



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**FACTORES CRÍTICOS PARA LA GESTIÓN EFICAZ
DE PROYECTOS DE INNOVACIÓN EN CENTROS
PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

DOCTOR EN INGENIERÍA

SISTEMAS-PLANEACIÓN

P R E S E N T A:

M. EN I. ALEJANDRO BARRAGÁN OCAÑA

T U T O R A:

DRA. JUDITH ZUBIETA GARCÍA

C O- T U T O R:

DR. JAIME JIMÉNEZ GUZMÁN



2 0 1 0

JURADO ASIGNADO:

Presidente: DR. LARA ROSANO FELIPE DE JESÚS
Secretario: DR. JIMÉNEZ GUZMÁN JAIME
Vocal: DRA. ZUBIETA GARCÍA JUDITH
1^{er} Suplente: DRA. DE GORTARI RABIELA REBECA
2^{do} Suplente: DR. SÁNCHEZ LARA BENITO

Lugar donde se realizó la tesis:
MÉXICO, D.F.

TUTORA DE TESIS:

DRA. JUDITH ZUBIETA GARCÍA



FIRMA

CO-TUTOR DE TESIS:

DR. JAIME JIMÉNEZ GUZMÁN



FIRMA

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Judith Zubieta:

Por todo el tiempo dedicado al desarrollo de esta tesis y por contribuir a mi formación profesional dentro de esta difícil carrera de investigación, le reitero mi mayor agradecimiento y admiración.

Al Dr. Jaime Jiménez:

Por todo su apoyo, guía e invaluable aportaciones para el mejoramiento de mi tesis Doctoral durante todas nuestras sesiones de trabajo.

Al Dr. Julio Landgrave (†):

Por ser la persona que motivó en mí este proyecto de vida tan importante, el cual me ha dado la oportunidad de conocer mi verdadera vocación.

A los Doctores Rebeca de Gortari, Felipe Lara, Benito Sánchez y Carmen del Valle:

Un sincero agradecimiento por las valiosas contribuciones realizadas para el mejoramiento de mi tesis Doctoral.

Al Dr. Álvaro Quijano:

Por todos sus consejos y aportaciones que contribuyeron a incrementar la calidad de mi investigación, pero sobre todo por ser un excelente amigo y persona.

A la Dra. Ángeles Olvera:

Por todo su apoyo y sus consejos.

A mis compañeros del Seminario de Planeación:

Por compartir conmigo avances y retrocesos durante todas las sesiones en el IIMAS, donde tuve la fortuna de compartir y debatir con ustedes múltiples avances de mi investigación.

A la UNAM:

Por permitirme cursar mis estudios de Doctorado en esta casa de estudios, así como también por el apoyo económico que se me otorgó para poder llevarlos a cabo.

Al CONACYT:

Por el apoyo económico que se me otorgó para realizar mis estudios de Doctorado y darme la oportunidad de continuar preparándome para tener un mejor futuro profesional.

A la DGEP:

Por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Doctorado.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado:

Por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Doctorado.

Al IIS de la UNAM:

Por el apoyo técnico y espacio brindado para la realización de mi tesis Doctoral.

Al proyecto PAPIIT IN 302208:

Educación, ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo, que se realiza en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS-UNAM) por el apoyo económico brindado.

A los directivos de los CPI+D visitados y al personal involucrado en todos los proyectos analizados, así como a todos los participantes del estudio Delphi:

Por sus valiosas aportaciones, apertura y buena acogida hacia los estudios realizados para la obtención de los resultados de esta investigación.

A la UAEMEX:

Por el apoyo institucional para la conclusión de mis estudios de Doctorado, en especial a la Dra. Magally Martínez y a la Dra. Rosamaría Valdovinos.

DEDICATORIAS

A mi esposa Brenda:

Por tu amor, apoyo y comprensión que siempre he recibido de tu parte. Hoy te dedico todos estos años de trabajo que culminan en la obtención de mi Grado de Doctor, te amo mucho.

A mi mamá, a mi tía Julieta, a mi tía Angélica y a tío Jorge (†):

Por todo su amor y apoyo incondicional en esta importante etapa de mi vida, las adoro con todo mi corazón. A mi tío por que sé que es un ángel que siempre me cuida.

A Alonso y a Cinthya:

Por estar siempre a mi lado y tratar de entenderme, los quiero mucho.

A mi tía Lety, mi papá Alfredo, mi tía Rayo, mi tío Manuel y a todos mis primos y primas:

Por que saben que son un pilar fundamental dentro de mi vida, muchas gracias por estar siempre a mi lado.

A mi suegro, mi suegra (†) y a mi cuñado:

Por estar siempre conmigo cuando los necesito, escuchándome y apoyándome. A mi suegra por que sé que siempre desde donde esté nos cuida y nos protege.

A todos mis amigos y amigas, en especial a Armando Esquivel, René Santos, Nora Rocha, Verónica Ramírez, Eusebio Soto (†), y Erendira Amaro:

Gracias por su compañía y apoyo brindado en todo momento.

CONTENIDO

	Página
Agradecimientos y dedicatorias:	iii
Resumen:	viii
Abstract	ix
Introducción:	1
Capítulo 1: Marco contextual	
1.1. Economía y sociedad del conocimiento.....	9
1.2. Sistemas nacionales y regionales de innovación.....	12
1.3. El papel de los centros públicos de investigación y desarrollo y su problemática.....	15
1.4. El desarrollo de la Ciencia y Tecnología en México.....	25
Capítulo 2: Marco teórico y conceptual	
2.1. Enfoque de sistemas.....	31
2.2. Información, aprendizaje, conocimiento e innovación.....	34
2.3. Gestión del conocimiento y de la innovación tecnológica.....	38
2.4. Factores que favorecen y factores que obstaculizan el éxito de proyectos de innovación.....	42
Capítulo 3: Abordaje metodológico	
3.1. Antecedentes.....	59
3.2. Propuesta metodológica.....	61
3.3. Introducción al estudio de caso.....	61
3.4. Aplicación del estudio de caso.....	65
3.5. Introducción a la técnica Delphi.....	68
3.6. Aplicación del estudio basado en la técnica Delphi.....	70
Capítulo 4: Análisis de resultados del estudio de caso y del estudio basado en la técnica Delphi	
4.1. Estudio de caso: descripción de los proyectos de innovación tecnológica.....	72
4.2. Identificación de los factores positivos y los factores negativos (estudio de caso).....	81
4.3. Análisis de los resultados del estudio basado en la técnica Delphi (validación).....	86
Discusión y conclusiones:	95
Bibliografía:	101
Anexos	
Anexo 1. Instrumento de validación.....	108
Anexo 2. Cuestionario para participantes en proyectos de innovación.....	113
Anexo 3. Cuestionario para clientes de proyectos de innovación.....	120
Anexo 4. Matriz de resultados del cuestionario tipo Likert.....	124
Anexo 5. Instrumento Delphi para la primera etapa.....	125

Anexo 6. Instrumento Delphi para la segunda etapa.....	129
--	-----

INDICE DE TABLAS, GRÁFICAS Y FIGURAS

Gráficas

Gráfica 1. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología/PIB (1995-2006).....	26
Gráfica 2. Producto Interno Bruto (precios corrientes) 1980-2008.....	27
Gráfica 3. Gasto en Ciencia y Tecnología con respecto al PIB (1996-2004).....	28
Gráfica 4. Principales categorías donde recayó la selección de factores positivos..	83
Gráfica 5. Principales categorías donde recayó la selección de factores negativos.	84
Gráfica 6. Selección de los factores positivos.....	86
Gráfica 7. Selección de factores negativos.....	87
Gráfica 8. Votación para las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores positivos.....	89
Gráfica 9. Votación para las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores negativos.....	90
Gráfica 10. Votación de las propuestas para promover los factores positivos.....	91
Gráfica 11. Votación de las propuestas para corregir los factores negativos.....	93

Tablas

Tabla 1. Porcentaje del presupuesto de algunos centros CONACYT cubierto con recursos propios.....	18
Tabla 2. Componentes del paquete tecnológico.....	41
Tabla 3. Agrupación de los factores a partir de la revisión de la literatura.....	47
Tabla 4. Casos de éxito en centros públicos de investigación y desarrollo.....	54
Tabla 5. Factores propuestos para su análisis en proyectos de innovación en CPI+D.....	55
.....	
Tabla 6. Proyectos de innovación exitosos y proyectos no exitosos seleccionados	66
Tabla 7. Primera evaluación de los factores positivos y de los factores negativos..	82
Tabla 8. Segunda evaluación de los factores positivos y de los factores negativos.	83
Tabla 9. Factores positivos seleccionados.....	84
Tabla 10. Factores negativos seleccionados.....	85
Tabla 11. Principales factores positivos seleccionados.....	88
Tabla 12. Principales factores negativos seleccionados.....	88
Tabla 13. Selección de las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores positivos.....	89
Tabla 14. Selección de las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores negativos.....	90
Tabla 15. Selección de las propuestas para promover de los factores positivos.....	92
Tabla 16. Selección de propuestas para corregir los factores negativos.....	93

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo consiste en la identificación y análisis de los factores críticos para la gestión eficaz de proyectos de innovación en centros públicos de investigación y desarrollo (CPI+D), mediante el cual estas instituciones puedan promover el conocimiento de los factores positivos y de los factores negativos que influyen en el éxito de un proyecto. Esto propiciará que los CPI+D disminuyan la incertidumbre que hoy en día experimentan en la transferencia tecnológica de sus proyectos, así como su inserción en el mercado en tiempos más cortos.

La identificación de estos factores fue realizada a partir de la revisión de la literatura y de un estudio de caso en el que se analizan proyectos de innovación tecnológica señalados por dos CPI+D como ejemplos de casos exitosos o no exitosos. La validación e identificación de los factores más importantes, el análisis de sus interrelaciones e influencia en el resultado final del proyecto, así como las alternativas para promover los factores positivos y atenuar los negativos, se llevó a cabo a través de la aplicación de la técnica Delphi entre un grupo de expertos de distintos CPI+D involucrados en actividades de gestión tecnológica.

De esta manera se busca identificar la convergencia de sus propuestas para contribuir a la solución de los problemas encontrados. La aplicación de la caracterización de estos factores y una gestión eficaz del conocimiento que generan, ayudará a los CPI+D a favorecer la comercialización y transferencia de sus proyectos, generando en el futuro una ventaja competitiva en el desarrollo de nuevos proyectos, mayor rapidez de innovación, aumento de los recursos autogenerados y el intercambio de conocimiento tácito y explícito con otros actores.

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to identify and analyze factors that once characterized as critical should be considered for effective management of innovation projects in public research and development centers (PRDCs). These institutions ought to meet and promote those factors identified as positive as much as to rectify negative ones affecting the success or failure of any project. Once they learn how to do that, the uncertainty present in the commercialization of R&D projects will decrease, and the likelihood of a quick insertion into the market will be enhanced.

In order to identify critical factors a rigorous bibliographical search was carried out and a case study was built with several technological innovation projects developed by PRDCs; successful and unsuccessful examples were actually chosen for assessment. A list of factors was assembled assuming they would be validated later on. A Delphi exercise was performed with a group of experts in order to assess these factors as well as some alternatives to implement the positive ones and mitigate the negative. It is worth to mention that thanks to this group of volunteers from different PRDCs who had been involved in technology management activities, the convergence of opinions was reached.

Once defined, those factors agreed upon in this consensus, we looked for their interrelationships and potential influence on the final outcome of any innovation project.

There is no doubt that the characterization of these factors along with effective management of knowledge generated will help PRDCs to position themselves and to transfer their projects into the market. In the long-term, they will be enjoying a competitive advantage arising from the development of new projects and from faster innovation processes, an increase of self-generated resources, and the benefits of tacit and explicit

knowledge sharing. Eventually, all these benefits will be translated in improvements in their performance as linkage institutions and in the fulfillment of their institutional missions.

INTRODUCCIÓN

“Una organización competente en la adquisición, difusión y concientización del conocimiento es más innovadora”

Darroch J. (2005:112)

En los centros públicos de investigación y desarrollo (CPI+D) existe una problemática conformada principalmente por: 1.- Incertidumbre en el financiamiento que reciben (CONACYT, 2005; Zubieta y Jiménez, 2003); 2.- Rigidez burocrática y normativa (Paredes y Loyola, 2006; León, 1998); 3.- Insuficiente e inconstante generación de recursos propios (CONACYT, varios años); 4.- Mayor oferta de servicios que de productos de I+D (Cimoli, 2000; Zubieta y Jiménez, 2003; León, 1998); 5.- Conocimiento subutilizado o no utilizado (Casas, 2001); y 6.- Insuficiente colaboración e interacción con las industrias (Merrit, 2007).

Al analizar estos problemas desde el enfoque de sistemas (Ackoff, 1994), es posible ver cómo el comportamiento de las partes del sistema repercute sobre el trabajo que los CPI+D llevan a cabo, debido a que éstas son interdependientes y su actividad repercute sobre toda la organización, por lo que cada una de estas dificultades representan elementos que influyen negativamente en el desarrollo y funcionamiento de los CPI+D y en la generación de nuevos proyectos de innovación que pudieran favorecer el uso del conocimiento que los centros subutilizan o no utilizan y alentar la generación de una mayor cantidad de recursos propios.

En este sentido, Casas (2001) señala que una parte del conocimiento generado por los CPI+D es subutilizado o no es utilizado del todo. Este “desperdicio” podría estar impidiendo que aumente la diversidad de la oferta de productos y servicios, frenando así el

surgimiento de nuevas fuentes de recursos y disminuyendo la posibilidad de incrementar los ingresos propios de estas instituciones.

El conocimiento que se genera en un centro público de investigación y desarrollo se deriva fundamentalmente de sus proyectos de investigación, dependientemente de si éste es básico o aplicado, aunque también puede generarse de la interacción con empresas o industrias y otros actores (universidades, otros centros, asociaciones, etc.). Si bien este conocimiento pudiera llegar a generar productos académicos, los centros enfrentan lo que De Gortari (2006a) señala como una doble lógica de funcionamiento que se sitúa entre lo académico y lo empresarial, en donde los centros desempeñan lo que Etzkowitz (2003) señala como empresarialidad académica o la industrialización del sistema científico de investigación lo que en ciertas ocasiones dificulta su funcionamiento.

Aunque anteriormente la fuente de financiamiento para la mayoría de los CPI+D la constituía exclusivamente el subsidio federal, a partir de la segunda mitad de los ochenta se generaron nuevas políticas enfocadas a la reducción de subsidios y a la mejora de su desempeño financiero y operativo, lo que ha modificado de forma importante el contexto en el que los centros se desenvuelven.

Algunos centros se han visto en la necesidad de diseñar estrategias para estar en condiciones de enfrentar entornos cada vez más competitivos en el área de innovación tecnológica y servicios relacionados con ésta, así como responder al interés que muestra el Gobierno Federal para que los CPI+D aumenten sus recursos propios. Entre estas estrategias destacan el establecimiento de una administración más eficaz, transparente y responsable; un mayor acercamiento con los usuarios, y la búsqueda de nuevos clientes. Llevan a cabo cambios en su estructura, en sus mecanismos de apoyo y en la transformación de algunas prácticas institucionales que permiten atender los requerimientos

de la industria (De Gortari, 2006a), así como optimizar el uso del conocimiento que estos CPI+D generan. Esto permitiría crear espacios regionales de conocimiento que pueden contribuir a crear condiciones favorables para la generación de innovaciones en beneficio del desarrollo social y económico en sus regiones de influencia.

