general de sistemas*, Alianza, Madrid.
- Bessant, J. & Rush, H. (1995), 'Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer', *Research Policy* (24), 98–114.
- Bettencourt, L., Ostrom, A. & Brown, S.W., R. R. (2002), 'Client co-production in knowledge-intensive business services', *California Management Review* 44(4), 100–128.
- Bhatt, G. (2000), 'Organizing knowledge in the knowledge development cycle', *Journal of Knowledge Management* 4(1), 15–26.
- Bilderbeek, R. & den Hertog, P. (1998), Innovation in and through knowledge intensive business services in the netherlands, Technical report, Apeldoorn.
- Blackler, F. (1995), 'Knowledge, knowledge work and organizations: an overview and interpretation', *Organization Studies* 16(6), 1021–1046.
- Blume, L. & Fromm, O. (2000), Wissenstransfer zwischen universitäten und regionale wirtschaft: Eine empirische untersuchung am beispiel der universität gesamthochschule kassel, Technical report, Ifo Sch Idienst.
- Bonaccorsi, A. & Piccaluga, A. (1994), 'A theoretical framework for the evaluation of university-industry relationships', *R & D Management* 24(3), 229–247.
- Bonache, J. (1999), 'El estudio de casos como estrategia de construcción teórica: características, críticas y defensas', *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa* 3, 123–140.
- Bozeman, B. (2000), 'Technology transfer and public policy: A review of research and theory', *Research Policy* 29, 627–655.

- Brackzyk, H., Cooke, P. & Heidenreich, M. (1998), *Regional Innovation Systems*, Routledge, London.
- Brennan, B. (1992), 'Mind over matter', *CA Magazine* **125**(6), 20–24.
- Breschi, S. & Malerba, F. (1997), *Sectoral Innovation systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries*.
- Brooking, A. (1997), *El Capital Intelectual - El principal activo de las empresas del tercer milenio*, Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona.
- Broustail, J. & Fréry, F. (1993), *Le management stratégique de l'innovation*, Editions Dalloz, Paris.
- Brown, J. & Duguid, P. (1991), 'Organizational learning and communities-of-practice: toward a unified view of working, learning, and innovation', *Organization Science* **2**(1), 40–57.
- Bueno, E. (1998), 'El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual', *Boletín de Estudios Económicos, Asociación de Licenciados de la Universidad Comercial de Deusto* **164**, 207–229.
- Bueno, E. & Salmador, M. (2000), *Perspectivas sobre dirección del conocimiento y capital intelectual*, I.U. Euroforum Escorial, Madrid, chapter La dirección del conocimiento en el proceso estratégico de la empresa: complejidad e imaginación en la espiral del conocimiento.
- Bunge, M. (1975), *Teoría y realidad*, Barcelona.
- Bunge, M. (1980), *Epistemología. Ciencia de la ciencia.*, Barcelona.
- Bush, V. (1945), Science - the endless frontier: A report to the president on a program for postwar scientific research, Technical report, Office of Scientific Research and Development, Washington, D.C.
- Callón, M. (1992), *Technological Changes and Company Strategies: Economical and Sociological Perspectives*, Harcourt Brace Jovanovich Publishers, London, chapter The dynamics of Techno-economic Networks.
- Capra, F. (1991), *Sabiduría Insólita*, Barcelona.
- Carlsson, B. (1995), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- Carlsson, B. & Jacobson, S. (1997a), Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective, in C. Edquist, ed., 'Systems of innovation: technologies, institutions and organizations', Frances Pinter, London and Washington, pp. 266–294.

- Carlsson, B. & Jacobson, S. (1997b), In search of useful public policies: key lessons and issues for policy makers, in B. Carlsson, ed., 'Technological Systems and Industrial Dynamics', Kluwer Academic, Dordrecht.
- Carlsson, B. & Stankiewicz, R. (1995), Technological systems and economic performance: The case of factory automation, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, chapter On the nature, function and composition of technological systems, pp. 21–56.
- Carter, C. & Williams, B. (1957), *Industry and Technical Progress*, Oxford University Press, Oxford.
- Casalet, M. & Casas, R. (1997), Un diagnóstico sobre la vinculación universidad-empresa, Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-ANUIES, México.
- Casas, R., deGortari, R. & Santos, M. (2000), 'The building of knowledge spaces in mexico: a regional approach to networking', *Research Policy* **29**, 225–241.
- Cassell, C., Symon, G., Buehring, A. & Johnson, P. (2006), 'The role and status of qualitative methods in management research: an empirical account', *Management Decision* **44**(2), 290–303.
- Cassiman, B. & Veugelers, R. (2002), 'R&d cooperation and spillovers: some empirical evidence from belgium', *American Economic Review* **92**(4), 1169–1184.
- Castro, E., F. d. L. I. (1995), La nueva política de articulación del sistema de innovación en españa, in 'Anales del VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica', ALTEC (Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica), Concepción, Chile, pp. 115–134.
- Cea, M. (2002), *Análisis multivariable: teoría y práctica en la investigación social*, 1a. edn, Editorial Síntesis, Madrid.
- Cegarra, J. (2004), *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica*, España.
- Chambers, R. (1980), *Understanding professionals: Small farmers and scientists. IADS Occasional Paper*, International Agricultural Development Service, New York.
- Chambers, R., Pacey, A. & Thrupp, L. (1991), *Farmer First: Farmer Innovation and Agricultural Research*, IT Publications, London.
- Chang, P.-L. & Shih, H.-Y. (2003), 'Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in taiwan and china: a network analysis', *Technovation (SSCI, SCI)* .
- Chang, Y. & Chen, M. (2004), 'Comparing approaches to systems of innovation: the knowledge perspectiva', *Technology in Society* (26), 17–37.
- Chiesa, V. & Piccaluga, A. (2000), 'Exploitation and diffusion of public research: the case of academic spin-off companies in italy', *R&D Management* **30**(4), 329–339.