En algunos casos, la ciencia básica que los CPI+D generan ha logrado converger en procesos de aprendizaje con diversas empresas, y en la generación de flujos de conocimiento entre actores que contribuyen a la creación de espacios de conocimiento a nivel regional, los cuales constituyen una ventaja competitiva para la construcción de ambientes favorables para los procesos de innovación.

Por otra parte, los CPI+D han promovido y desarrollado ciertas características que han contribuido en la construcción de estos espacios de conocimiento; entre ellas destacan:

- a) La experiencia acumulada en distintas áreas de conocimiento, que a lo largo del tiempo les ha permitido reorientar algunas actividades hacia la solución de problemas específicos dentro de una región;
- b) Comprensión por parte del personal entrenado y calificado sobre el papel que los CPI+D desempeñan en la solución de problemas técnicos;
- c) La generación de redes de trabajo informales e individuales que promueven procesos de aprendizaje entre los actores;
- y d) La participación de los gobiernos locales mediante la promoción de programas y mecanismos que favorecen la creación de redes de conocimiento (Casas *et al*, 2000).

Se han estudiado casos como la producción de fresa, el programa de agave tequila, la acuicultura del camarón, entre otros (Casas, 2001), en los cuales se muestra que a partir de la conformación y desarrollo de redes de conocimiento entre diversos actores (CPI+D, universidades, empresas, etc.) se ha favorecido el uso y aplicación del conocimiento no utilizado y subutilizado por parte de los CPI+D, debido a que éstas favorecen la vinculación

e intercambio del conocimiento entre las distintas partes involucradas en un proyecto innovación. Así, se han obtenido evidencias de que la conformación de estas redes favorecen el proceso innovativo de estos centros (Casas, 2001; Gutiérrez, 2003). Entre ellas, se distinguen: 1.- Un aumento en el interés y, gradualmente, mayor interacción entre los actores que conforman la red de conocimiento; 2.- La creación de nuevos proyectos de investigación básica y aplicada de mayor envergadura y complejidad, a partir de la obtención de resultados positivos que han permitido fortalecer los lazos de confianza entre sus clientes y la captación de nuevos usuarios; y 3.- Aumento en el financiamiento, uso y promoción de proyectos desarrollados en centros públicos de investigación y desarrollo por parte de productores, empresas, ONG y actores en diferentes niveles de gobierno.

Sin embargo, la conformación de la redes de conocimiento generalmente involucra un proceso largo y complicado; los flujos de conocimiento entre la comunidad científica resultan escasos, encontrando una posible explicación en una falta de interacción interinstitucional e interdisciplinaria de los investigadores, o por el celo profesional de resguardar el conocimiento que se genera. Por otra parte, la comunicación investigador-usuario tiende a realizarse con dificultad debido no sólo al lenguaje técnico de los investigadores, sino a la falta de comprensión por parte de los usuarios sobre los tiempos requeridos para que la investigación se lleve a cabo. Además existen casos donde la relación no fructifica debido al escaso nivel escolar de los clientes.

A pesar de que muchos CPI+D parten de la identificación de las necesidades de los usuarios, existen aspectos no contemplados en el desarrollo y gestión de los proyectos de innovación como aspectos legales, la no realización de estudios de viabilidad técnica y comercial, entre otros, que retrasan la transferencia de este conocimiento hacia los usuarios finales, lo que en ocasiones provoca que el conocimiento se acumule o subutilice debido en

parte a una gestión ineficaz de sus proyectos de innovación. Aunque existen procesos de interacción en la formación de redes de conocimiento, su dinámica dista de conformar un proceso sistémico que pudiera efectivamente dar lugar a un “Modelo de Triple Hélice” para que las interacciones entre gobierno, academia e industria se pudieran convertir en esfuerzos coordinados y cotidianos que fomenten el proceso de innovación. En realidad, la dinámica de redes revela importantes esfuerzos de colaboración pero que comúnmente se presentan de forma aislada y discontinua (Casas, 2001).

Si bien estos estudios ponen de manifiesto la existencia de problemas que afectan directamente a los CPI+D, así como a otros actores, también evidencian diversos factores que operan favorablemente en el desempeño de los CPI+D y en la realización de proyectos de innovación.

Así, el objetivo principal de esta investigación consiste en identificar y analizar cuáles son los factores que favorecen y cuáles son los que obstruyen el desarrollo y gestión de proyectos exitosos de innovación tecnológica en los CPI+D. Además, se indaga sobre su interrelación e influencia en el resultado final del proyecto y las posibles alternativas de solución para promover los factores positivos y minimizar el impacto de los factores negativos.

A partir de la identificación y el consenso de los expertos sobre la confianza en que efectivamente estos factores son los que favorecen u obstaculizan el éxito de los proyectos de innovación, los CPI+D estarán en mejores condiciones de mejorar su desempeño y reafirmar su propia sobrevivencia. Con esto se podría disminuir la incertidumbre que generalmente circunda la asignación presupuestal de estos centros y se lograría impulsar la inserción de sus proyectos en el mercado, en un tiempo más corto, en beneficio de la industria y del país.

Por lo hasta aquí expuesto, esta tesis aportará respuestas a preguntas relacionadas con los siguientes elementos: 1.- La identificación y análisis de factores que favorecen y factores que obstaculizan la gestión eficaz de un proyecto de innovación en un CPI+D, así como la determinación de elementos explicativos sobre la forma en que estos factores interactúan en la gestión de estos proyectos; 2.- Cómo es que estos factores críticos pueden llegar a contribuir al éxito en la transferencia de estas innovaciones; 3.- La generalización de estos factores hacia otros proyectos; y 4.- Acciones que pueden emprender los CPI+D para promover o corregir los factores críticos, de tal forma que la gestión de los proyectos de innovación sea eficaz.

Con estos elementos, los CPI+D estarán en mejores condiciones de resolver la problemática expuesta en los párrafos anteriores. En consecuencia, la hipótesis de esta investigación consiste en mostrar que la eficacia de la gestión de proyectos de innovación en CPI+D mejora a partir de la identificación de ciertos factores críticos.

El objetivo general del trabajo es identificar y analizar los factores positivos y los factores negativos para que la gestión de proyectos de innovación sea eficaz. Los objetivos específicos son la identificación, definición y validación de estos elementos, de tal suerte que a partir de su definición sea posible explicar su relación con el éxito o fracaso de un proyecto; así como proponer algunas alternativas de solución para que los actores más importantes en el desarrollo y gestión de proyectos de innovación en CPI+D conozcan estos factores.

Este trabajo se compone de cuatro capítulos y un apartado de discusión y conclusiones, así como de seis anexos en los que se incluyen instrumentos y algunos resultados obtenidos en el desarrollo de la presente investigación.

En el capítulo uno se ahonda sobre la sociedad y economía del conocimiento, los Sistemas Regionales y Nacionales de Innovación, el desarrollo de la Ciencia y Tecnología en México y la participación de los CPI+D en el desarrollo de ésta. Se detalla la problemática en la que se inscribe la actividad de estas instituciones, además de presentar una descripción de las principales áreas de desarrollo de los grupos de CPI+D estudiados.

En el capítulo dos se expone el marco teórico y conceptual que da sustento a esta investigación. Se abordan los siguientes temas y conceptos: enfoque de sistemas, viabilidad, sistemas complejos, información, aprendizaje, conocimiento, innovación y gestión del conocimiento y de la innovación tecnológica. La revisión más importante de la literatura dentro de este capítulo se centra en los factores que favorecen y los factores que obstaculizan la gestión eficaz de los proyectos de innovación tecnológica, para poder tener un acercamiento inicial a nuestro objeto de estudio.

En el capítulo tres se realiza el abordaje metodológico bajo el cual se llevó a cabo la presente investigación. En él, se plantea el problema que da origen a esta investigación, las preguntas de investigación que se pretenden responder, la hipótesis, el objetivo general y los objetivos específicos. La metodología consiste en la realización de un estudio de caso que incluye el uso de la técnica Delphi.

En el capítulo cuatro se analizan los principales resultados obtenidos en el estudio de caso y en la aplicación de la técnica Delphi. Se describen y caracterizan los ocho proyectos de innovación estudiados, y se presenta el análisis del impacto de los 71 factores previamente identificados en la literatura y otros que los respondientes consideraron relevantes sobre cada uno de los proyectos estudiados.

En cuanto a los resultados del estudio basado en la técnica Delphi, se exponen las principales propuestas generadas por los expertos, así como el análisis de éstas durante la

primera y segunda iteración. Se brinda una breve explicación sobre los elementos e interrelaciones que se encontraron durante la aplicación de esta técnica.

La presente tesis termina con un apartado de discusión y conclusiones, en el que se analizan los factores críticos encontrados, la interrelación existente entre ellos, y las propuestas para promover los factores positivos y atenuar el impacto de los negativos. Además de exponer aspectos relevantes sobre la problemática de los centros y las futuras líneas de investigación.

El capítulo uno se encuentra enfocado al desarrollo de marco contextual donde se abordan temas relacionados sobre la problemática que aqueja a los CPI+D. Para su mejor entendimiento, se profundiza sobre temas generales que ayuden a ubicar el papel que juegan los centros en el contexto internacional y nacional, además de profundizar en el análisis de la situación actual de la Ciencia y la Tecnología en México y la función que los CPI+D tienen sobre el desarrollo y consolidación de ésta.

1.1. Economía y sociedad del conocimiento

La intensidad en el uso y aplicación del conocimiento durante las últimas dos décadas ha traído consigo el desarrollo de la economía y sociedad de conocimiento (De Gortari, 2006a). Peluffo y Catalán (2002) argumentan que una economía basada en el conocimiento y el aprendizaje centra sus capacidades en innovar y generar valor de forma más intensa, con base en el conocimiento. De esta manera, la adecuada explotación del conocimiento ha tomado mayor relevancia como un activo intangible que permite hacer frente a entornos más competitivos y globalizados, característicos del nuevo orden mundial (Barragán, 2009).

Uno de los principales objetivos de una economía basada en el conocimiento consiste, además del desarrollo de tecnologías, es propiciar que personas e instituciones incrementen su capacidad de adquisición, generación, difusión y uso del conocimiento de forma más eficiente (Peluffo y Catalán, 2002). En este sentido, otras características relevantes de la economía del conocimiento son: 1.- Aumento del uso del conocimiento debido a la alta tasa de cambio tecnológico y la generación de nuevas tecnologías de la

información y la comunicación; 2.- La globalización de elementos como la tecnología, la información y el comercio; y 3.- La importancia del conocimiento especializado, habilidades y competencias, como símbolo de éxito (Expósito, 2007).

Castells (2000) afirma que existe un consenso sobre el acceso hacia una nueva economía y sociedad del conocimiento, las cuales vienen acompañadas por un nuevo paradigma tecnológico, que incluye el uso de nuevas tecnologías de la información, que han permitido la generación de nuevas formas de organización social. Algunas características que distinguen a esta nueva sociedad del conocimiento son señaladas por Olivé (2006:31) como una aceleración de la:

creación, acumulación, distribución y aprovechamiento de la información y del conocimiento, así como el desarrollo de las tecnologías que lo han hecho posible, en particular las de la información y la comunicación que en buena medida han desplazado a las manufactureras. El concepto se refiere también a las transformaciones en las relaciones sociales, económicas y culturales debidas a las aplicaciones del conocimiento y al impacto de dichas tecnologías. Entre ellas se encuentra un desplazamiento de los conocimientos científico-tecnológicos hacia un lugar central como medios de producción, como insumos en los sistemas de innovación, cuyos resultados consisten en productos, procesos, formas de organización o servicios, que son aplicados para resolver problemas y para obtener beneficios para algún grupo humano.

De esta manera, el uso y desarrollo del avance tecnológico ha traído consigo el progreso de regiones y países, y con ello, el bienestar de sus poblaciones. Marx (1985) argumentaba que uso de las máquinas genera una mayor plusvalía, la cual representa la base del trabajo industrial, siempre que existan las condiciones de trabajo, materias primas e instrumentos. De la misma forma Schumpeter (1978) señala cómo el desarrollo económico se encuentra definido por la puesta en práctica de nuevas combinaciones, como la introducción de un nuevo bien, un nuevo método de producción, la apertura de un nuevo mercado, la adquisición de nuevas formas de aprovisionamiento (materias primas y bienes semi-manufacturados) y la de creación nuevas organizaciones en algún tipo de industria.

En este orden de ideas, Freeman (1975) expone cómo el uso de la palabra tecnología implica un cambio en la forma de organizar el conocimiento, en lo que a técnicas de producción se refiere. En este sentido, el término tecnología, en un sentido más formal y de aprendizaje, ha alcanzado un mayor grado de difusión y uso, a partir de que las técnicas de producción tradicionales se vieron rebasadas, lo que se derivó en el uso paralelo de artes y oficios antiguos con tecnología más avanzada, lo que ha llevado a generar un cambio en la forma de ordenar el conocimiento para producir, distribuir y transportar bienes.

Lundvall (2001) expone cómo el incremento de las capacidades de innovación se encuentra referido al desarrollo de políticas para el desarrollo humano, la creación de nuevas capacidades de organización, la construcción de redes de innovación, la reorientación de las políticas de innovación hacia sectores de servicios y la interacción con las universidades. De esta manera, un aspecto sobresaliente dentro de la economía del conocimiento y el aprendizaje lo constituyen la formación de redes de conocimiento y la cooperación inter-organizacional, ambas relacionadas directamente con el proceso de innovación. Lo que ayuda a la aceleración del cambio tecnológico y el aumento en la complejidad del proceso de innovación, donde cada innovación está basada en diferentes tecnologías y cada tecnología combina diversas disciplinas científicas.

Gibbons *et al* (1994, citado en Lundvall 2001) definen un nuevo modo de creación del conocimiento (modo 2) que consiste en una mayor conexión entre la ciencia y la tecnología, en donde el proceso de innovación es resultado de la participación activa de múltiples actores en distintas ubicaciones e instituciones.

El modelo de la Triple Hélice es un vehículo importante para explicar la relevancia de las relaciones que sobre los procesos de innovación deben propiciarse entre la empresa, la academia y el gobierno. En dicho modelo, la empresa representa el lugar de producción y

aplicación del conocimiento; la academia, la fuente de éste; y, el gobierno, el promotor de todas las relaciones necesarias que estimulan la relación entre diversos actores para fomentar el proceso de innovación (Etzkowitz, 2003).

1.2. Sistemas nacionales y regionales de innovación

En esta sección se analizan los factores que influyen de forma positiva en el desarrollo de la CyT dentro de regiones y países, de tal forma que al estimular el avance y consolidación de este grupo de factores, sea posible generar las condiciones que propicien un entorno de productividad e innovación.

Esta serie de factores ha sido clasificada, para su mejor estudio y comprensión, en dos niveles: macro y meso. El primero de estos se encuentra conformado por un grupo de macro factores que se presentan al interior de un país y constituyen los elementos sustantivos para promover el desarrollo de los sistemas nacionales de innovación (SNIn). Entre ellos destacan: 1.- Gasto nacional en I+D (Gasto en Ciencia y Tecnología y Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental); 2.- Acervo nacional de recursos humanos de I+D [personal en Ciencia y Tecnología (CyT) y formación de recursos humanos en CyT]; 3.- Infraestructura nacional en I+D (Instituciones, organizaciones, equipo, acervos bibliográficos, etc.); 4.-Producción científica y tecnológica nacional (publicaciones y patentes); entre otros más (véase OCDE, 2002; CONACYT, 2005).

De acuerdo con Lundvall (1992), un SNIn es un sistema social que se constituye de elementos e interacciones para la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento económicamente útil, y que se encuentra dentro de las fronteras de un país. De esta forma, aquellos países que promueven el avance de los macro factores antes señalados contribuyen a generar condiciones favorables para la producción y la innovación dentro de su territorio.

En términos generales, logran tener sistemas nacionales de innovación bien desarrollados y longevos (Nelson, 1993) propios de naciones altamente industrializadas, donde la densidad poblacional regularmente es elevada, con niveles de vida económicamente altos, fuerte crecimiento económico, alta inversión en I+D y un elevado nivel educativo.

En el segundo grupo, a nivel meso, generalmente se refieren a factores enfocados al desarrollo regional, el cual siempre es heterogéneo dentro de los límites geográficos de nuestros países. Sin embargo, los sistemas regionales de innovación y los locales (SRIn y SLIn) revisten importancia debido a que todo desarrollo tecnológico en un entorno global, comienza siempre desde un nivel local o regional (Evangelista *et al*, (2001); es decir, los SRIn son definidos como lugares donde convergen las comunicaciones inter-organizacionales, las estructuras socio culturales y un ambiente institucional que estimula el aprendizaje colectivo y la innovación continua (Gebauer *et al*, 2005).

Los actores que participan de manera directa en la conformación de un SRIn son principalmente empresas innovadoras, empresas manufactureras, organizaciones financieras, intermediarios, universidades, centros públicos y privados de I+D, centros de transferencia tecnológica, ONG, comercializadores de tecnología, organizaciones dedicadas a la prestación de servicios y asesoría tecnológica, instituciones de apoyo a la innovación, entidades gubernamentales, entre otros más; los cuales desempeñan un papel central en las actividades de innovación, las demandas del mercado y las cadenas de producción (Zhu y Tann, 2005; Zabala Iturriagagoitia *et al*, 2007; Buesa *et al*, 2006; De Laurentis, 2006; Leydesdorff y Fritsch, 2006).

Adicionalmente a este grupo de actores, existe una serie de factores que hacen que estos SRIn sean efectivamente eficaces y promuevan la productividad e innovación en beneficio de la sociedad y economía de una región.

Entre estos destacan: 1.- Políticas regionales de industrialización e innovación; 2.- Transferencia de tecnología; 3.- Investigación y desarrollo; 4.- Educación; 5.- Incubadoras de negocios; 6.- Iniciativas de mercado; 7.- Apoyo financiero; 8.- Promoción para el desarrollo de parques industriales; 9.- Servicios de negocios; 10.- Redes de trabajo y colaboración entre los actores locales; 11.- Subsidios para la investigación y el desarrollo tecnológico; 12.- Sistemas de conocimiento e innovación; 13.- Promoción de una cultura para la innovación; 14.- Administración efectiva de la innovación y del conocimiento; 15.- Ambiente productivo y regional para la innovación; 16.- Inversión pública, privada y extranjera; 17.- Capital de riesgo; 18.- Subsidios para I+D; 19.- Creación de Clusters; y 20.- Infraestructura científica y tecnológica (Heidenreich, 2005; Kyvgiafini y Sefertzi, 2003; Muscio, 2006; Buesa *et al*, 2006; Zhu y Tann, 2005; Zabala Iturriagagoitia *et al*, 2007; De Laurentis, 2006; Harmaakorpi y Melkas, 2005; Todt, 2007).

Por lo que al concentrar y coordinar todos estos elementos y esfuerzos se logran fortalecer las relaciones entre todos los actores sociales que participan en la conformación del SRIn, con lo cual es posible crear, vínculos duraderos y productivos (Todt *et al*, 2007). En el caso de Latinoamérica en general no se observa el desarrollo de sistemas nacionales de innovación, debido a que sus actores e instituciones no logran cumplir *per se* con las características de un sistema, a pesar de contar con muchos de los elementos que conforman un SNIn o un SRIn; es decir, la dinámica que se genera entre estos actores no expresa la interacción característica de un sistema que pudiera repercutir de manera positiva sobre el comportamiento y desempeño de todo el grupo de actores que lo componen.

Según Arocena y Sutz (2001), algunos de los aspectos que inciden en la producción del conocimiento en América Latina se encuentran divididos en dos grupos. El primero de ellos contiene elementos que se presentan dentro del entorno productivo, con respecto a la

I+D. Tal es el caso de la poca importancia dada a la producción endógena del conocimiento, la baja participación de la industria en actividades de I+D y la universidad como actor principal en la producción del conocimiento que frecuentemente se lleva a cabo de forma aislada. Por otra parte, en el segundo grupo de elementos podemos ver cambios que se han generado en el entorno productivo latinoamericano como la desindustrialización de ciertas regiones, la construcción de relaciones institucionales entre la universidad y los sectores productivos, la construcción de programas gubernamentales para fortalecer las relaciones universidad-industria, entre otros más, que en conjunto han influido a que este tipo de países no haya logrado generar una estructura de CyT adecuada que les permita el desarrollo de un SNIn.

1.3. El papel de los centros públicos de investigación y desarrollo y su problemática

Nath y Mrinalini (2000, 2006) definen a los CPI+D como instituciones creadas y apoyadas por el Gobierno Federal de sus países, con la finalidad de proporcionar soporte tecnológico a las empresas de la región y de formar parte fundamental de sus sistemas nacionales de innovación.¹ A través de un estudio llevado a cabo por los autores se observó que una buena parte de estas organizaciones estaban experimentando un aumento en la inversión en áreas donde la participación privada no es tan importante debido a la incertidumbre asociada a tales inversiones, particularmente en países en desarrollo, donde las organizaciones dedicadas a I+D se encuentran en una etapa inicial de formación.

Asimismo, se esperaba que estas organizaciones desempeñaran un papel importante en la generación de capacidades tecnológicas para las industrias de la región. Sin embargo,

¹ Las siglas CPI+D (centros públicos de investigación y desarrollo) son utilizadas en sustitución de otros términos similares que señalen centros pertenecientes al sector público, para homogenizar el contenido del documento.

un problema intrínseco lo representa el hecho de que estas instituciones fueron situadas fuera del sistema de producción, por lo que se vio la necesidad de crear un mecanismo de organización eficiente que permita establecer una vinculación adecuada entre los posibles usuarios del conocimiento que este grupo generará.

En México, la problemática que los CPI+D enfrentan en nuestro país puede ser resumida en: a) incertidumbre en su financiamiento (CONACYT, 2005; Zubieta y Jiménez, 2003); b) rigidez burocrática y normativa (Paredes y Loyola, 2006; León, 1998); c) insuficiente e inconstante generación de recursos propios (CONACYT, varios años); d) mayor oferta de servicios que de productos de I+D (Cimoli, 2000; Zubieta y Jiménez, 2003; León, 1998); e) conocimiento subutilizado o no utilizado (Casas, 2001); y f) insuficiente colaboración e interacción con las industrias (Merrit, 2007).

La situación financiera de estos centros se ha visto afectada por los diversos recortes presupuestales realizados por el Gobierno Federal. En el caso específico de los centros CONACYT, (CONACYT, 2006; SHCP, 2007) éstos han visto disminuir sus recursos debido a los diversos recortes al Ramo 38 (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), el cual fue creado a partir del año 2002 y comprende el presupuesto destinado al CONACYT y sus 27 CPI+D. A manera de ejemplo, aunque de 2004 al 2005 hubo un aumento de 151.2 millones de pesos del presupuesto federal asignado a los centros CONACYT, en realidad esa cifra representó una disminución del 5.1% en términos reales, con respecto al presupuesto ejercido en 2004.

Lamentablemente, el presupuesto del 2007 para estos centros reportó un recorte presupuestal de 72 millones 357 mil pesos con respecto al presupuesto del año 2006. Con excepción del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) el cual registró un incremento de 12.5 % en términos reales, los restantes 24 centros

presentaron recortes que van desde el 3.5 % al 11 % en términos reales, siendo los más afectados, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, (CICESE), con 11 %; el Instituto de Investigación Dr. José María Mora con 9.7 %; el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) con 9.6 %; el Colegio de Michoacán con 8.4 %; y el Colegio de la Frontera Norte con 7.1 %. Dichos recortes fueron justificados por funcionarios de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público bajo el argumento de que este grupo de centros generaban recursos propios, gracias a lo cual lograrían resarcir los decrementos e inclusive los centros consiguen ingresos que les permitirían superar dichos recortes (Galán, 2007).

Adicionalmente, De Gortari señala la tendencia por parte del Gobierno Federal de reducir el gasto público en materia de CyT, así como las diversas presiones para que los CPI+D lleven a cabo una administración más efectiva de sus recursos, como el establecimiento de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación cuyo “propósito es potenciar sus recursos humanos y financieros, optimizar su infraestructura, establecer nuevos grupos y centros, formular programas y proyectos para los gobiernos y empresas” (De Gortari, 2006:6 b).

De manera conjunta a estas políticas, se han implantado algunas formas de evaluación por parte del Gobierno Federal a través de diversos indicadores de desempeño, entre los que destacan rubros relacionados con publicaciones, patentes, proyectos de innovación, investigadores en el SNI, eficiencia terminal (maestría y doctorado) y captación de recursos propios (CICESE, 2006; CIDETEQ, 2006; CIMAV, 2006).

Sin embargo, aunque algunos CPI+D como los Centros CONACYT y el CINVESTAV (2009) han puesto especial interés en vincularse con la industria y generar mayores recursos propios, a partir de la fuerte presión que enfrentan desde hace años para

ser rentables (Díaz, 2007), éstos dependen, aun en buena medida, de los recursos federales (CONACYT, 2006). Tan sólo en los años 2004 y 2005 este grupo de centros absorbió el 43 y 45 % respectivamente del presupuesto destinado al Ramo 38. Lo anterior demuestra que en el caso de los Centros CONACYT la generación de recursos propios es todavía limitada y poco constante (CONACYT, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004a, 2005, 2006, 2007). Por ello, los centros tendrán que realizar esfuerzos adicionales que les permitan incrementar la generación de recursos propios (véase Tabla 1).

Tabla 1

Porcentaje del presupuesto de algunos centros CONACYT cubierto con recursos propios

	CIATEC	CIATEJ	CIATEQ	CIDESI	CIDETEQ	CIQA	COMIMSA
1997	0.26			0.16			0.95
1998	0.22	0.13	0.41	0.15	0.22		0.95
1999	0.32	0.16	0.47	0.18	0.36		1
2000	0.25	0.19	0.41	0.23	0.36		1
2001	0.22	0.18	0.47	0.24	0.24		1
2002	0.30	0.22	0.30	0.35	0.42	0.14	1
2003	0.17		0.59	0.30			1
2004	0.21		0.72	0.40	0.15		1

Fuente: CONACYT (1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003 y 2004a, 2005).²

Respecto a la excesiva rigidez burocrática en la administración de la CyT, especialmente en lo que se refiere a los centros públicos de investigación y desarrollo, Paredes y Loyola (2006) afirman que como resultado de la gestión de la CyT por parte de la Administración Pública Federal (2000-2006) se observa una pérdida de “dinamismo, rumbo y continuidad de políticas públicas en la materia” lo cual ha arrojado resultados como la:

desarticulación, desorganización, tensión, burocratización o cancelación de programas que habían dado buenos resultados (vr. gr. Sistema Nacional de Investigadores, padrón de posgrado, programas de retención y repatriación,

² Las celdas marcadas con negro señalan que dentro del año indicado, el centro no se encontró dentro de los diez principales lugares en la generación de recursos propios.

sistemas regionales de investigación o el sistema de los ahora llamados centros CONACYT, entre otros)." Además de existir una *"ampliación de la distancia entre países líderes en la generación del conocimiento y su aplicación, frente a naciones emergentes* (Paredes y Loyola, 2006:7).

León (1998) sostiene que factores como la normatividad, la organización y la toma de decisiones dentro del sistema de los centros CONACYT influyen de forma negativa, debido a que el marco jurídico que regula la actividad de dicho sistema influye sobre el desarrollo de éste. Dicho sistema muestra cierto grado de improvisación desde su creación, lo cual ha influido en una normatividad con características enfocadas hacia instituciones estatales, las cuales no necesariamente guardan la misma lógica de la que opera en estos centros. En este sentido, resulta importante mencionar que esta situación no es exclusiva del Sistema de centros el CONACYT y que en general estos vicios administrativos están presentes en la mayoría de los CPI+D del país.

Aunado a lo anterior, cabe señalar que las actividades destinadas a la generación de recursos propios por parte de los CPI+D se encuentran concentradas en un 77.9% en la prestación de servicios rutinarios, asesorías técnicas, capacitación y entrenamiento, y únicamente el 22.1% hacia actividades de I+D (Merrit, 2002).

Esta tendencia hacia la prestación de servicios, más que al desarrollo y comercialización de proyectos de innovación, Cimoli (2000) señala el peligro de convertir estos centros en una simple consultoría técnica. El mismo autor argumenta cómo instituciones clave en la creación y desarrollo de competencias tecnológicas durante el periodo de industrialización mexicano (como el IMP, el IIE, el ININ y el IMTA), actualmente están enfocando sus actividades a la venta de servicios, desatendiendo la parte de la investigación científica. Además de estarse orientando a identificar necesidades de los mercados locales y satisfaciendo aspectos de calidad y competitividad más estrictos. Por

otra parte, existe el problema de que las empresas tienden a innovar más con base en el aprendizaje interno acumulado que a través de la vinculación con los CPI+D y cuando éstas requieren de servicios tecnológicos, prefieren solicitarlos a empresas extranjeras debido a su prestigio, experiencia y también a la tecnología que poseen.

Zubieta y Jiménez (2003) señalan la prioridad que han dado algunos CPI+D de prestar servicios tecnológicos, lo que limita su posibilidad de ofrecer respuestas a problemas de tipo tecnológico dentro de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) de la región. Por lo que de continuar con esta tendencia, se desaprovechará el potencial de los centros.

El impacto que algunos CPI+D han tenido sobre las empresas que atienden aun resulta limitado. Lo anterior se justifica debido a que los servicios que prestan ayudan a las empresas a mejorar su desempeño; sin embargo, estos servicios no siempre conllevan al verdadero desarrollo de sus capacidades tecnológicas y únicamente ayudan a sus dueños a resolver problemas inmediatos, lo que finalmente provoca dependencia por parte de las empresas hacia los centros (León, 1998).