- Clark, L. & Quevreur, A. (1998), Synthesis report for nis focus group on the innovative firm, Technical report, Ottawa, París.
- Cobbenhagen, J. (2000), *Successful Innovation: Towards a New Theory for the Management of Small and Medium-sized Enterprises*, Edward Elgar Publishing, UK.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1989), 'Innovation and learning: the two faces of r&d', *Economic Journal* **99**, 569–596.
- Cohen, W. & Levinthal, D. (1990), 'Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation', *Administrative Science Quarterly* **35**, 128–152.
- Cohen, W., Nelson, R. & Walsh, J. (2002), 'Links and impacts: the influence of public research on industrial r&d', *Management Science* **48**(1), 1–23.
- Committee, A. E. (2000), Towards knowledge-based economies, Technical report, APEC, Asia-Pacific Economic Cooperation.
- CONACYT (1998), Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1998, Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- CONACYT (2001), Encuesta nacional de innovación 2001, Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- CONACYT (2002), Programa especial de ciencia y tecnología 2001-2006 (pecyt), Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- CONACYT (2006), Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2006, Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- CONACYT (2007), Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2007, Technical report, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Conesa, F. (1997), Las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación en el Sistema Español de Investigación, PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia.
- Cooke, P. (1998), Introduction, origins of the concept, in H. Braczyk, P. Cooke & M. Heidenreich, eds, 'Regional Innovation Systems', Routledge, London.
- Cooke, P., Boekholt, P. & Todtling, F. (2000), *The Governance of Innovation in Europe Regional Perspectives on Global Competitiveness*, Pinter, London.
- Cooke, P. & Memedovic, O. (2003), Strategies for regional innovation systems: Learning transfer and applications, Technical report, UNIDO United Nations Industrial Development Organization.
- Cope, M. (2000), 'Managing your knowledge -not your time', *Knowledge Management Review* **3**(5), 30–34.
- COTEC (1998), El sistema español de innovación. diagnósticos y recomendaciones, in 'Libro Blanco', Fundación COTEC, España.

- COTEC (2003), Nuevos mecanismos de transferencia de tecnología, *in* 'Debilidades y oportunidades del Sistema Español de Transferencia de Tecnología', Fundación COTEC, España.
- Czarnitski, D. & Spielkamp, A. (2000), Business services in germany: bridges for innovation, Discussion Paper 00-52, ZEW, ZEW, Mannheim.
- Dalum, B., Holmén, M., Jacobsson, S., Preast, M., Rickne, A. & Villumsen, G. (1999), *The Economic Challenge for Europe*, Edward Elgar Publishing, UK, chapter Changing the regional system of innovation.
- Davenport, T. (1997a), 'Knowledge management case study: Knowledge management at ernst & young', "<http://www.itmweb.com/essay537.htm>".
- Davenport, T. (1997b), 'Knowledge management case study: Knowledge management at microsoft', "<http://www.itmweb.com/essay536.htm>".
- Davenport, T. (1999), *Ecología de la Información*, Oxford University Press, México.
- Davenport, T. & Prusak, L. (1998), *Working Knowledge*, Harvard Business Scholl Press, Boston.
- Davidow, W. & Malone, M. (1992), *The Virtual corporation*, Harper-Collins, New York.
- Dawson, P. (1997), 'In at the deep end: conducting processual research on organisational change', *Scandinavian Journal of Management* **13**, 389-405.
- Díaz, E. & Heler, M. (1985), *El conocimiento científico*, Buenos Aires.
- DelaMothe, J. & Paquet, G. (1998), *Local and Regional Systems of Innovation*, Kluwer Academie Publications, Norwell.
- Denzin, N. & Lincoln, Y. (2000), *Handbook of Qualitative Research*, Sage Publications, London, chapter The Discipline and Practice of Qualitative Research, pp. 1-28.
- D.J., T., Rumelt, R., Dosi, G. & Winter, S. (1994), 'Understanding corporate coherence', *Journal of economic behavior and organization* **23**, 1-30.
- Dodgson, M. (1996), *Technological collaboration: the dynamics of cooperation and industrial innovation*, Edward Elgar, Cheltenham, chapter Learning, trust and inter-firm technological linkages: some theoretical associations.
- Dodgson, M. & Bessant, J. (1996), *Effective Innovation Policy: A New Approach*, International Thompson Business Press, London.
- Dosi, G. (1982), 'Technological paradigms and technological trajectories', *Research Policy* **11**(3).
- Dosi, G., Freeman, C. & Nelson, R. (1988), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publisher, London.

- Dosi, G. & Marengo, L. (1994), Toward a theory of organisational competencies, in R. England, ed., 'Evolutionary Concepts in Contemporary Economics', Michigan University Press.
- Drucker, P. (1986), *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles.*, Heinemann, London.
- Drucker, P. (1988), 'The society of new organizations', *Harvard Business Review* 70(5), 95–104.
- DTI (1998), Our competitive future: Building the knowledge driven economy, Technical report, Department of Trade and Industry, London.
- DTI (2003), Competing in the global economy: the innovation challenge, Technical report, Department of Trade and Industry, London.
- DTI, ed. (1999), *Economics of the knowledge Driven Economy*, Department of Trade and Industry, London.
- Earl, M. (1997), *Knowledge in organizations*, Butterworth-Heinemann, Boston, USA, chapter Knowledge as strategy: Reflections on Skandia International and Shorko Films, pp. 1–15.
- Edquist, C. (1997), *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*, Pinter Publishers, London.
- Edquist, C. (2001), Systems of innovation for development, Technical report, UNIDO World Industrial Development Report (WIDR). Background paper for Chapter 1: "Competitiveness, innovation and Learning: Analytical Framework".
- Edquist, C. (2004), Systems of innovation: Perspectives and challenges, in J. Fagerberg, D. Mowery & R. Nelson, eds, 'The Oxford Handbook of Innovation', Oxford University Press, Oxford.
- Edquist, C., Hommen, L., Johnson, B., Lemola, T., Malerba, F., Reiss, T. & Smith, K. (1998), The ise policy statement -the innovation policy implications of the "innovations systems and european integration", Technical report, Research Project funded by the TSER programme (DG XII), Linköping University.
- Edvinson, L. & Sullivan, P. (1995), 'Developing a model for managing intellectual capital', *European Management Journal* .
- Edvinsson, L. & Malone, M. (1997), *Intellectual capital: realizing your company's true value by finding its Hidden Brainpower*, HarperBusiness, New York.
- Eichhorst, W., Profit, S. & Thode, E. (2001), *Benchmarking Deutschland: Arbeitsmarkt und Beschäftigung, Bericht der Arbeitsgruppe Benchmarking und der Bertelsmann Stiftung*, Springer-Verlag, Berlin.

- Eisenhardt, K. (1989), 'Building theories form case study research', *Academy of Management Review* 19(4), 532–550.
- Escorsa, P. & Valls, J. (2003), *Tecnología e innovación en la empresa. Dirección y gestión*, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Espana.
- Etzkowitz, H. (2003), 'Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations', *Social Science Information* 42(3), 293–337.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (1997), *Universities and and the Global Knowledge Economy, A Triple Helix of university-industri-government relations*, Printer, London.
- FCCyT (2006a), Conocimiento e innovación en méxico: Hacia una política de estado. elementos para el plan nacional de desarrollo y el programa de gobierno 2006-2012, Technical report, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C., México.
- FCCyT (2006b), Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en méxico (2000-2006), Technical report, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C., México.
- Fernández de Lucio, I. (1997), Diseño de las unidades de vinculación universidad-empresa: Una visión desde españa, in 'Cooperación Universidad-Empresa: experiencias comparadas', CINDA, Santiago de Chile, pp. 265–286.
- Fernández de Lucio, I. & Castro, E. (2001), *Innovacion y Sistemas de Innovacion*, Espana.
- Fernández de Lucio, I. & Conesa, F. (1996), *Estructuras de Interfaz en el Sistema Español de Innovación. Su papel en la Difusión de Tecnología*, UPV, Universidad Politècnica de Valencia.
- Fernández de Lucio, I., Rojo, J. & Castro, E. (2003), Enfoques de políticas regionales de innovación en la unión europea, Technical report, Academia Europea de Ciencias y Artes, España.
- Fisher, M. (2001), 'Innovation, knowledge creation and systems of innovation', *The Annals of Regional Science* 35(2), 199–216.
- Foray, D. & Lundvall, B. (1996), The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy, in 'Employment and growth in the knowledge-based economy', OECD, París.
- Fransman, M. & Tanaka, S. (195), *The Biotechnology Revolution?*, Blackwell, Oxford, chapter The Strengths and Weaknesses of the Japanese Innovation System in Biotechnology, pp. 431–483.
- Freeman, C. (1982), *The economic of industrial innovation*, Pinter, London.
- Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance*, Pinter, London.



- Freeman, C. & B.A., L. (1988), *Small countries facing the technological revolution*, Pinter, London and New York.
- Freeman, C. & Soete, L. (1997), *The economics of industrial innovation*, third edn, Pinter, London.
- Gannon, A. (1998), 'Knowledge management case study: Knowledge management at hewlett-packard', " <http://www.ikmagazine.com/xq/asp/sid.0/articleid.3AB68B45-2503-460B-A131-FB18FCA845D8/qx/display.htm>".
- García, A., Fernández, I., Gutiérrez, A. & Castro, E. (2003), 'Industry-university interactions in valencia, a peripheral european region', *Revista Espacios* 24(2).
- Garud, R. (1997), 'On the distinction between know-how, know-why, and know-what', *Advances in strategic management* 14, 81–101.
- Garvin, D. (1993), 'Building a learning organisation', *Harvard Business Review* .
- Garvin, D. (1998), 'The processes of organization and management', *MIT Sloan management review* 39(4), 33–50.
- Gee, S. (1981), *Technology transfer, innovation, and international competitiveness.*, Wiley, New York.
- Geisler, E. & Rubinstein, A. (1989), University-industry relations: A review of major issues, in A. Link & G. Tassej, eds, 'Co-operative Research and Development: The Industry-University- Government Relationship', Kluwer Academic Publishers, London.
- Geuna, A. (1997), 'Determinants of university participation in eu funded r&d cooperative projects', *Research Policy* 26.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1994), *The new production of knowledge*, Sage, London.
- Gibson, Q. (1982), *La lógica de la investigación social*, Madrid.
- Góngora, C. (2003), Inversión de capital de riesgo en empresas de base tecnológica en méxico, Master's thesis, Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey, Monterrey, México.
- Gordillo, J. (1998), La gestión del conocimiento científico y tecnológico como factor básico de innovación y crecimiento en las sociedades globalizadas, Tesis doctoral, Departamento de conservación y restauración de bienes culturales, Universidad Politécnica de Valencia.
- Grossman, G. & Helpman, E. (1991), *Innovation and Growth. Technological Competition in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Grupp, H., Albrecht, E. & Koschatzky, K. (1992), By way of introduction: Alliances between science research and innovation research, in 'Dynamics of Science based Innovation', Grupp, H., Berlin.

- Guerra, D. (2005), *Metodologías para dinamizar los Sistemas de Innovación*, Instituto Politécnico Nacional, México,DF.
- Hakkarainen, K., Palonen, T., Paavola, S. & Lehtinen, E. (2001), Networked expertise professional and educational perspectives, Technical report, Sitra Research Programme on the National Innovation System, Helsinki and Turku, Sitra.
- Hall, B.H., L. A. S. J. (2001), 'Barriers inhibiting industry from partering with universities: evidence from the advanced technology program', *The Journal of Technology Transfer* **26**, 87–98.
- Hallberg, K. (2000), A market-oriented strategy for small and medium-scale enterprises, Technical report, International Finance Corporation, The World Bank.
- Hammer, M. & Champy, J. (1994), *Reingeniería*, Grupo Editorial Norma, Barcelona.
- Harding, R. (2003), 'New challenges for innovation systems: a cross country comparison', *International Journal of Technology Management* **26**(2–4), 226–246.
- Hargadon, A. (1998), 'Firms as knowledge brokers: lessons in pursuing continuous innovation', *California Management Review* (40), 209–227.
- Hargadon, A., S. R. (1997), 'Technology brokering and innovation in a product development firm', *Administrative Science Quarterly* (42), 718–749.
- Henderson, R., Jaffe, A. & Trajtenberg, M. (1998), 'Universities as a source of commercial technology: a detailed analysis of university patenting, 1965-1988', *Review of Economics and Statistics* **65**, 119–127.
- Hertog, J. & Schroder, P. (1995), *Onderzoek in Organisaties. Een methodologische reisgids*, van Gorcum, Assen.
- Hertog, P., Roelandt, T., Boekholt, P. & Gaag, H. (1995), 'Assesing the distribution power of national innovation systems.pilot study:the netherlands', (STB/95/051).
- Hessen, J. (1926), *Teoría del conocimiento*, Argentina.
- Hidalgo, A. & Albors, J. (2004), 'La internacionalización de la tecnología a través de los proyectos de innovación iberoeka', *Cuadernos de economía y dirección de la empresa* (20), 57–82.
- Hidalgo, A., G. León, G. & Pavón, J. (2002), *La Gestión de la Innovación y la Tecnología en las Organizaciones*, Pirámide.
- Hidalgo, A. & León, G. (2006), 'La importancia del conocimiento científico en el proceso innovador', *Revista Sistema Madri+d* **17**.
- Hidalgo, A., V. J. & Rey, A. (2004), Innovation management and the knowledge - driven economy, Technical report, European Commission, Brussels-Luxembourg. The

study was performed by an international consortium of organisations lead by the Universidad Politécnica de Madrid as a leading partner.