Cabe mencionar que muchos de los servicios que estos centros prestan, invariablemente podrían ser llevados a cabo por consultorías o laboratorios más pequeños, lo que indica que el poco personal altamente calificado en los centros pudiera estar siendo utilizado en la prestación de servicios y no en proyectos de desarrollo tecnológico que efectivamente contribuyan, mantengan e incrementen la productividad y competitividad de las empresas dentro del ámbito internacional, como se encuentra establecido en las misiones definidas por los mismos centros.

No obstante, De Gortari (2002) explica cómo algunos de los vínculos más fuertes entre CPI+D y empresas se han generado a partir de contactos formales e informales, que

en la mayoría de los casos iniciaron únicamente como consultorías y servicios para resolver la problemática tecnológica de las empresas. Por ello, dichos acercamientos podrían ser aprovechados por los CPI+D para fortalecer sus vínculos con las empresas y construir así un mayor número de proyectos de innovación que contribuyan a la generación de recursos propios.

Otro aspecto relevante es el que señalan estudios recientes sobre la conformación de redes de conocimiento en México (Casas, 2001; Luna, 2003), al enfatizar la existencia de conocimiento acumulado y muchas veces subutilizado por parte de diversos actores (empresas, universidades, centros de investigación, etc.) y que en algunas ocasiones han logrado aprovechar estas redes. La subutilización no sólo significa un desperdicio de estos valiosos activos intangibles para cada uno de los participantes, sino también, para el desarrollo de diversos campos de vital importancia para el progreso económico y social del país.

Entre las principales evidencias que señalan la acumulación y subutilización del conocimiento en CPI+D destacan los estudios de caso (por ejemplo, la producción de fresa, el programa de agave tequila, la acuicultura del camarón, entre otros) sobre espacios de conocimiento donde se concluye que en “todos estos casos los espacios regionales de conocimiento implican la existencia de capacidades y conocimientos acumulados en los centros de investigación, la recombinación de capacidades y la emergencia de redes entre distintos actores sociales alrededor de un proyecto específico de desarrollo tecnológico” (Casas, 2001:232-233).

En este sentido, Solleiro y Castañón (2004) argumentan que los CPI+D han puesto énfasis en aquellas actividades relacionadas con la generación de conocimiento, pero dejando de lado su transferencia y marginando con ello la obtención de beneficios que

permitan beneficiar al país. Los CPI+D están comenzando definir estrategias que les permitan enfocar con claridad la forma en que promocionarán y protegerán su propiedad intelectual.

No obstante, a través del análisis de diversos casos de éxito, también se ha logrado detectar que a partir de la conformación de estas redes de conocimiento han surgido experiencias favorables que han promovido mayor interés e interacción por parte de los actores que conforman la red de conocimiento, generando con ello nuevos proyectos de innovación tecnológica de mayor tamaño y complejidad, así como la obtención de mayores recursos financieros a partir de fuentes externas en beneficio de los CPI+D (Casas, 2001; Luna, 2003).

Lo anterior, enmarca la importancia del uso de las capacidades y del conocimiento tácito y explícito acumulado por los CPI+D para coadyuvar a su propia consolidación y a la generación de recursos propios, así como también al desarrollo económico y social de sus distintas regiones de influencia.

La situación de la vinculación en general, no es del todo favorable. Por ejemplo, Casalet (2000) ha enfatizado la heterogeneidad del Sistema de Centros CONACYT en lo concerniente a sus perfiles y trayectorias, lo que les brinda la posibilidad de interactuar bajo el esquema de una red articulada, que permita cumplir con las actividades llevadas a cabo entre este grupo de centros.

Del mismo modo, la autora señala cómo este grupo de centros ha buscado intensificar la vinculación con las empresas, principalmente por la necesidad de aumentar sus recursos propios, con la venta de servicios y mediante su participación en el sector productivo, a través de estudios vinculados con las necesidades de innovación e

información de las PYMES, propiciando así un ambiente favorable para el desarrollo regional.

Asimismo, Zubieta y Jiménez (2003) señalan la urgencia de fomentar la vinculación entre los responsables de la toma de decisiones, de lo contrario el panorama actual que presenta México como país maquilador perdurará en el futuro y el país seguirá dependiendo de capitales transnacionales, cuya aportación al desarrollo de México es demasiado pequeña, lo que amenaza a desaparición de las PYMES, además de generar con ello desempleo y subempleo.

Dentro del ambiente institucional donde los CPI+D llevan a cabo sus actividades, se han generado algunos cambios, como los que se describen a continuación:

- 1. A finales de los años noventa se establecen los Convenios de Desempeño para otorgar mayor libertad a los centros en el manejo de sus recursos propios.*
- 2. Se incorpora la figura de tecnólogo en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).*
- 3. La legislación más reciente otorga a los CIDT una mayor autonomía, al definirlos como centros públicos de investigación.*
- 4. Se les reconoce como la Red de Centros Conacyt.*
- 5. Se da marcha atrás al proceso de resectorización de los centros (Díaz, 2007:17).*

Según la Ley Federal de Ciencia y Tecnología (2006:21) los centros públicos de investigación son en México “entidades paraestatales de la Administración Pública Federal que de acuerdo con su instrumento de creación tengan como objeto predominante realizar actividades de investigación científica y tecnológica”. Entre los principales CPI+D del país que destacan por su producción (académica y técnica) en diversas áreas científicas y tecnológicas están: a) Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), b) Centros CONACYT, c) Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), d) Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), e) Instituto

Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), y f) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

De este grupo de centros, el presente trabajo de investigación aborda el estudio de algunos CPI+D pertenecientes al Sistema CONACYT y el CINEVESTAV. En el primer caso, el sistema de centros CONACYT se encuentra conformado por 27 centros divididos en tres subsistemas: Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Sociales y Humanidades, y Desarrollo Tecnológico y Servicios (CONACYT, 2004 b).

Para fines de este trabajo nos abocaremos al estudio de los Centros CONACYT del área científica y tecnológica y de la parte científica y técnica CINEVESTAV. En el primer caso, este grupo de centros fue creado desde la década de los 70 por el CONACYT, en aquel entonces dependiente de la Secretaría de Educación Pública (SEP). El objetivo de los centros científicos consiste en desarrollar investigación básica, en tanto que, los centros tecnológicos se encuentran orientados a atender las necesidades de las industrias de la región y promover el desarrollo económico de sus regiones de influencia (Casas, 2000).

Entre las principales áreas de investigación y desarrollo de estos centros se encuentran: alimentos, biología experimental y aplicada, bioquímica, biología molecular, biotecnología, recursos naturales, ciencias de la tierra, oceanología, genética, biomecánica, matemáticas, materiales, óptica, astrofísica, electrónica, ecología, mecánica, química, geociencias, microbiología, manufactura, mecatrónica, metrología, sistemas mecánicos, electroquímica, polímeros, ingeniería de proyectos, entre muchas más (CONACYT, 2009).

En el caso del CINEVESTAV, éste fue creado por el Gobierno Federal en 1961 con la finalidad de formar investigadores especializados y generar proyectos originales en diferentes áreas científicas y tecnológicas con la finalidad de estimular el desarrollo del país. Aunque el CINEVESTAV originalmente fue creado en la Ciudad de México, su

presencia se ha ido reforzando en otras entidades del país mediante la creación de nuevas unidades (Casas, 2000).

En esencia, el CINVESTAV lleva a cabo investigación básica y aplicada en cuatro áreas del conocimiento: 1.- Ciencias Exactas y Naturales, 2.- Ciencias Biológicas y de la Salud, 3.- Tecnología, y 4.- Ciencias de la Ingeniería y Ciencias Sociales y Humanidades (CINVESTAV, Querétaro, 2009). Entre las principales áreas de investigación del CINVESTAV destacan: la electricidad, electrónica, computación, genética, bioquímica, biotecnología, física, ecología, recursos del mar, ingeniería y física biomédicas, materiales, metalurgia, cerámica, manufactura, robótica, farmacobiología, química, física, matemáticas, neurociencias, biología molecular, etc. (CINVESTAV, 2009).

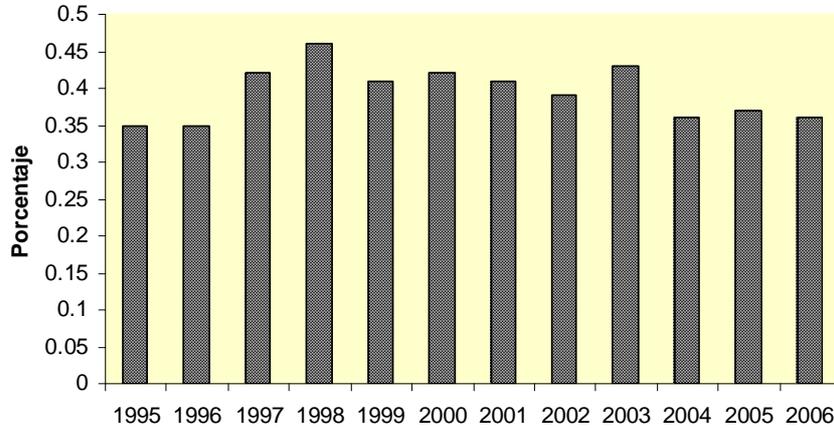
1.4. El desarrollo de la Ciencia y Tecnología en México

A partir del consenso mundial sobre la importancia del desarrollo de la CyT, una alternativa presente para la consecución de este objetivo, lo representa la mejora de los actores existentes con los que actualmente cuenta un país (universidades, centros de I+D, empresas, entre otros).

Una característica de los países en desarrollo es su baja inversión en Gasto Federal de Ciencia y Tecnología; el indicador que lo expresa como porcentaje del PIB para el caso de México ha sufrido recortes importantes que dificultan el avance de la CyT en el país (véase Gráfica 1).

Gráfica 1

Gasto Federal en Ciencia y Tecnología/PIB (1995-2006)



Fuente: CONACYT (2007).

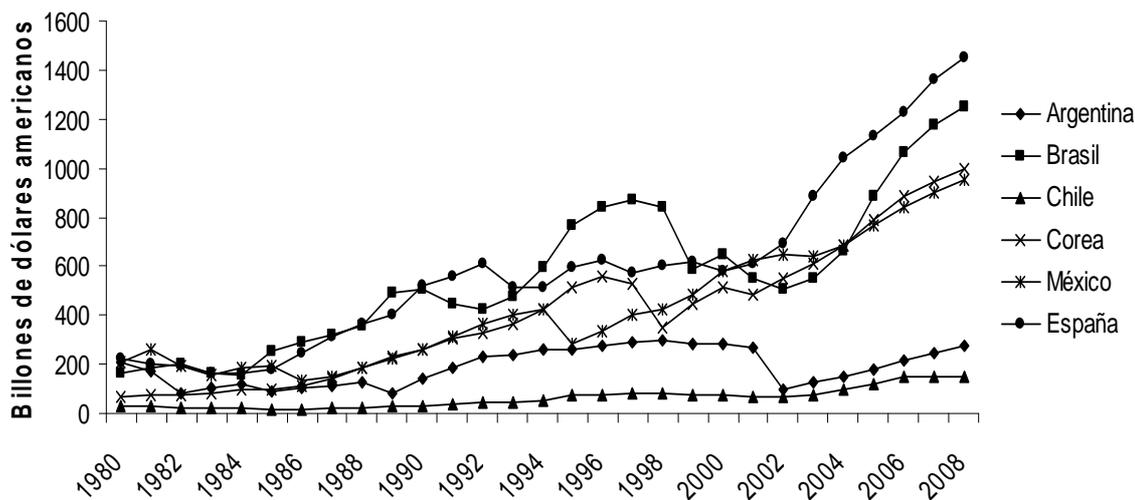
Países como Brasil, España y Corea que en la década de los 80 presentaron un menor crecimiento económico que el de nuestro país, actualmente muestran un PIB superior al de México, además de que la inversión que realizan en CyT es considerablemente mayor a la que se realiza en nuestro territorio, hecho que ha contribuido al acelerado desarrollo de estas economías y al fortalecimiento de todos los actores que conforman sus sistemas nacionales de innovación (véanse gráficas 2 y 3).

Reiteradamente diversos organismos han insistido sobre la necesidad de que México y otras economías inviertan el 1.5% del PIB en Ciencia y Tecnología para poder generar competencias que les permitan desarrollarse en la arena internacional. Sin embargo, contrario a lo establecido en el Programa Especial en Ciencia y Tecnología (PECyT), el porcentaje del PIB destinado hacia esta actividad se ha visto constantemente afectado, lo que genera el incumplimiento de contar con una política de Estado en Ciencia y

Tecnología, sino que además, se han generado importantes retrocesos en esta materia (Zubieta y Loyola, 2007).

Gráfica 2

Producto Interno Bruto (precios corrientes) 1980-2008³



Fuente: *International Monetary Fund* (2007).

Es importante señalar que esta situación no constituye por sí sola un argumento suficiente para explicar el atraso existente en materia de CyT en México y en otros países latinoamericanos. Sin embargo, esta situación influye directamente en el desarrollo de esta área prioritaria, debido a que limita los recursos básicos para llevar a cabo todas las actividades necesarias que permitan generar una atmósfera propicia para el desarrollo de la CyT, a niveles de competencia internacional.

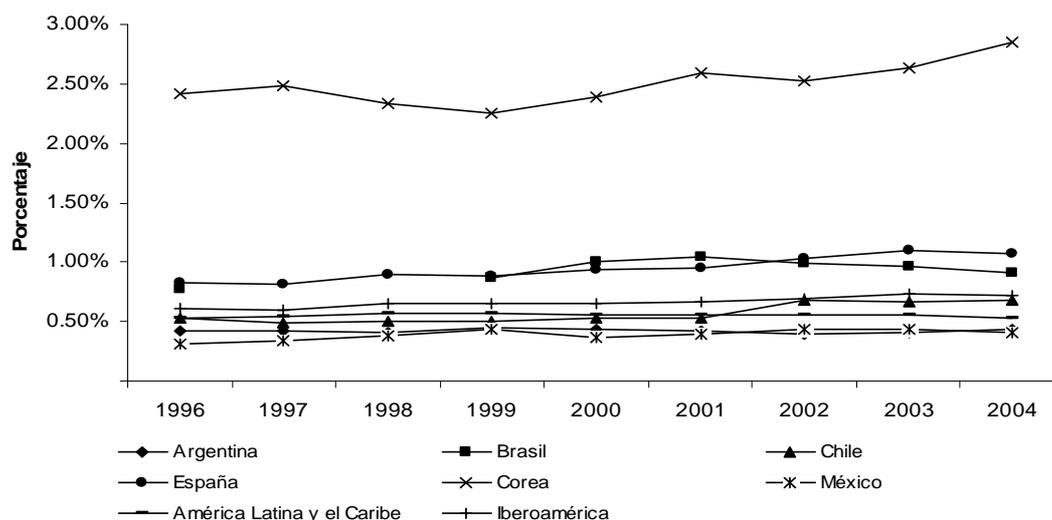
Cabe señalar que otro de los elementos explicativos del atraso de la CyT en países en desarrollo, lo constituye la falta de articulación entre las empresas, la academia y el gobierno. Existen experiencias positivas que demuestran que los distintos actores que

³ Dentro de la gráfica 2 los datos para los años 2007 y 2008 son estimaciones del Fondo Monetario Internacional. De la misma manera los datos para año 2006 en el caso de Argentina y Chile constituyen estimaciones.

participan en un Sistema Nacional de Innovación pueden abonar a favor de estos esfuerzos siempre y cuando estén interrelacionados.