- Homas, G. (1950), *The Human Group*, Harcourt Brace, New York.
- Houghton, J. & Sheehan, P. (2000), A primer on the knowledge economy, Technical report, Centre for Strategic Economic Studies, Victoria University.
- Howells, J. (1999a), Regional systems of innovation, in H. J. Archibugi, D. & J. Michie, eds, 'Innovation Policy in a Global Economy', Cambridge University Press, Cambridge(US).
- Howells, J. (1999b), 'Research and technology outsourcing and innovation systems: an exploratory analysis', *Industry and Innovation* (6), 111–129.
- Howells, J. (2006), 'Intermediation and the role of intermediaries in innovation', *Research Policy* (35), 715–728.
- Howells, J. & Roberts, J. (2000), 'From innovation systems to knowledge systems', *Prometheus* 18(1), 17–31.
- Howes, R. & Chambers, R. (1980), *Indigenous technical knowledge: Analysis, implications and issues*, University Press of America, Lanham, chapter Indigenous Knowledge Systems and Development, pp. 329–340.
- IMPI (2007), Impi en cifras 2007, Technical report, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Dirección Divisonal de Promoción y Servicios de Información Tecnológica, México.
- INEGI (2002), 'Banco de información económica (bie)', <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/bdiesi/bdie.html>.
- INEGI (2004), 'Módulo de innovación e investigación del censo económico 2004', <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=14143>.
- INEGI (2005), Censos económicos 2004, Technical report, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI (2008), México de un vistazo 2008, Technical report, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México.
- Itami, H. (1980), *Keiei Senryaku no Ronri (The Logic of Business Strategy)*, Nihon Keizai Shimbunsha, Tokyo.
- Jensen, M., B., J., Lorenz, N. & Lundvall, B. (2004), Codification and modes of innovation, Technical report, DRUID, Denmark.
- Johannisson, B. (1991), 'University training for entrepreneurship: Swedish approaches', *Entrepreneurship and Regional Development* (3), 67–82.

- Johnson, B. (1992), *National systems of innovation - towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, London, chapter Institutional learning.
- Johnson, B. & Gregersen, B. (1994), 'System of innovation and economic integration', *Journal of Industry Studies* (2), 1–18.
- Johnson, J., Edquist, C. & Lundvall, B. (2003), Economic development and the national innovation system approach, in 'First Globelics Conference', Globelics, Rio.
- Johnson-Laird, P. (1983), *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Jones, C. (2004), *Handbook of Economic Growth*, Vol. 1, Elsevier, University of California, Berkeley and NBER, chapter Growth and Ideas, pp. 1063–1111.
- Katz, J. (1974), *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Klevorick, A., Levin, R., Nelson, R. & Winter, S. (1995), 'On the sources and significance of inter-industry differences in technological opportunities', *Research Policy* (24), 185–205.
- Kline, S. (1985), 'Innovation is not a linear process', *Research Management* 28(4), 36–45.
- Kline, S. & Rosenberg, N. (1986), An overview of innovation, in Landau & Rosenberg, eds, 'The positive Sum Estrategy', *Harnessing Technology for Economic Growth*, Washington, D.C., pp. 275–306.
- Kogut, B. & Zander, U. (1992), 'Knowledge of the firm, combinative capabilities and the replication of technology', *Organisational Science* 3(3), 383–397.
- KPMG, M.-C. (1998), Knowledge management research report, Technical report, KPMG Management Consulting, London.
- KPMG, M.-C. (2000), Knowledge management research report, Technical report, KPMG Management Consulting, London.
- Kuhn, T. (1993), *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Santiago.
- Lalkaka, R. (2002), National innovation systems: Role of research organizations and enterprises, in 'IV International Symposium On Environmental Biotechnology', Veracruz, Mexico.
- Lall, S. (2000), *Competitiveness, skills and technology*, Edward Edgar, Cheltenham.
- Lall, S. (2001), *Competitiveness, Technology and Skills*, Edward Elgar Publishers, chapter The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-98.

- Landabaso, M. (1995), *Promoción de la Innovación en la política regional comunitaria*, Universidad del País Vasco, Bilbao.
- Langrish, J. (1972), *Wealth from Knowledge*, MacMillan, London.
- Lankhuizen, M. & Woolthuis, R. (2003), The national systems of innovation, approach and innovation by smes, Technical Report H200309, SCientific Analysis of Entrepreneurship and SMEs (SCALES). Research Report.
- Leff, E. (1994), *Ecología y capital*, Siglo XXI Editores, México.
- Leff, E. c. (1986), *Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*, México.
- Leibenstein, H. (1976), *Beyond Economic Man. A new foundation for microeconomics*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Leibowitz, J. (1999), 'Key ingredients to the success of an organization's knowledge management strategy', *Knowledge and Process Management* 6(1), 37–40.
- Leiponen, A. (2001), *Innovation and Firm Performance*, Econometric Explorations of Survey Data Palgrave, London, chapter Why do firms not collaborate ? Competences, R&D collaboration, and innovation under different technological regimes.
- Leonard-Barton, D. (1995), *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*, Harvard Business School Press, Boston.
- Levinson, N. & Minoru, A. (1995), 'Cross-national alliances and interorganizational learning', *Organization Dynamic* 24(2), 50–63.
- Leydesdorff, L. & Etzkowitz, H. (1996), 'Emergence of a triple helix of university-industry-government relations', *Science and Public Policy* 5(23).
- Little, A. D. (2000), 'Technology transfer', Questionnaire.
- Liu, X. & White, S. (2001), 'Comparing innovation systems: a framework and application to chine's transtional context', *Research Policy* (30).
- Ilee, V. (1997), 'Chevron maps key process and transfers best practices', "<http://www.webcom.com/quantera/Chevron.html>".
- Long, J. (1989), *Cognitive ergonomics and human-computer interaction*, Cambridge series on human-computer interaction, Cambridge University Press, Cambridge, chapter Cognitive ergonomics and human-computer interaction, pp. 4–11.
- Lundgren, A. (1993), 'Technological innovation and the emergence and evolution of industrial networks: the case of digital image technology in sweden', *Advances in International Marketing* 5, 145–170.
- Lundvall, B. (1985), 'Product innovation and user-producer interaction', *Industrial Development Research Series* (31).

- Lundvall, B. (1988), Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the national system of innovation, *in* G. e. a. Dosi, ed., 'Technical Change and Economic Theory', Frances Pinter, London.
- Lundvall, B. (1992), Introduction, *in* B. Lundvall, ed., 'National Systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning', Pinter Publishers, London, pp. 1–19.
- Lundvall, B. (1996), The social dimension of the learning economy, University of Aalborg.
- Lundvall, B. (2002), *Innovation, Growth and Social Cohesion. The Danish Model*, Elgar, Cheltenham, UK.
- Lundvall, B. (2004), Why the new economy is learning economy, Technical report, DRUID, Aalborg University.
- Lundvall, B. (2005), National innovation systems: analytical concept and development tool, *in* 'DRUID Conference', Denmark.
- Lundvall, B. & Borrás, S. (1997), The globalising learning economy: Implications for innovation policy, Technical report, European Commission, Buxelles.
- Lundvall, B. & Christensen, J. (1999), Extending and deeping the analysis of innovation systems - with empirical illustrations from the disko-project, Technical Report 99–12, DRUID, Aalborg University.
- Lundvall, B. & Johnson, B. (1994), 'The learning economy', *Journal of Industry Studies* 1(2), 23–42.
- Lynn, L.H., R.Ñ. & Aram, J. (1996), 'Linking technology and institutions: the innovation community framework', *Research Policy* (25), 91–106.
- Machado, F. (2000), Competitividad e innovación tecnológica en el actual contexto económico global, Technical report, CENIDET, Cuernavaca, México.
- Machlup, F. (1980), *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance*, Vol. I. Knowledge and Knowledge Production, Princenton University Press, Princenton.
- Machlup, F. (1982), *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance*, Vol. II. The Branches of Learning, Princenton University Press, Princenton.
- Machlup, F. (1984), *Knowledge: Its Creation, Distribution and Economic Significance*, Vol. III. The Economics of Information and Human Capital, Princenton University Press, Princenton.
- Maleki, E. (1997), *Technology and Economy Development*, 2nd edn, Longman, Essex.
- Malerba, F. (1998), Public policy and industrial dynamics - an evolutionary perspective. systems of innovation research program, Technical report, ISE Report project 3.1.1. Department of Technology and Social Change, Linköping University.

- Malerba, F. & Orsenigo, L. (1990), Technological regimes and patterns of innovation: a theoretical and empirical investigation of the Italian case, in A. Heertje, R. Nelson & N. Rosenberg, eds, 'Technical Innovation and National Systems', Oxford University Press, London.
- Malerba, F. & Orsenigo, L. (1993), 'Technological regimes and firm behavior', *Industrial and Corporate Change* 2(11), 45–71.
- Malerba, F. & Orsenigo, L. (1996), 'The dynamics and evolution of industries', *Industrial and Corporate Change* 5(1), 51–87.
- Malerba, F. y Orsenigo, L. (1996), 'Schumpeterian patterns of innovation are technology-specific', *Research Policy* (25), 451–478.
- Malhotra, Y. (1997), Knowledge management in inquiring organizations, in 'Proceedings of 3rd Americas Conference on Information Systems (Philosophy of Information Systems Mini-track)', Indianapolis.
- Mansfield, E. (1986), *Innovation, Technology and the Economy. The Selected Essays of Edwin Mansfield*, Edward Elgar, US, chapter Patents and innovation: An empirical study, pp. 272–280.
- Marcuse, H. (1969), *El hombre unidimensional*, Barcelona.
- Masuda, Y. (1990), *Managing in the Information Society*, Blackwell, New York.
- Maxwell, J. (1996), *Qualitative Research Design. An Interactive Approach*, Sage Publishing, California.
- Metcalfe, S. (1995), The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives, in P. Stoneman, ed., 'Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change', Blackwell Publishers, Oxford(UK)/Cambridge(US).
- Miles, I. (2000), 'Services innovation: coming of age in the knowledgebased economy', *International Journal of Innovation Management* (4), 371–389.
- Miles, I., Kastrinos, N., Flanagan, K., Bilderbeek, N., den Hertog, P., Huntink, N. & Bouman, M. (1994), Knowledge-intensive business services: users, carriers and sources of innovation, Technical report, PREST.
- Morin, J. (1985), *L'excellence technologique.*, Publi Union, Paris.
- Morin, J. & Seurat, R. (1989), *Le management des ressources technologiques*, Les Editions d'Organisation, Paris.
- Mortensen, J., Eustace, C. & Lannoo, K. (1997), Intangibles in the European economy, in 'CEPS workshop on intangibles in the European economy', Brussels.

- Mowery, D. & Rosenberg, N. (1989), *Technology and the Pursuit of Economic Growth*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Muller, J. & Watts, D. (1993), 'Modelling and muddling: The long route to new organisations', *European Management Journal* 11, 361–366.
- Mytelka, L. & Farinelly, F. (2000), Local clusters, innovation systems and sustained competitiveness, Technical report, UNU/INTECH Discussion Paper Series 2005, Maastrich, The Netherlands.
- Narula, R. (2004), Understanding absorptive capacities in an "innovation systems" context: consequences for economic and employment growth, Technical report, Copenhagen Business School, and University of Oslo.
- Nasierowski, W. & Arcelus, F. (1999), 'Interrelationships among the elements of national innovation systems: A statistical evaluation', *European Journal of Operational Research* 119(2), 235–253.
- Nasierowski, W. & Arcelus, F. (2000), On the stability of countries' national technological systems, in S. Zanakis, G. Doukidis & C. Zopounidis, eds, 'Decision Making: Recent Developments and Worldwide Applications', Kluwer, Dordrecht.
- Nelson, R. (1993a), *National Innovation systems: a comparative analysis*, Oxford University Press, London.
- Nelson, R. (1993b), A retrospective, in 'National Systems of innovation: A comparative study', Oxford University Press, Oxford, pp. 505–523.
- Nelson, R. & Sampat, B. (2001), 'Las instituciones como factor que regula el desempeño económico', *Economía institucional* (5).
- Nelson, R. & Winter, S. (1977), 'In search of a useful theory of innovation', *Research Policy* 6(1), 36–76.
- Nelson, R. & Winter, S. (1982), *An Evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Neustadt, R. & Fineberg, H. (1978), The swine flu affair: Decision making on a slippery disease, Technical report, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- Niosi, J. (2002), 'National systems of innovations are "x-efficient" (and x-effective). why some are slow learners', *Research Policy* .
- nola, R. A. E. (1993), *Diccionario de la Real Academia Española*.
- Nonaka, I. (1991), 'The knowledge-creating company', *Harvard Business Review* 69, 96–104.
- Nonaka, I. (1994), 'A dynamic theory of organizational knowledge creation', *Organizational Science* 5(1), 14–37.



- Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1995), *The knowledge creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Nonaka, I., Toyama, R. & Byosiere, P. (2003), *Handbook of Organizational Learning and Knowledge*, Oxford University Press, Oxford, chapter A theory of organization knowledge creation: understanding the dynamic process of creating knowledge, pp. 491–517.
- Nonaka, I., Toyama, R. & Konno, N. (2000), 'Secci, ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation', *Long Range Planning* **33**(1), 5–34.
- OECD (1963), *Ciencia, crecimiento económico y política gubernamental*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1964), *La medición de actividades científicas y técnicas (manual de frascati)*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1971), *Science, growth and society*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1980), *Technical change and economic policy*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1990), *Proposed standard method of Compiling and Interpreting Technology Balance of Payments Data ("TBP Manual")*, OECD, París.
- OECD (1991), *Tep, le programme technologie/economic. la technologie dans un monde en evolution*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1992), *Technology and the economy. the key relationships*, Technical report, OECD, París. The Technology/Economy Programme.
- OECD (1996), *The knowledge-based economy*, Technical report, París.
- OECD (1997), *National innovation systems*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1998), *Technology, productivity and job creation: Best policy practices*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1999a), *Boosting innovation: The cluster approach*, Technical report, OECD, París.
- OECD (1999b), *Managing national innovation systems*, Technical report, OECD, París.
- OECD (2000), *Main science and technology indicators*, Technical report, OECD, París.
- OECD (2001a), 'Beyond the hype. the oecd growth project'.
- OECD (2001b), *Innovative clusters - drivers of national innovation systems*, Technical report, OECD, París.
- OECD (2001c), *Innovative networks - co-operation in national innovation systems*, Technical report, OECD, París.

- OECD (2001*d*), Innovative people: Mobility of skilled personnel in national innovation systems, Technical report, OECD, París.
- OECD (2002*a*), Benchmarking industry-science relationships, Technical report, París.
- OECD (2002*b*), Dynamising national innovation systems, Technical report, OECD, París.
- OECD (2005), Manual de oslo. guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, Technical report, París.
- O'Farrell, P. & Moffat, L. (1991), 'An interaction model of business service production and consumption', *British Journal of Management* (2), 205–221.
- O'Farrell, P. & Wood, P. (1999), 'Formation of strategic alliances in business services: towards a new client-oriented conceptual framework', *The Services Industries Journal* (19), 133–151.
- Oliver, A. & Liebeskind, J. (1998), 'Three levels of networking for sourcing intellectual capital in biotechnology: implication for studying interorganizational networks', *International Stu. Management* 27(4), 76–103.
- Oltra, V. (2002), Influencia de las políticas de recursos humanos en los procesos de desarrollo y gestión del conocimiento, Phd dissertation, Universidad de Valencia, España.
- on the Intangible Economy, H. L. E. G. (2001), The intangible economy -impact and policy issues, Technical Report ISBN 92-894-0019-6, European Comission's HLEG on the Intangible Economy, Luxembourg. by C. Eustace.
- Oosterwijk, H. (2003), Sectoral Variations in National Systems of Innovation, PhD thesis, Utrecht University.
- Palacios, D. (2002), La creación de competencias distintivas dinámicas mediante la gestión del conocimiento y su efecto sobre el desempeño: análisis empírico en las industrias de biotecnología y telecomunicaciones, PhD thesis, Universitat Jaume I, Castellon.
- Paredes, O. & Loyola, R. (2006), 'El conocimiento y la innovación, los grandes ausentes para el desarrollo y la competitividad en méxico', *Reencuentro* 45, 1–12.
- Park, Y.-T. (1999), 'Technology difussion policy: a review and classification of policy practices', *Technology in Society* 21, 275–286.
- Patel, P. & K., P. (1988), National systems of innovation under strain: The internationalisation of corporate r, and d, Technical report, SPRU, University of Sussex.
- Patel, P. & Pavitt, K. (1994*a*), 'The nature and economic importance of national innovation systems', *STI Review, OECD* (14), 9–35.
- Patel, P. & Pavitt, K. (1994*b*), Technological competencies in the world's largest firms: characteristics, constrains, and scope for managerial choice, Technical Report 13, Steep discussion paper.

- Patton, M. (1990), *Qualitative Evaluation and Research Methods*, 2nd edn, Sage Publishing, London.
- Pavitt, K. (1984), 'Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory', *Research Policy* (13), 343–373.
- Pavón, J. & Goodman, R. (1981), Proyecto modeltec. la planificación del desarrollo tecnológico, Technical report, CDTI-CSIC, Madrid.
- Pavón, J. & Hidalgo, A. (1999), *Gestión e innovación. Un enfoque estratégico*, Pirámide, madrid.
- Pedler, M., B. J. & Boydell, T. (1991), *The learning Company. A Strategy for Sustainable Development*, McGraw-Hill Book Company, London.
- Piater, A. (1987), Transectorial innovations and the transformation of firms., Vol. 5, pp. 205–231.
- Pilorget, L. (1993), 'Innovation consultancy services in the european community', *International Journal of Technology Management* (8), 687–696.
- Pisano, G. (1990), 'The r&d boundaries of the firm: an empirical analysis', *Administrative Science Quarterly* 35, 153–176.
- Polanyi, M. (1966), *The Tacit dimension*, Routledge and Kegan Paul, London.
- Polt, W., Rammer, C., Scharting, D., Gassler, H. & Schibany, A. (2001), 'Benchmarking industry-science relations: the role of framework conditions', *Science and Public Policy* 28(4), 247–258.
- Ponjuán, G. (1998), *Gestión de Información en las organizaciones: Principios, conceptos y aplicaciones*, Impresos Universitaria, Chile.
- Pontikakis, D., McDonnell, T. & Geoghegan, W. (2005), Conceptualising a national innovation system: Actor roles and incentives, Technical report, Centre for Innovation and Structural Change, National University of Ireland, Galway, Ireland.
- Porter, M. (1990), *The Competitive advantage of nations*, Free Press, New York.
- Porter, M. (1999), Innovative capacity and prosperity: The next competitiveness challenge, Technical report, World Economic Forum. in Global Competitiveness Report 1999.
- Provan, K. & Human, S. (1999), *Interfirm Networks: Organization and Industrial Competitiveness*, Routledge, London, chapter Organizational learning and the role of the network broker in small-firm manufacturing networks, pp. 185–207.
- Prusak, L. (1997), *Knowledge in Organizations*, Butterworth-Heinemann, EEUU.
- Pyme, C. (2007), 'Sistema de información sobre servicios tecnológicos', [http://www.contactopyme.gob.mx/servicios/Asistencia\\_Tecnica/SISTEC/](http://www.contactopyme.gob.mx/servicios/Asistencia_Tecnica/SISTEC/).