Gráfica 3

Gasto en Ciencia y Tecnología con respecto al PIB (1996-2004)



Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana RICYT, (2007), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, México (2006), Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasil (2007).

Los centros públicos de investigación y desarrollo (CPI+D) han sido descritos (Freeman, 1992; Berger y Revilla; citados en Merrit, 2007) como una parte fundamental de los sistemas nacionales de innovación. Sin embargo, con excepción de algunos casos de éxito en Japón, Corea y Taiwán, de manera histórica la vinculación entre CPI+D y las industrias no ha logrado tener la fuerza que se esperaba, debido a que la evidencia empírica indica que los CPI+D parecen no haber tenido un impacto significativo dentro de las actividades de innovación de las industrias (Merrit, 2007).

Al respecto, Cimoli *et al* (2005) explican cómo dentro del contexto latinoamericano los centros y laboratorios de empresas domésticas han venido suspendiendo sus actividades durante los últimos 10 años. Esto se explica por el cambio de lógica de la inversión en

innovación dentro de las economías abiertas, donde las compañías que ejercen el control del mercado se encuentran localizadas en países avanzados, aprovechando las ventajas comparativas en lo que a tecnología se refiere y manteniendo un especial interés por conservar la vanguardia dentro de la I+D.

Dichas empresas concentran la mayor parte de sus actividades de I+D en sus países de origen, lo que afecta la competitividad de los países en desarrollo. Por ejemplo, en el caso de América Latina “existe la idea de que la baja propensión a innovar es uno de los factores que explican los diferenciales de productividad” (Casalet, 1995:100).

Aunque México se caracteriza por contar con un sistema científico y tecnológico pequeño y no consolidado, se han logrado construir y acumular capacidades, tanto en la empresa como en la academia, que pueden ayudar a generar ambientes propicios para la innovación (Casas *et al*, 2000). De esta manera, los centros públicos de investigación y desarrollo han venido desempeñando un papel importante en el desarrollo tecnológico de las industrias con las que logran interactúan.

Uno de sus principales objetivos ha consistido precisamente en fungir como instituciones puente, las cuales se caracterizan por ser organizaciones que “actúan como enlace y apoyo de la producción. La función que desempeñan se vincula con la generación de un entorno de confianza y certidumbre al armar redes de colaboración entre diferentes actores facilitando la interacción y el aprendizaje” (Casalet, 2004:60).

Sin embargo, el papel que los CPI+D han realizado como instituciones puente no ha sido del todo satisfactorio y, debido a que los vínculos con la industria han tendido a ser débiles y escasos; además de evidenciar falta de fomento en el uso y aplicación del conocimiento que generan. Por su parte, Merrit (2007) expone la manera en que la vinculación de los CPI+D y las industrias se ha visto especialmente desfavorecida por el

lado de la oferta de proyectos de innovación, mientras que por el lado de la demanda, la respuesta ha sido más favorable, en tanto que se parte de las necesidades propias de las industrias que estos centros atienden⁴.

⁴ El término “proyectos de innovación” es manejado de manera similar a “proyectos de I+D”, los cuales consisten en el desarrollo y puesta en marcha de investigación básica y aplicada para atender las necesidades productivas de la industria a través de soluciones tecnológicas en las distintas regiones de influencia de los CPI+D.

Durante el desarrollo del capítulo dos se abordan conceptos y elementos teóricos relacionados con el enfoque de sistemas, la gestión del conocimiento y de la innovación tecnológica, para tener una mejor comprensión sobre la gestión de proyectos que llevan a cabo los CPI+D. Además, se presenta y se discute la revisión de la literatura de los factores que propician el éxito o fracaso de un proyecto de innovación en distintos escenarios, para posteriormente contextualizar y ubicar estos factores críticos en la gestión y transferencia de proyectos de innovación para el caso específico de los CPI+D.

2.1. Enfoque de sistemas

El principal objetivo de la Teoría General de Sistemas es llegar a una generalización de los sistemas sin importar la naturaleza de sus elementos ni las relaciones existentes entre ellos; es decir, una teoría de principios universales válidos que sean aplicables para cualquier tipo de sistema.

La Teoría General de Sistemas persigue, entre sus diversas metas, la integración de diversas áreas de las ciencias naturales y sociales bajo principios generales de cualquier tipo de sistema, que ayude en la búsqueda de una teoría para los campos no físicos de la ciencia con principios unificadores que nos acerquen a la unidad de la ciencia (Bertalanffy, 1980).

Checkland (2000), uno de los principales exponentes del estudio de los sistemas, ubica dentro de la ciencia a la Teoría de General de Sistemas como una herramienta de apoyo en la posible solución de problemas a los que ésta se enfrenta, siendo generalmente

de naturaleza más compleja y definiendo a la misma ciencia en forma de un gran sistema donde distintos componentes interactúan en la solución de estos problemas.

La ciencia cotidianamente se enfrenta a problemas que, para poder ser llamados científicos, deben de cumplir rigurosamente con su método. Desafortunadamente, la ciencia se basa en un enfoque reduccionista de las cosas, por lo que no todos los problemas pueden ser abordados bajo esta perspectiva. Existen problemas mucho más complejos, donde las variables son tantas que los eventos resultan difíciles de analizar.

El enfoque de sistemas resulta una herramienta útil para el análisis y solución de problemas donde la ciencia convencional se ve limitada para brindar una explicación y solución razonable. El enfoque holístico de los sistemas permite abordar problemas de forma más completa y ordenada en áreas como las ciencias sociales y la administración, donde puede ser aprovechado de manera más amplia, ayudando con ello, a profundizar y entender problemas que otras áreas del conocimiento no han podido abordar de manera holística.

Para emplear la Teoría General de Sistemas existen dos enfoques: el primero es mediante el uso de los sistemas duros, que están referidos al aporte que los ingenieros han dado a esta área del conocimiento (por ejemplo, la investigación de operaciones); y el segundo es a través de los sistemas suaves, siendo éstos diferentes de los primeros, esencialmente por su característica cualitativa para el análisis de problemas (por ejemplo, la metodología de sistemas suaves).

El enfoque de sistemas representa un área de estudio para la comprensión de los fenómenos sociales y económicos, debido a que responde de una manera más específica a problemas que la ciencia, bajo un enfoque reduccionista, no había podido abordar y resolver, permitiendo con ello entender problemas complejos bajo una perspectiva más

amplia y ordenada, por lo que el uso adecuado de esta forma de pensar ayuda avanzar en el entendimiento y solución de problemas complejos.

Churchman (1995), define al “enfoque de sistemas” como una forma de abordar la toma decisiones de manera más amplia y no tan estrecha como convencionalmente se realiza. El autor también reconoce la utilidad del enfoque de sistemas para la solución de problemas sociales y hace énfasis sobre los problemas de la administración dentro de las organizaciones, en las cuales esta forma de tomar decisiones resulta por demás valiosa, ante la elevada complejidad de la problemática existente.

La definición que Churchman brinda sobre el enfoque de sistemas es “simplemente una manera de pensar acerca de estos sistemas totales y sus componentes”, por lo cual resulta importante modificar algunos procesos mentales que comúnmente llevamos a cabo para poder cambiar nuestra forma de pensar de manera radical, y poder así, abordar los problemas vistos como un todo y no como elementos aislados que no guardan ningún efecto o relación entre sus acciones.

Ackoff (1994), por su parte, describe a un sistema como “los elementos del conjunto y el conjunto de los elementos”, el cual estructuralmente es visto como un todo divisible, aunque funcionalmente se considera indivisible debido a que algunas propiedades fundamentales del sistema se pierden al separar sus elementos. Por consiguiente, las principales propiedades que presenta todo sistema son:

- Las propiedades o comportamiento de un elemento del sistema tendrá efecto sobre todo el sistema en sus propiedades o actuación.
- Las propiedades o comportamiento de cada elemento del sistema, así como su influencia sobre el todo, dependerá de al menos otro elemento del sistema.

- Los subgrupos de elementos en un sistema mantienen las dos primeras propiedades, donde cada uno de estos subgrupos guarda un efecto que siempre depende del todo.

El enfoque de sistemas es entonces una forma sintética de pensamiento derivada de la doctrina del expansionismo, contraria al reduccionismo cuyo fundamento se basa en un modo analítico de pensamiento, el cual intenta dar una explicación del todo a partir del análisis de cada una de las partes. En contraparte, el modo sintético de pensamiento brinda una explicación a partir de considerar al elemento que se desea conocer como parte de un sistema mayor y su función dentro de éste.

De esta manera, y debido a sus características, el enfoque de sistemas es una herramienta útil para el análisis de los factores críticos en la gestión de proyectos de innovación de los CPI+D, debido a que nos permite conocer las interrelaciones e influencia de estos factores con otros elementos del sistema que inciden sobre el resultado final del proyecto.

2.2. Información, aprendizaje, conocimiento e innovación

La información, el conocimiento, el aprendizaje y la innovación, representan cuatro elementos implícitos de la gestión del conocimiento que desempeñan un papel central en el entendimiento y manejo adecuado del desarrollo de las organizaciones. Por ello, su análisis, discusión y conceptualización son considerados en este apartado.

El primero de estos términos, la información, resulta un elemento difícil de definir debido a que, como Losee (1997) expone, es abordado de manera diferente dependiendo de la disciplina desde la cual se analiza. Sin embargo, una de las definiciones más útiles es la que brinda la teoría moderna de la información, la cual marca una diferencia entre los atributos estructurales y los tipos de teorías de la cibernética funcional. En el primer caso, la

información es concebida como estructura, variedad, orden, entre otros atributos más. En tanto que en el segundo caso, ésta es entendida bajo un significado funcional o una propiedad de los sistemas organizados (Flückiger, 1995). El mismo Flückiger argumenta que el término información es etimológicamente un sustantivo formado por el verbo “informar” que proviene del latín “informare” que significa “dar forma a, modelar, formar”.

Nonaka y Takeuchi (1999) por su parte definen la información como “un medio o material necesario para extraer y construir el conocimiento” en donde la información puede ser considerada bajo dos formas: sintácticamente y semánticamente. La primera se refiere al volumen de información, mientras que la segunda, al significado que ésta posee. Por lo anterior, el lado semántico de la información constituye la parte más importante en la generación del conocimiento, debido a que ésta se enfoca sobre el significado expresado. Asimismo, la OECD (2000) describe a la información como hechos que pueden ser codificados en bits y comunicados mediante datos, los cuales representan contenidos analizados previamente (Dalkir, 2005).

En esencia, la información es la base fundamental en el desarrollo y creación de conocimiento, debido a que ésta se convierte en un soporte necesario para la operación y generación de conocimiento y que, en conjunto con el proceso de aprendizaje, ambos se convierten en vehículos necesarios a través de los cuales los individuos y las organizaciones generan y acumulan su propio conocimiento.

El segundo de nuestros términos, el aprendizaje, definido desde el enfoque constructivista de Chadwick (2001); entiende al individuo como una construcción propia que se genera a partir de la interacción de sus disposiciones internas y el entorno. En este sentido, el conocimiento adquirido por un individuo no es una copia de la realidad, sino de la construcción que él mismo lleva a cabo. De esta manera, el aprendizaje no resulta en un

simple proceso de transmisión, internalización y acumulación del conocimiento, sino que además, implica que los individuos se esfuercen por “enlazar, extender, restaurar e interpretar y, por lo tanto, *construir* conocimiento desde los recursos de la experiencia y la información que reciben. La persona debe relacionar, organizar y extrapolar los significados de éstas.”

Adicionalmente, Peluffo y Catalán (2002) definen el aprendizaje como un proceso que:

involucra una serie de operaciones mentales que permiten realizar la identificación de patrones comunes entre los datos y la información, la vinculación con los marcos de referencia preexistentes o la creación de uno nuevo, la experiencia acumulativa, los paradigmas con los que se maneja una persona y la capacidad automática que tienen los individuos de vincular la experiencia con el conocimiento.

Ten Tsai y Wei Lee (2006) argumentan que el conocimiento es un bien adquirido a través del proceso de aprendizaje, el cual se encuentra conformado por cuatro etapas: 1.- Observación y reflexión; 2.- Generación de conceptos y generalizaciones; 3.- Prueba de implicaciones de los conceptos en nuevas situaciones; y 4.- Experiencias concretas.

Por su parte, Peluffo y Catalán (2002) señalan que el proceso de aprendizaje es una forma de apropiación del conocimiento, por lo que el nivel adquirido por parte de las personas o de las organizaciones es dependiente de su capacidad de aprendizaje. Esto reafirma al proceso aprendizaje como un elemento implícito de la vinculación dinámica existente entre la información y el conocimiento.

Respecto al tercer término, el conocimiento, Bunge (2003) argumenta que éste se transmite vía la información, pero entiende que la información no representa por sí misma conocimiento. El concepto es visto desde el constructivismo radical, no como una imagen idéntica del mundo, sino que éste emplea esquemas de acción, conceptos y pensamientos, con la característica de tener la capacidad de distinguir los elementos ventajosos de los que

no lo son. De aquí se desprende la conclusión de que lo que comúnmente conocemos como hechos, no son elementos de un mundo independiente del observador, sino que éstos constituyen elementos obtenidos a partir de la experiencia y visión de un observador (Martínez Delgado, 1999).

Por su parte, Nonaka y Takeuchi (1999) argumentan que el conocimiento es “un proceso humano dinámico de justificación de la creencia personal en busca de la verdad”. También Dalkir (2005) señala que el conocimiento es una forma sustantiva del saber, frecuentemente sustentada en valores, opiniones y experiencia.

De esta manera, podemos definir al conocimiento como un proceso dinámico de integración de información al saber humano, que bajo un punto de vista teórico y/o práctico brinda un uso productivo en favor de individuos u organizaciones, sustentado en valores, opiniones y experiencia.

Por último, el concepto de innovación es definido con base en los fines que persigue la presente investigación, es decir, hacia la parte de gestión tecnológica. En este mismo sentido, Ettlíe (2000) discute la diferencia entre idea e innovación, en donde la primera representa solamente una invención, mientras que la segunda forzosamente implica la comercialización de la aplicación de una idea o nueva creación. A su vez, Edquist (2001) define a la innovación como “nuevas creaciones de significancia económica normalmente llevadas a cabo por firmas.”

La información, el aprendizaje, el conocimiento y la innovación son elementos de la gestión del conocimiento que convergen en una interrelación dinámica que permanece en continua retroalimentación y que, de manera conjunta, pueden dar paso hacia innovaciones de tipo incremental o innovaciones radicales de mayor impacto.