- Quinn, J. (1992), *Intelligent enterprise: A knowledge and service based paradigm for industry*, The Free Press, New York.
- Ramos, M. (2002), Reflexiones sobre la vinculación de la actividad científica y tecnológica con el sector productivo, in 'Memorias I Reunión Nacional e Internacional de Gestión de Investigación y Desarrollo', UCV-FCES, Caracas.
- Revilla, E. (1996), *Factores Determinantes del Aprendizaje Organizativo. Un Modelo de Desarrollo de Productos*, Club Gestión de Calidad, Madrid.
- Richards, P. (1985), *Indigenous Agricultural Revolution: Ecology and Food Production in West Africa*, Hutchinson, London.
- Riesco, M. (2007), *El Negocio es el Conocimiento*, Diaz de Santos, España.
- Roberts, H. (1999), The control of intangibles in the knowledge-intensive firm, in 'Paper presented at the 22 Annual Congress of the European Accounting Association', Bordeaux.
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1999), *Metodología de la Investigación Cualitativa*, Ediciones Aljibe, Málaga, España.
- Romer, P. M. (1986), 'Increasing returns and long-run growth', *Journal of Political Economy* 94(5), 1002–10037. University of Chicago Press.
- Rosenberg, N. (1969), 'The direction of technological change: Inducement mechanisms and focusing devices', *Economic Development and Cultural Change* 18(1), 1–24.
- Rosenberg, N. (1976), Technological change in the machine tool industry, 1840-1910, in 'Perspectives on Technology', Cambridge University Press, Cambridge.
- Rosenberg, N. (1982), *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Rothwell, R. (1977), 'The characteristics of successful innovators and technically progressive firms', *R, and D Management* 7(3), 191–206.
- Rothwell, R. (1983), 'Innovation and firm size: A case of dynamic complementarity', *Journal of General Management* 8(26), 5–25.
- Rothwell, R. (1992), 'Successful industrial innovation: Critical success factors for the 1990s', *Research Policy* 22(3), 221–239.
- Rothwell, R., Freeman, C., Horsley, A., Jervis, V., Robertson, A. & Townsend, J. (1974), 'Sappho updated-project sappho phase ii', *Research Policy* 3(3), 258–291.
- Roussel, P. (1991), *Tercera generacion de I+D. Su integracion en la estrategia de negocio*, McGraw-Hill, Madrid.
- Rubio, J. (2007), *La política educativa y la educación superior en México. 1995-2006: Un balance*, Fondo de Cultura Económica, México.

- Sabatier, P. (1988), 'An advocacy coalition framework of policy change and the role of policy-oriented learning therein', *Policy Sciences* (21), 129–161.
- Sabatier, P. A. & Jenkins-Smith, H. C. (1997), *Theories of the policy process*, Westview Press, Boulder, Colorado, chapter The advocacy coalition framework: An assessment.
- Santoro, M. (2000), 'Success breeds success: the linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry-university collaborative ventures', *The Journal of High Technology Management Research* 11(2), 255–273.
- Santoro, M. & Chakrabarti, A. (2002), 'Firm size and technology centrality in industry-university interactions', *Research Policy* 31, 1163–1180.
- Saviotti, P. & Metcalfe, J. (1991), *Evolutionary theories of economic and technological change: present state and future prospects*, Harwood.
- Saxenian, A. (1994), *Regional Advantage, Culture and Competition in Silicon Valley and Route*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- Sábato, J. & Botana, N. (1968), 'La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América latina', *Revista de Integración* (3).
- Schartinger, D., Schibany, A. & Gassler, H. (2001), 'Interactive relations between universities and firms: Empirical evidence for Austria', *Journal of Technology Transfer* 26, 255–268.
- Schienstock, G. (2001), *Informational Societies. Understanding the Third Industrial Revolution*, Tampere University Press, London, chapter From Technological Control of Production Towards a Meaning-Based Co-Ordination of Action: New ICT Applications and an Alternative Organisation Logic.
- Schmidth-Tiedeman, K. (1982), 'A new model of the innovation process', *Research Management* 2(25), 18–21.
- Schmoch, U. (2003), *Hochschulforschung und Industrieforschung, Perspektiven und Interaktion*, Campus Forschung Band 858, Campus Verlag, Frankfurt, New York.
- Schmoch, U., Licht, G. & Reinhard, M. (2000), *Wissens- und Technologietransfer in Deutschland*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Schmookler, J. (1966), *Invention and Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge, Ma.
- Schon, D. (1987), *Teaching by the Case Method*, Harvard Business School, Boston, MA., chapter The Crisis of Professional Knowledge and the Pursuit of an Epistemology of Practice.
- Schumpeter, J. (1912), *Teoría del desarrollo económico*, Fondo de cultura Económica, México.