2.3. Gestión del conocimiento y de la innovación tecnológica

Cuando se habla de gestión del conocimiento generalmente el término se encuentra referido a: i) la obtención de información, ii) gestión de recursos humanos, iii) gestión de la innovación, iv) propiedad intelectual, v) medición del capital intelectual, vi) ayudas tecnológicas, y vii) cambios culturales y nuevas formas de organización del trabajo. Un punto interesante cuando se habla de gestión del conocimiento, es el énfasis que se pone en la valorización de los activos intangibles (por ejemplo, a través de patentes, modelos de utilidad, marcas, etc.) de una organización, los cuales vienen a complementar el valor económico de ésta, por lo que un nuevo componente de alto valor económico dentro de una organización lo representa su capital intelectual (conocimiento de la gente) (Daedalus, 2002).

Schulze (2003) describe la gestión del conocimiento como un catalizador en los procesos de innovación, bajo el argumento de que ésta resulta necesaria para la creación de innovaciones continuas que brinden a la organización ventajas competitivas, pues una administración eficaz del conocimiento tendrá diferentes opciones dentro de los procesos de negocios, pero siempre en función de la intensidad del uso del conocimiento y complejidad del proceso tecnológico llevado a cabo.

La gestión del conocimiento resulta entonces ser un catalizador útil para el desarrollo de organizaciones basadas en el conocimiento que, bajo un proceso continuo de innovación, cooperación y una correcta visión de negocios, brinde a las organizaciones una ventaja competitiva dentro de la economía global.

Los centros públicos de investigación y desarrollo llevan a cabo parte de su gestión del conocimiento a través de la administración de los proyectos de innovación. En este sentido, según Roberts y Fusfeld (1996) el proceso de un proyecto de innovación

tecnológica se encuentra conformado por las siguientes seis fases: preproyecto; estudio de viabilidad; iniciación; ejecución; evaluación de los resultados; y transferencia.

Los mismos autores señalan que en cada una de estas fases existen actividades asociadas al proceso de innovación tales como: la comunicación entre el equipo (solución de problemas, generación de ideas, compartir experiencias, etc.) ; analizar posibles usos potenciales de la tecnología, con enfoque hacia el cliente; acoplar el desarrollo tecnológico a las necesidades del mercado, así como evaluar su viabilidad técnica; gestionar el proyecto (atender su problemática, tanto técnica como administrativa, programar y ejecutar las actividades necesarias para su conclusión, etc.); evaluar los resultados del proyecto; y realizar la transferencia del desarrollo a otra unidad.

En el contexto latinoamericano, Cadena *et al* (1986) exponen la reducida proporción de investigadores que participan directamente en empresas de países en desarrollo; por lo que la innovación inter-organizacional retoma mayor relevancia en este contexto, la cual se caracteriza por realizar desarrollos tecnológicos dentro de CPI+D y universidades, que son transferidos hacia el sector productivo.

En este sentido, los CPI+D participan en el progreso de sus regiones de influencia a través del desarrollo de la innovación tecnológica de distintos sectores productivos, la cual es definida por los autores como “un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización.”

Tradicionalmente, los paquetes tecnológicos representan herramientas de trabajo dentro de los procesos de innovación que se encuentran integrados por diferentes tipos de tecnologías de producto, equipo, proceso y operación, las cuales son definidas a

continuación: tecnología de producto: se encuentra “relacionada con las normas, las especificaciones y los requisitos generales de calidad y presentación que debe cumplir un bien o servicio”; tecnología de equipo: se distingue por estar “relacionada con las características que deben de poseer los bienes de capital necesarios para producir un bien o servicio”; tecnología de proceso: se refiere a “las condiciones, procedimientos, y formas de organización necesarios para combinar insumos, recursos humanos y bienes de capital de la manera adecuada para producir un bien o servicio”; y tecnología de operación: se encuentra referida a “normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso, y que son necesarias para asegurar la calidad, la confiabilidad, la seguridad física y la durabilidad de la planta productiva y de sus productos.”

En el trabajo llevado a cabo por Cadena *et al* se enmarcan los principales elementos presentes dentro de un paquete tecnológico, los cuales se van a encontrar en mayor o menor medida dentro de un desarrollo tecnológico, dependiendo de la naturaleza y complejidad de éste (véase Tabla 2).

Por otra parte, las innovaciones tecnológicas pueden originarse a partir de la demanda del mercado, las necesidades específicas del sector productivo o de las áreas de oportunidad identificadas por parte de un grupo de investigadores. Por ello, un aspecto crítico en el fomento de la transferencia de los resultados de la investigación, lo constituye la transmisión del conocimiento en forma de un producto o servicio, de tal manera que sea accesible para el usuario final.

Tabla 2

Componentes del paquete tecnológico

1.-Conocimientos científicos, 2.- Conocimiento empíricos, 3.- Desarrollo tecnológico 4.- Información técnica externa a la organización, 5.- Perfiles de factibilidad técnico-económica, 6.- Ingeniería básica, 7.- Ingeniería de detalle, 8.- Diseño y manufactura de equipos, 9.- Cumplimiento de normas y especificaciones, 10.- Protección de la propiedad industrial, 11.- Negociaciones contractuales, 12.- Capacitación técnica del personal, 13.- Cumplimiento de normas y controles gubernamentales, 14.- Procuración de equipos, 15.- Escalamiento, 16.- Construcción y arranque de la planta, 17.- Ajuste del paquete a condiciones de operación reales, y 18.- Adecuación del producto a los requerimientos del mercado.

Fuente: Modificado de Cadena *et al* (1986).

Por otra parte, la eficacia y la eficiencia son términos importantes de definir en el ámbito de la gestión de proyectos de innovación en los CPI+D. Para Ostroff y Schmitt (1993) la eficiencia se describe como un cociente de entrada-salida o comparación, en tanto que, la eficacia está referida a un nivel absoluto de adquisición de aportaciones o el logro de resultados. De esta manera, las organizaciones que aspiran a mejorar necesariamente tienen que ser eficaces y eficientes.

Roussel, Saad y Erickson (1991) argumentan cómo la I+D se ha convertido en una actividad imprescindible para la industria, debido a que les permite competir ante cambios más acelerados, producidos fundamentalmente por el cambio tecnológico. Las organizaciones sufren presiones desde distintos escenarios, como un ambiente caracterizado por el desarrollo e introducción de nuevos productos de forma rápida y sostenida, con atributos significativos de calidad, innovación y rentabilidad. Sin embargo, muchas empresas no están en posibilidades de aumentar su gasto en I+D para compensar los retos

internacionales en la materia, por lo que la inversión que se realiza en este rubro no consiste únicamente en aumentar los recursos asignados, sino en hacerlo de manera más eficaz.

Podemos definir a la gestión eficaz como aquella que a través de su correcta ejecución consigue transferir proyectos de innovación hasta la liberación final por parte del cliente, en tanto que el concepto de eficiencia representa el cociente de proyectos generados contra proyectos transferidos. Para fines de esta investigación, un proyecto exitoso es aquél que logra transferirse desde el CPI+D hacia otros actores, para beneficio de todos.

2.4. Factores que favorecen y factores que obstaculizan el éxito de proyectos de innovación

En el primer capítulo se mencionaron los macro y meso factores que promueven el desarrollo de la CyT de distintos países y regiones, en esta sección se hace mención de un tercer grupo: el de los micro factores, conformado por elementos que estimulan el desarrollo y la productividad de diversas actividades específicas dentro de la investigación, el desarrollo tecnológico, los servicios tecnológicos, la transferencia tecnológica, entre otros.

Al ser los CPI+D reconocidos debido al importante papel que desempeñan en el desarrollo de alta tecnología (Chen y Kenny, 2007), la búsqueda y detección que llevamos a cabo de estos factores se enfoca en elementos sobre los cuales los CPI+D pueden influir de forma directa en cuanto a su manejo, para mejorar la eficacia y eficiencia en la gestión de los proyectos de innovación. De esta manera, el objetivo principal de la presente investigación está orientado hacia la identificación de aquellos factores que promueven u obstaculizan el éxito de proyectos de innovación dentro de los CPI+D.

Estudios de factores críticos en la gestión de proyectos de innovación

Al llevar a cabo la revisión de la literatura se encontraron estudios sobre factores críticos que propician el éxito o fracaso de un proyecto de innovación o el desarrollo de nuevos productos en diversos escenarios, lo que posteriormente permitió ubicar y contextualizar estos factores para el caso específico de los CPI+D. De esta manera, se revisaron diecinueve estudios que ofrecen cientos de factores que favorecen u obstaculizan el éxito de proyectos de innovación, lo mismo que el desarrollo de nuevos productos (DNP), algunas de las mejores prácticas sobre diversos procesos y subprocesos y otros indicadores de desempeño de los CPI+D. En estos trabajos, también se describe y analiza el desarrollo de proyectos exitosos en estas organizaciones lo que ofrece un acercamiento inicial hacia nuestro objeto de estudio. A continuación se presentan los factores que favorecen y los que obstaculizan el éxito de proyectos encontrados en la literatura. Asimismo, se resumen en las tablas 3 y 4.

Balachandra y Friar (1997): su estudio se encuentra dirigido a la identificación de factores que propician el éxito comercial de proyectos de I+D e innovación de productos. A partir de la revisión de la literatura los autores lograron identificar 72 factores relevantes en el éxito de estos proyectos, los cuales son clasificados dentro de cuatro categorías: ambiente; mercado; organización; y tecnología.

Lynn *et al* (1999; citados en Sun y Wing, 2005): los autores enviaron una serie de casos a informantes calificados donde se les pidió identificar los factores clave para tener éxito en el desarrollo de nuevos productos (DNP) y, a partir de la identificación de éstos, se logró generar un modelo de determinantes para el éxito en el DNP.

Lester (1998; citado en Sun y Wing, 2005): el estudio identifica problemas potenciales que pueden hacer fracasar los esfuerzos enfocados hacia el desarrollo de nuevos

productos y poder así ayudar a la solución de este tipo de problemas, con lo cual el autor logra identificar 15 factores críticos de éxito para el desarrollo de nuevos productos en cinco áreas.

Poolton y Barday (1998; citados en Sun y Wing, 2005): en este trabajo los autores identifican seis variables asociadas con el éxito en el desarrollo de nuevos productos como resultado de una amplia la revisión de la literatura.

Cooper (1999; citado en Sun y Wing, 2005): el estudio fue llevado a cabo a partir de la revisión de cientos de casos en donde se logró identificar que hace la diferencia entre perdedores y ganadores en el proceso de desarrollo de nuevos productos, lo que le permitió identificar 12 denominadores comunes en el éxito de un nuevo proyecto.

Pinto y Mantel (1990): este trabajo parte de un estudio previamente realizado por Pinto y Slevin (1984; citado en Pinto y Mantel, 1990) en donde se identificó una serie de diez factores críticos para el éxito en la implementación de un nuevo proyecto; el acercamiento fue posible gracias a la revisión de la literatura y a entrevistas con administradores de proyecto, detectando que estos factores eran generalizables hacia una amplia variedad de proyectos y organizaciones.

Brown y Eisenhardt (1995): llevaron a cabo una revisión empírica de artículos publicados en las principales revistas americanas y europeas sobre el desarrollo de productos y algunos trabajos no publicados, seleccionando únicamente los estudios basados en métodos empíricos rigurosos y en la medida en que estos trabajos fueron citados. Los resultados obtenidos de esta revisión fueron puestos en un modelo de factores que afectan el éxito en el desarrollo de un nuevo producto.

Cormican y O'Sullivan (2004): el trabajo se llevó a cabo a partir de un estudio en ocho organizaciones de base tecnológica, cuya principal actividad estaba enfocada hacia el

diseño y desarrollo de productos para diversas industrias. Se entrevistó a los miembros “más experimentados” del equipo de administración para poder entender el proceso de innovación dentro de un contexto industrial, lo que les permitió observar fortalezas y debilidades en el proceso de innovación de un producto, identificar los factores que facilitan la innovación en la industria, algunos de los posibles problemas por mejorar y mantener una ventaja competitiva; y finalmente, se logró generar un modelo de mejores prácticas para la administración de la innovación del producto.

Hippel (2004): los estudios realizados por Hippel representan el trabajo de 12 años, durante los cuales se realizaron cientos de entrevistas a personas que realizaron directamente las innovaciones estudiadas y a otras personas que tenían un conocimiento menos directo de ellas, lo que permitió determinar y analizar los principales actores que participan en la generación de una innovación.

Brown, Leavitt y Wright (2004): en el texto se comenta la investigación que realizó el Centro Americano para la Calidad y la Productividad (APQC's) para poder determinar algunos de los principales factores involucrados en las mejores prácticas dentro de la organización, que les permitieran mejorar el desarrollo de nuevos productos.

Dvir *et al* (1998): en este trabajo se usó la revisión teórica relacionada con factores de éxito en el desarrollo de productos. Posteriormente, se realizó un estudio en una muestra de 110 proyectos de defensa en Israel, realizados en los últimos 20 años, evaluándolos mediante cuestionarios y entrevistas a tres personas clave de cada proyecto (cliente, contratista y un representante del Ministerio de Defensa). En cada proyecto se recolectaron datos de más de 400 variables administrativas representadas por once elementos contenidos bajo dos dimensiones, y sometidos a un análisis multivariable. Los

proyectos pertenecientes a la muestra seleccionada fueron de diversos tamaños y tomados de varias industrias de las áreas de electrónica, computación, aeroespacial y de municiones.

Muscio *et al* (2006): describen los principales factores que afectan el desempeño y competitividad de una organización y señala el grado de influencia que estos elementos tienen en organizaciones de I+D, así como en aquéllas que no realizan este tipo de actividades.

Nath y Mrinalini (2002): dirigen su estudio hacia organizaciones no corporativas de I+D u organizaciones de tecnología e investigación (OTI) donde se describen la observación de procesos críticos en 60 OTI alrededor del mundo, con lo cual es posible explicar algunas de las prácticas organizacionales que estas instituciones llevan a cabo. Aunque el estudio no se enfoca específicamente hacia los factores que favorecen el éxito de los proyectos de innovación en las OTI, se describen procesos y sub-procesos, algunos indicadores de desempeño usados por WAITRO (World Association of Industrial Technology Research Organizations) y algunas de las mejores prácticas organizacionales para las OTI que contribuyen de forma importante a mejorar el desempeño de las OTI.

Tabla 3

Agrupación de los factores a partir de la revisión de la literatura

<i>Factores que favorecen y factores que obstaculizan el éxito en proyectos de innovación y el desarrollo de nuevos productos</i>		
Autor (es)	Tipo de Estudio	Factores
1. Balachandra y Friar (1997).	I+D	<p>Ambiente: 1. Promedio de recursos y materias primas, 2. Regulaciones gubernamentales, 3. Oportunidad de reestructuración industrial, 4. Factores políticos y sociales, 5. Interés público en el producto, 6. Distribución del riesgo, y 7. Responsabilidad del producto. Mercado: 1. Distribución del riesgo, 2. Ambiente competitivo, 3. Análisis del competidor, 4. Análisis temprano del mercado y de las ganancias, 5. Comercialización anticipada, 6. Pocos competidores, 7. Alto margen de ganancia, 8. Ciclo de vida del producto, 9. Bajo costo, 10. Análisis del mercado, 11. Existencia de mercado, 12. Conocimiento de las necesidades del consumidor, 13. Número de usos finales del producto, 14. Valor percibido, 15. Probabilidad de éxito comercial, 16. Precio de introducción del nuevo producto, 17. Respuesta al crecimiento del mercado, 18. Venta /utilidad potencial, 19. Crecimiento lento del mercado, 20. Fuerza del mercado, y 21. Aceptación del cliente. Organización: 1. Compromiso de los integrantes del proyecto, 2. Comunicación, 3. Correcta distribución de los canales, 4. Creación, elaboración e interfase, 5. Demanda de resultados rápidos, 6. Eficacia del gerente de proyecto, 7. Efectos sobre otros negocios, 8. Énfasis en la mercadotecnia, 9. Producción libre de errores, 10. Alto nivel de apoyo administrativo, 11. Desarrollos poco costosos, 12. Competencia interna, 13. Administración y otras habilidades, 14. Conocimiento del costo de inventarios, 15. Mercados y tecnologías son fortalezas, 16. Monitoreo y retroalimentación, 17. Novedad para la empresa, 18. Planes de la organización, 19. Interés potencial del staff técnico, 20. Misión del proyecto, 21. Calendarización del proyecto, 22. Gerente del proyecto con mentalidad exitosa, 23. Gerente del proyecto calificado, 24. Selección cuantitativa del proyecto, 25. Proceso de I+D bien planeado, 26. Fuente de ideas del proyecto, 27. Staff de profesionales, 28. Agresiva fuerza de ventas, 29. Amarre tecnológico para la estrategia de ventas, 30. Antecedentes tecnológicos de los administradores, 31. Oportunidad (habilidad para escoger el momento oportuno), 32. Entrenamiento y experiencia de la propia gente, 33. Diagnosticar problemas, 34. Entendimiento del mercado, 35. Uso de la comunicación externa, y 36. Ruta tecnológica. Tecnología: 1. Fuerza de la demanda contra la fuerza de la tecnología, 2. Dirección para el desarrollo científico, 3. Alto desempeño/ costo, 4. Producto incremental, 5. Producto innovador, 6. Patentes, 7. Definición del problema, 8. Probabilidad de éxito tecnológico, 9. Utilidad, 10. Ruta tecnológica, 11. Aceptación del cliente, 12. Responsabilidad del producto, y 13. Distribución del riesgo.</p>
2. Lynn <i>et al</i> (1999).	DNP	<p>1. Tener estructurado el proceso de desarrollo del nuevo producto, 2. Tener una visión clara y compartida acerca del equipo, 3. Desarrollar y lanzar un producto dentro de un marco de tiempo adecuado, 4. Redefinir un producto después de su lanzamiento y poseer una visión a largo plazo, 5. Procesar las habilidades óptimas del equipo, 6. Entender el mercado y su dinámica, 7. Asegurar el apoyo de la dirección para el equipo y su visión, 8. Aplicar las lecciones aprendidas en proyectos pasados, 9. Asegurar una buena química dentro del grupo, y 10. Retener miembros del equipo con experiencia relevante.</p>
3. Lester (1998).	DNP	<p>1. Compromiso de la alta dirección, 2. Cultura de la organización, 3. Combinación funcional de los equipos, 4. Enfocarse en agregar valor a los esfuerzos del equipo emprendedor, 5. Promover estrategias y guías fundamentales, 6. Compartir un entendimiento común en el proceso, 7. La innovación requiere experiencia, habilidades y motivación, 8. Generación de buenas ideas, 9. Equipo de formación de eventos, 10. Un detallado plan táctico del proyecto, 11. Metas claras y medición de</p>

		acontecimientos importantes, 12. Cambiar a un enfoque externo para echar a andar el nuevo producto emprendido, 13. Entendimiento dentro del equipo emprendedor, 14. Comunicación para administrar, y 15. La visión ganada del mercado a través de esfuerzos razonables.
4. Poolton y Barday (1998).	DNP	1. Apoyo de la dirección en la generación de innovaciones, 2. Una estrategia a largo plazo con enfoque hacia la innovación, 3. Amplio compromiso hacia proyectos mayores, 4. Flexibilidad y responsabilidad para el cambio, 5. Aceptación del riesgo por parte de la dirección, y 6. Apoyo a una cultura emprendedora.
5. Cooper (1999).	DNP	1. Un sólido trabajo inicial que permita definir y justificar el proyecto, 2. Construir en la voz del cliente, 3. Buscar diferenciar y construir un producto superior, 4. Producto claro y estable, así como una definición temprana del mismo, 5. Una buena planeación adecuadamente investigada y un lanzamiento eficientemente ejecutado, 6. Construir tenazmente/ puntos de decisión clave dentro del proceso, 7. Dedicación y apoyo a través de la combinación de grupos funcionales con líderes agresivos, 8. Una orientación internacional: Equipos internacionales y productos globales, 9. Brindar entrenamiento sobre la administración de un nuevo producto, 10. Definir los estándares de desempeño esperados, 11. Recortar el número de proyectos en proceso, y 12. Colocar un administrador del proceso.
6. Pinto y Mantel (1990).	I+D	1. Misión del proyecto, 2. Apoyo de la dirección, 3. Plan y calendarización del proyecto, 4. Consulta al cliente, 5. Personal, 6. Tareas técnicas, 7. Aceptación del cliente, 8. Monitoreo y retroalimentación, 9. Comunicación, y 10. Identificación de problemas.
7. Brown y Eisenhardt (1995).	DNP	1. Proveedores, 2. Composición del equipo, 3. Organización del equipo de trabajo, 4. Proceso del equipo de trabajo, 5. Líder de proyecto, 6. Administración experimentada, 7. Clientes, 8. Desempeño del proceso, 10. Efectividad del concepto de producto, 11. Mercado, y 12. Desempeño financiero.
8. Cormican y O'Sullivan (2004).	I+D	1. Estrategia y liderazgo, 2. Cultura y clima organizacional, 3. Planeación y selección, 4. Estructura y desempeño, y 5. Comunicación y colaboración.
9. Hippel (2004).	I+D	1. El usuario como fuente de innovación, y 2. El proveedor como fuente de innovación.
10. Brown, Leavitt y Wright (2004).	DNP	1. Investigación del cliente y demanda del mercado, 2. Calidad en la ejecución de las actividades de la evaluación de los negocios, 3. Apoyo de una administración experta para el desarrollo de nuevos productos, 4. Recursos adecuados, 5. Administración del portafolio, 6. Ambiente positivo para la innovación, sin tener aversión al riesgo, 7. Calidad en las actividades de mercadeo, 8. Calidad en la ejecución de la investigación preeliminar, 9. Equipo responsable, 10. Ventaja de producto, 11. Definición del producto antes que su desarrollo comience, 12. Apoyo para la innovación a través del tiempo, recompensas y reconocimientos, recursos disponibles para proyectos no oficiales, trabajo preeliminar y comunicación, 13. Calidad en la ejecución de habilidades técnicas, 14. Proceso de desarrollo de nuevos productos con énfasis en mejores prácticas, 15. Equipos verdaderamente funcionales, 16. Alineación de la estrategia para el desarrollo de nuevos productos con las metas de la organización, 17. Calidad en la información del mercado, 18. Estrategia para la innovación, 19. Equipo del proyecto con un enfoque global, y 20. Equipos de proyecto y líderes en el lugar adecuado.
11. Dvir <i>et al</i> (1998).	I+D	Lograr los objetivos de diseño: 1. Especificaciones funcionales, 2. Especificaciones técnicas, 3. Objetivos programados, y 4. Objetivos del presupuesto. Beneficios para el consumidor: 1. Lograr los objetivos de adquisición, 2. Lograr los requerimientos de operación, 3. Producto ingresado dentro del servicio, 4. Entregar el producto al usuario final a tiempo, 5. Producto utilizado dentro de un periodo de tiempo substancial, 6. Mejoras substanciales en el rendimiento del producto a nivel operacional del usuario, y 7. El usuario esta satisfecho con el producto.
12. Muscio	I+D	1. Aplicación de nuevas tecnologías, 2. Innovación de producto, 3. Confiabilidad técnica, 4. Calidad del producto, 5. Capacidad del

(2006).		proyecto, 6. Solución de problemas, 7. Precios bajos, 8. Entrega a tiempo, y 9. Servicio al cliente.
13. Nath y Mrinalini (2002).	I+D	<p>Gobierno de las Organizaciones de Tecnología e Investigación (OTI): 1. Propiedad, 2. Estructura legal, 3. Constitución del consejo (cuerpo de gobierno), 4. Tamaño del consejo, 5. Selección del consejo, 6. Creación de la misión y la visión de las OTI, 7. Autonomía en las decisiones clave de la administración, 8. Regulación, 9. Toma interna de decisiones, y 10. Cambio en el proceso de administración. Administración financiera: 1. Métodos para el financiamiento de las OTI, 2. Financiamiento del gobierno para las OTI (subsidios), 3. Métodos de establecimiento para el monto de subsidio por parte del propietario (gobierno o asociación industrial), 4. Cuerpo (grupo o persona) que toma la decisión sobre la cantidad destinada al subsidio, 5. Flexibilidad en el uso de los fondos, 6. Retención de ganancias y pérdidas de un año al siguiente, y 7. Sistema de Administración Financiera (SAF). Servicios de las OTI: 1. Combinación de servicios, 2. Tipo de servicio, 3. Determinación de los servicios a ser ofrecidos, 4. Aseguramiento en la calidad del servicio, y 5. Papel de los fondos subsidiados en el servicio proveído. Desarrollo de negocios: 1. Administración del desarrollo de negocios-asignación de responsabilidades, 2. Recompensas para el desarrollo de negocios exitosos, 3. Financiamiento para actividades de desarrollo del negocio, 4. Estrategia para generar conciencia dentro de la organización, 5. Identificación de las necesidades grupales del cliente, 6. Identificación de las necesidades individuales del cliente, 7. Métodos de valuación (precios) de proyectos, y 8. Métodos para la reducción de costos de proyectos para los clientes (asegurar el negocio). Administración organizacional: 1. Estilo de administración organizacional, 2. Habilidades de la agrupación de las OTI, y 3. Nivel de responsabilidad de la unidad organizacional. Administración del proyecto: 1. Estructura de la administración del proyecto, 2. Una autoridad funcional para la administración del proyecto, 3. Selección del proyecto con fondos subsidiados, y 4. Asignación del proyecto. Habilidad de construcción: 1. Identificación de la decisión para adquirir oportunidades que permitan la construcción, 2. Identificación de oportunidades de habilidades de construcción, 3. Método para mejorar el staff para la creación de fondos, y 4. Método de inversiones de fondos de capital que mejoran las capacidades. Administración del personal: 1. Reclutamiento/contratación, 2. Asignación del staff para supervisor/posiciones administrativas, 3. Promoción del staff técnico, 4. Compensaciones, 5. Toma de decisiones sobre paquetes compensatorios, 6. Recompensas no basadas en pagos, 7. Evaluación del staff, 8. Despido del staff, y 9. Comunicaciones internas. Redes de trabajo: 1. Redes de trabajo con proveedores tecnológicos, y 2. Redes de trabajo con la industria para un mejor entendimiento de sus necesidades. Políticas y programas: 1. El papel de las OTI en ciencia y tecnología y políticas de desarrollo industrial, y 2. Uso de programas gubernamentales.</p>

Estudios de redes de conocimiento en centros públicos de investigación y desarrollo

Otros estudios que permitieron examinar con mayor detalle la identificación y descripción de los factores que favorecen u obstaculizan el éxito de proyectos de innovación en CPI+D. Los siguientes seis casos de éxito analizados fueron obtenidos con base en diferentes fuentes bibliográficas y su selección se basó en el éxito que obtuvieron como desarrollos tecnológicos para los CPI+D en donde fueron realizados.

En cada estudio analizado, la presencia de estos factores puede variar; es decir, debido a que cada proyecto de innovación se desarrolla bajo un contexto específico con características propias, la identificación, descripción y validación de estos factores ofrece apenas una aproximación al problema que representa la transferencia de un proyecto de innovación.

Casos de éxito:

Producción de fresa

El primer proyecto analizado está relacionado con la producción de fresa y se inició a partir de la necesidad de los fresa-cultores de aumentar y mejorar la calidad del cultivo. El estudio muestra la vinculación que se construyó con agricultores a partir del desarrollo de la técnica de micro propagación de la fresa *in vitro*, la cual se encuentra disponible desde hace más de veinte años y consiste en multiplicar partes de la planta *in vitro* para después transferir las plantas producidas a nivel laboratorio hacia los productores, y asegurar así la producción de fresas libres de virus y, en consecuencia, generar una mayor producción por cosecha. A partir de diversas interacciones entre CPI+D, productores, el Gobierno Federal, Estatal, y Municipal, una empresa y ONG se empezó a formar una red de conocimiento que logró gradualmente generar confianza entre los actores y propició el financiamiento de proyectos

más importantes relacionados con el mejoramiento de la calidad del fruto y la planta de la fresa. Otros de los beneficios del proyecto que el centro ha adquirido sobre este cultivo son la experiencia acumulada y el desarrollo de capacidades tecnológicas. Aunque esto pareciera obvio es de la mayor importancia en virtud de que ayudan al fortalecimiento de las redes de conocimiento y al desarrollo de la CyT.

Sector minero-metalúrgico

En el segundo caso se aprecia la participación del CINVESTAV-S el cual es un centro que desarrolla proyectos de innovación a partir de la identificación y generación de necesidades del sector minero-metalúrgico. Aunque inicialmente la vinculación de este centro con el entorno industrial se encontraba limitada a la asesoría técnica, actualmente cuenta con una gran capacidad científica, tecnológica y de vinculación que le permite ubicar sus proyectos de innovación tecnológica en el mercado y poder atender así las demandas de su entorno. Además, el centro ha logrado construir redes de conocimiento, necesarias para el desarrollo de otro tipo de proyectos. De manera similar al proyecto de la fresa, en este caso se han logrado establecer vínculos de confianza entre la academia y la industria basados en que algunos de los proyectos realizados surgieron de la iniciativa de los propios clientes. Una vez que los usuarios reconocen en el CINVESTAV-S un importante proveedor de este tipo de proyectos, debido al éxito que han tenido sus proyectos en este sector.

Programa agave-tequila

En el tercer caso se encuentra el CIATEJ, un centro del CONACYT que ha conseguido desarrollar varias redes de conocimiento entre la academia, el gobierno, las empresas productoras de tequila y los productores de agave. Debido a la complejidad de la

problemática que presenta la producción de la planta del agave y ante la necesidad de obtener respuestas generadas en forma interdisciplinaria e interinstitucional, el centro ha generado vínculos de colaboración con otros actores involucrados en el proceso que le permiten atender diversas necesidades del sector.

El centro ha podido generar proyectos exitosos de innovación, tanto por el lado de la oferta como de la demanda, así como la generación y acumulación de capacidades científicas y tecnológicas en actividades relacionadas con la producción de la planta del agave y la elaboración de tequila. Ello ha permitido generar vínculos de confianza entre los diversos actores, lo que ha significado captar mayores recursos para el desarrollo de nuevos proyectos.