- Schumpeter, J. (1968), *La teoría económica y la historia empresarial*, Oikos, Barcelona.
- Scott, A. J. (1986), 'High technology industry and territorial development: the rise of the orange county complex', *Urban Geography* (7), 3–45.
- Senge, P. (1990), *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*, Doubleday, New York.
- Shrivastava, P. (1983), 'A typology of organizational learning systems', *Journal of Management Studies* 20, 7–29.
- Shulman, L. (1986), *La investigación de la enseñanza I.*, Paidós, Barcelona, chapter Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea.
- Silverman, D. (2005), *Doing Qualitative Research*, 2nd edn, Sage Publications, London.
- Smith, K. (1995), 'Les interactions dans les systèmes de connaissances: justifications, conséquences au plan de l'action gouvernementale et méthodes empiriques', *STI Revue, OCDE* (16), 74–114.
- Smith, K. (1997), Economic infrastructures and innovation systems, in C. Edquist, ed., 'Systems of innovation: TEchnologies, Insitutions and organisations', Pinter, London.
- Spender, J.-C. (2000), *Knoweldge Horizons: The present and promise of knowledge management*, Butterworth-Heinemann, chapter Managing knowledge systems, pp. 149–167.
- Stahl, N., Simpson, M. & Hayes, C. (1992), 'Ten recommendations from research for teaching high-risk college students', *Journal of Developmental Education* 16(1), 2–10.
- Stake, R. (2000), *Handbook of Qualitative Research*, Sage Publications, London, chapter Case Studies, pp. 435–454.
- Stankiewicz, R. (1995), *Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation*, Kluwer, Dordrecht, chapter The role of the science and technology infrastructure in the development and diffusion of industrial automation in Sweden, pp. 165–210.
- Stern, S., P. M. & Furman, J. (2000), The determinants of national innovative capacity, Technical Report N. 7876, NBER. Working Paper.
- Stern, S., Porter, M. & Furman, J. (1999), The determinants of national innovative capacity, Technical Report 00-034, Harvard Bussiness School, Working Paper, US.
- Stevenson-Wydler & Bayh-Dole (1980), 'Legislación federal para regular la transferencia y comercialización de las tecnologías de los laboratorios federales y universitarios'. Stevenson-Wydler Technology Innovation y Bayh-Dole Patents and Trademark Amendments Acts.Modificaciones posteriores se definen en Trademark Clarification Act (1984) PL 98-620 y Federal Technology Transfer Act (1986) PL 99-502.

- Stewart, T. (1997), *Intellectual Capital: The New Wealth of Organisations*, Nicholas Brealey Publishing, London.
- Storey, C. & Kelly, D. (2002), 'Innovation in services: the need for knowledge management', *Australian Marketing Journal* **10**(1), 59–70.
- Storper, M. (1989), 'The transition to flexible specialisation in the us film industry', *Cambridge Journal of Economics* (13), 237–305.
- Styhre, A. (2003), 'The knowledge-intensive company and the economy of sharing: rethinking utility and knowledge management', *Knowledge and Process Management* **9**(4), 228–236.
- Sveiby, K. (1990), *Kunskapsledning*, Ledarskap, Stockholm.
- Sveiby, K. (1997), *The New Organisational Wealth Managing and measuring Knowledge-Based Assets*, Berrett-Koehler, San Fransisco.
- Sveiby, K. & Lloyd, T. (1987), *Managing Knowhow - Add Value by Valuing Creativity*, Bloomsbury, London.
- Taylor, R. (1986), *Value-Added Process in Information System*, Ablex Publishing, New Jersey.
- Teece, D. (1986), 'Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy', *Research Policy* **15**, 285–305.
- Thompson, J. (1967), *Organizations in Action*, McGraw Hill, New York.
- Tidd, J., B. J. & Pavitt, K. (2001), *Managing Innovation. Integrating Technological, Market and Organizational change*, 2nd edn, John Wiley and sons, Chichester.
- Tornatzky, L. & Fleischer, M. (1990), *The Processes of Technological Innovation*, Lexington, Massachussetts, Lexington.
- Tudela, F. (1991), *Servicios Urbanos, gestión local y medio ambiente*, El Colegio de México, México, chapter El laberinto de la complejidad. Hacia un enfoque sistémico del medio ambiente y la gestión de los servicios urbanos en América Latina.
- Ulrich, H. (2001), 'Intellectual capital: a human capital perspective', *Journal of Intellectual Capital* **2**(2), 180–196.
- Valenti, P. (2000), *Territorio y Sistemas de Innovacion*, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia.
- Vavakova, B. (1995), 'Building research-industry partnerships through european r&d programmes', *International Journal of Technology Management* **10**(7/8), 567–586.
- Veugelers, R. & Cassiman, B. (2005), 'R&d cooperation between firms and universities. some empirical evidence from belgian manufacturing', *International Journal of Industrial Organization* **23**, 355–379.

- Vickery, G. (2000), Accounting for intangibles: Issues and prospects, in A. J. P. Buigues & J.-F. Marchipont, eds, 'Competitiveness and the Value of Intangible Assets', Edward Elgar, chapter 4.
- Viotti, E. (2002), 'National learning systems a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of brazil and south korea', *Technological Forecasting and Social Change* **69**, 653–680.
- von Hippel, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford University Press, New York.
- Walsh, J. & Ungson, G. (1991), 'Organizational memory', *Academy of Management Review* **16**(1), 57–91.
- Wang, C. & Ahmed, P. (2003), 'Organisational learning: a critical review', *The Learning Organization* **10**(1), 8–17.
- Warren, D. (1990), 'Indigenous knowledge systems and development', Background paper for Seminar Series on Sociology and Natural Resource Management.
- Wartofsky, M. (1978), *Introducción a la Filosofía de la Ciencia*, Madrid.
- Watkins, D. & Horley, G. (1986), *Small Business Research*, Gower, Aldershot, chapter Transferring technology from large to small firms: the role of intermediaries, pp. 215–251.
- WBI (2002), Program on knowledge for development, knowledge assessment methodology and scorecards, Technical report, World Bank Institute.  
**URL:** [www1.worldbank.org/gdln/kam.htm](http://www1.worldbank.org/gdln/kam.htm)
- Weick, K. (1995), *Sensemaking in Organizations*, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Wentscher, M. (1927), *Teoría del Conocimiento*, España.
- Whitley, R. (2000), *Divergent Capitalisms*, Oxford University Press, Oxford.
- Wiig, K. (1993), *Knowledge Management Foundations*, Schema Press, Arlington.
- Wolpert, J. (2002), 'Breaking out of the innovation box', *Harvard Business Review August* (71), 77–83.
- Wood, P. (2002), *Consultancy and Innovation: The Business Service Revolution in Europe*, Routledge, London.
- Worley, J. & Doolen, T. (2006), 'The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation', *Management Decision* **44**(2), 228–245.
- Yin, R. (1994), *Case study research: Design and Methods*, 2nd edn, Sage Publishing, Beverly Hills, CA.
- Yu, X. (1990), *International Economic Law*, University Press, Nanjing.



Zack, M. (2003), 'Rethinking the knowledge-based organization', *MIT Sloan management review* 44(4), 67-71.