Acuicultura del camarón

El cuarto ejemplo que se analiza se realizó dentro del CIBNOR, otro centro que ha logrado generar redes complejas de conocimiento con otras instituciones, empresas, distintos niveles de gobierno y productores organizados, con el propósito de enfrentar la problemática que aqueja el proceso productivo del camarón. Como producto de estas redes de conocimiento se han generado vínculos de confianza que le han permitido al CIBNOR captar mayores recursos financieros para el desarrollo de proyectos complejos de innovación, además de establecer vínculos dinámicos entre todos los actores que participan en dicha red. El proyecto del camarón ha logrado ser uno de los proyectos más exitosos del centro, a tal grado que una parte importante de su infraestructura se encuentra dedicada a proyectos relacionados con la industria del camarón, lo que le ha permitido brindar soluciones tecnológicas a los productores bajo un modelo de oferta y demanda.

Extractos vegetales

El quinto proyecto estudiado fue llevado a cabo por el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), uno de 27 centros del CONACYT. Su objetivo radica en realizar investigación básica y aplicada en las áreas de química y polímeros, transferencia de tecnología y formación de recursos humanos en licenciatura y posgrado, además de las actividades de asistencia técnica, análisis y evaluación de materiales.

El proyecto de extractos vegetales de plantas de las zonas áridas de México, como una opción para la sustitución de agroquímicos y antibióticos sintéticos, fue llevado a cabo por el Departamento de Materiales Avanzados de este centro que está enfocado al desarrollo de productos agroquímicos y antibióticos de origen natural, para que los productores agrícolas sustituyan los productos de origen sintético puesto que éstos representan un serio problema para la salud.

Por otra parte, se obtuvo financiamiento de dos organizaciones y fondos del Gobierno Estatal que ratifican la confianza de estas entidades hacia el centro. También se observa capacidad científica y técnica para desarrollar un producto competitivo (extracto de larrea tridentada: usado para combatir microorganismos que afectan a humanos, animales y cultivos agrícolas) e incluso más barato que su principal competencia, así como una larga experiencia en actividades de vinculación, debido a que el centro firmó un acuerdo de licenciamiento para transferir el desarrollo tecnológico a una empresa extranjera.

Desarrollo de una célula automática

Finalmente, el sexto proyecto analizado se refiere a un desarrollo tecnológico (célula automática para procesos de spot face, dimpling y rimado) realizado para una empresa por parte del CIDESI. Tenaris-Tamsa registra operaciones en Europa, Asia, Canadá y América

Latina; la organización desarrolla I+D, para lo cual cuenta con tres centros de investigación (Argentina, Italia y recientemente, México). La empresa es el principal proveedor de tubos sin costura de PEMEX (99%) y una de las empresas que más ha aprovechado el programa de estímulos fiscales del Gobierno Federal. Gracias a las capacidades de infraestructura y experiencia del CIDESI, este centro pudo dar una respuesta favorable a la empresa. Un aspecto interesante que se observa en este caso es que a pesar de que el cliente solicita al CIDESI la célula automática para varios procesos, la empresa dudaba en un inicio de las capacidades del centro para satisfacer los requisitos del proyecto tecnológico. No obstante a ello, y gracias al éxito de esta experiencia, se han empezado a fortalecer los vínculos de confianza entre el centro y la empresa.

Tabla 4

Casos de éxito en centros públicos de investigación y desarrollo

Centro de I+D	Proyecto de innovación	Actores	Algunos factores de éxito comúnmente detectados
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Irapuato (CINVESTAV-I).	Problemática de la fresa (Casas, 2001).	CPI+D, productores, Gobierno Federal, Estatal y Municipal, una empresa y ONG.	Proyecto de I+D innovador y de interés regional, financiamiento compartido, redes de colaboración, experiencia y acumulación de conocimiento.
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados Unidad Saltillo (CINVESTAV-S).	Vinculación del sector minero-metalúrgico con la Unidad Saltillo del CINVESTAV (Gutiérrez, 2003).	CPI+D, empresas, empresas filiales extranjeras, y organizaciones gubernamentales.	Desarrollo de proyectos de innovación tecnológica enfocados específicamente hacia el sector minero-metalúrgico, creación de un departamento de vinculación, atención al cliente, formación de redes de conocimiento, confianza entre los usuarios y participación financiera del CPI+D y el cliente.
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).	El programa agave-tequila (Casas, 2001).	CPI+D, universidades, productores, el consejo regulador del tequila, y el Gobierno Federal y Estatal.	Desarrollo de redes de conocimiento entre la academia, el gobierno, las empresas productoras de tequila y los productores del agave, confianza, especialización en la solución de problemas inherentes a la producción de tequila y la participación de diversos actores interesados en el financiamiento de los proyectos.
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).	La acuicultura del camarón (Casas, 2001).	CPI+D, universidades, empresas,	Creación de redes complejas de conocimiento entre instituciones, empresas, gobierno y productores de

		Gobierno Federal y Estatal y ONG.	camarón, confianza entre actores, mayor captación de financiamiento e identificación de problemas específicos de la industria del camarón.
Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).	Extractos vegetales de plantas de las zonas áridas, una opción a los agroquímicos y antibióticos sintéticos (Rodríguez Lira, 2007; CONACYT, 2007).	CPI+D, una empresa, ONG y el Gobierno Federal.	Conocimiento del mercado, desarrollo tecnológico altamente competitivo, identificación de un problema específico, visión para detectar una ventana de oportunidad, obtención de financiamiento, costo de venta competitivo, amplio conocimiento y experiencia en el desarrollo de materiales, así como experiencia en vinculación.
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI).	Desarrollo de una célula automática para los procesos de spot face, dimpling y rimado (Noguera y Montes, 2007).	CPI+D, el Gobierno Federal y una empresa.	Capacidad y experiencia en desarrollos tecnológicos concernientes al área metal-mecánica, uso de programas gubernamentales y fortalecimiento de los vínculos de confianza.

A la luz de la revisión bibliográfica y del análisis de algunos casos de proyectos exitosos en CPI+D, fue posible construir un listado que contiene 71 factores que potencialmente pueden incidir favorable o desfavorablemente en el éxito de proyectos de innovación de CPI+D. Para agilizar su análisis y discusión, se han agrupado en ocho categorías (véase Tabla 5):

Tabla 5

Factores propuestos para su análisis en proyectos de innovación en CPI+D
Factores que fomentan y factores que obstaculizan el desarrollo y gestión de proyectos exitosos en CPI+D

Categoría	Factor
Proceso de I+D:	<ol style="list-style-type: none"> 1.- El centro cuenta con una elevada capacidad científica y tecnológica, lo que permitió desarrollar el proyecto de innovación. 2.- El grupo de trabajo tenía conocimiento de la ruta tecnológica para la realización de este proyecto. 3.- El cliente y/o los clientes potenciales mostraron desde un inicio un fuerte interés por el desarrollo de este proyecto de innovación. 4.- El grupo de trabajo realizó un proceso de I+D eficiente y eficaz para desarrollo del proyecto. 5.- El proyecto es técnica y operacionalmente eficiente y confiable. 6.- El proyecto es tecnológicamente amigable en su uso y manejo. 7.- El proyecto tiene claras ventajas técnicas y operativas con respecto a sus principales competidores. 8.- El grupo de trabajo promovió la protección de la propiedad intelectual a través de patentes, modelos de utilidad o marcas. 9.- El cliente o posibles clientes prefirieron o prefieren guardar el

secreto de propiedad intelectual sin el uso de patentes o modelos de utilidad.

10.- El proyecto fue puesto en marcha porque desde un inicio su probabilidad de éxito tecnológico era alta.

11.- El proyecto tiene un alto grado de inventiva, novedad y aplicación industrial.

Planeación del proyecto:

12.- El grupo de trabajo propició la identificación y análisis de problemas de clientes o posibles clientes y los incluyó dentro de la planeación de este proyecto.

13.- El grupo de trabajo consensó una definición clara del proyecto antes de su inicio.

14.- El grupo de trabajo realizó una planeación del proceso de I+D eficiente y estructurada.

15.- El grupo de trabajo definió desde un inicio, en forma clara y completa, todas las especificaciones técnicas y operacionales del proyecto.

16.- El grupo de trabajo definió desde un inicio todos los estándares de desempeño esperados para el correcto funcionamiento del proyecto.

17.- El personal estableció y cumplió puntualmente con un calendario de actividades.

18.- El personal estableció y dio seguimiento a la misión del proyecto en todas las etapas de éste.

19.- El grupo de trabajo generó y compartió una visión clara entre todos los integrantes del equipo.

Redes de trabajo y colaboración:

20.- En este proyecto intervino personal con experiencia relevante, adquirida en proyectos previos del mismo tipo.

21.- Las autoridades del centro promovieron una comunicación dinámica entre ellas y todos los miembros participantes del proyecto.

22.- El personal que conforma el equipo que desarrolló y gestionó el proyecto (staff técnico y personal administrativo) mostró un claro compromiso e integración con la misión del proyecto.

23.- El personal estableció redes de colaboración y trabajo con los usuarios o posibles usuarios del proyecto.

24.- El personal empleó el trabajo y la experiencia de usuarios y proveedores de proyectos previos.

25.- El personal estableció redes de colaboración y trabajo con los proveedores.

26.- El centro estableció redes de colaboración y trabajo con otros actores relevantes que influyeron en forma importante para la realización de este proyecto; como ONG, universidades, otros centros y empresas.

27.- El centro promovió la cooperación internacional y la generación de productos globales.

Recursos humanos:

28.- La selección del personal influyó de manera muy positiva en el desarrollo y gestión de este proyecto.

29.- La organización del equipo de trabajo influyó en forma muy positiva.

30.- El gerente de gestión tecnológica y el personal administrativo se encuentran altamente calificados.

31.- Los antecedentes tecnológicos sobre este proyecto de innovación por parte del personal administrativo eran los adecuados.

32.- El grupo de trabajo de I+D se encuentra altamente calificado.

33.- El personal que participó en este proyecto es evaluado en forma constante y objetiva.

34.- El centro promovió la participación de los miembros que cuentan con una amplia permanencia en la organización y con experiencia

relevante en este tipo de proyectos.

35.- El personal que participó en este proyecto recibe capacitación constante y de calidad por parte del centro.

36.- El centro otorga sueldos competitivos, acordes a la preparación académica y desempeño laboral del personal.

37.- El centro promovió el otorgamiento de recompensas monetarias para estimular el desempeño laboral del personal.

38.- El centro estimuló el otorgamiento de recompensas no monetarias para estimular el desempeño laboral del personal.

Mercado:

39.- El centro conoce al mercado y a los competidores de este proyecto.

40.- El centro entiende el mercado y su dinámica.

41.- El proyecto tiene un mercado bien definido o es posible generar un nuevo mercado para éste.

42.- El centro ha generado y promovido el interés público sobre este proyecto de innovación.

43.- El centro ha llevado a cabo las actividades de mercadotecnia necesarias para la promoción y venta del proyecto.

44.- El centro cuenta con personal competitivo para la comercialización del proyecto.

45.- El costo del proyecto es acorde con las características y el desempeño del mismo.

46.- El costo de venta del proyecto es altamente competitivo.

Recursos financieros:

47.- El riesgo económico y los costos para el desarrollo del proyecto no resultaron excesivos para el centro.

48.- El centro administró los recursos asignados de manera eficiente y óptima.

49.- El centro brindó una amplia flexibilidad para el uso de los fondos presupuestales al grupo de trabajo.

50.- El proyecto propiciaba las condiciones necesarias para trabajar en un esquema de riesgo compartido entre el sector público y la iniciativa privada.

51.- El centro generó las condiciones necesarias para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo del proyecto.

52.- El grupo de trabajo promovió el uso de métodos para la reducción de costos.

53.- El centro generó formulas apropiadas para el financiamiento de este proyecto.

54.- El centro tenía una estimación rigurosa de las utilidades que podría generar el proyecto.

55.- El margen de utilidad que esperaba el centro de este proyecto estuvo acorde con sus expectativas.

Organización:

56.- La cultura y el ambiente del centro favoreció el desarrollo y gestión de este proyecto de innovación.

57.- La visión y estrategias de largo plazo para la generación de innovaciones por parte del centro, favorecieron de manera importante el desarrollo y gestión del proyecto.

58.- El centro fue flexible y responsable ante las situaciones de cambio durante el desarrollo y gestión del proyecto.

59.- El centro brindó todos los recursos necesarios para la realización de este proyecto.

60.- El centro brindó un apoyo administrativo sólido y eficiente para el desarrollo y gestión del proyecto.

61.- La dirección mostró un apoyo y compromiso decidido y constante durante todo el desarrollo y gestión del proyecto.

62.- La mayor parte de los problemas que se prestaron durante el desarrollo y gestión del proyecto fueron solucionados con éxito.

Calidad:

- 63.- Las autoridades del centro brindaron autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto.
- 64.- El proyecto se transfirió o se ha intentado transferir hacia la industria por canales eficaces y eficientes de vinculación.
- 65.- El grupo de trabajo tuvo una comprensión eficiente sobre las necesidades del cliente o posibles clientes.
- 66.- El grupo de trabajo llevó a cabo acciones sistematizadas y eficientes que garantizaran la calidad del proyecto con base en los resultados obtenidos.
- 67.- El personal evaluó rigurosamente todas las especificaciones técnicas y operacionales del proyecto.
- 68.- El personal evaluó rigurosamente todos los estándares de desempeño establecidos para este proyecto.
- 69.- El grupo de trabajo propició el monitoreo del desempeño del proyecto y promovió su retroalimentación.
- 70.- Las entregas del proyecto hacia el cliente o posibles clientes fueron o pueden ser realizadas e instaladas sin ningún contratiempo.
- 71.- El centro brinda un servicio y asistencia post-venta eficiente para los clientes o posibles clientes del proyecto.

3.1. Antecedentes

La búsqueda, identificación y análisis de factores que favorecen u obstaculizan el éxito de proyectos de innovación en CPI+D, fue inicialmente realizada a partir de la revisión de la literatura sobre este tipo de proyectos en ambientes industriales, y de un análisis riguroso de algunos casos considerados por los propios CPI+D como ejemplos de éxito. Posteriormente, se visitó el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato (CINVESTAV-Irapuato) para analizar “*in situ*” cuatro proyectos exitosos y cuatro no exitosos, lo que permitió observar directamente el proceso de construcción de un proyecto de innovación tecnológica.

Por otra parte, se contrastó la lista inicial de factores identificados que pueden favorecer u obstaculizar el éxito de este tipo de proyectos a través de entrevistas con diferentes actores, como directivos de los CPI+D, investigadores, líderes de proyectos, ayudantes de investigación, técnicos, clientes y personal administrativo, involucrados en diferentes proyectos de innovación.

Posteriormente, la discusión y validación de los factores detectados fueron complementadas a través de la realización de un ejercicio basado en la técnica Delphi, entre un grupo de expertos en gestión tecnológica (directores generales, gerentes involucrados en áreas de gestión tecnológica, y profesionales con amplia experiencia sobre este tema) de distintos CPI+D. Visto desde la perspectiva de Bertalanffy (1980) este ejercicio representaría un isomorfismo de un sistema de destilado que nos permitirá ir realizando una mejor aproximación hacia la identificación de estos elementos.

Problema de investigación

Como se ha mencionado anteriormente, el problema de investigación que se aborda en este trabajo consiste en identificar los factores críticos que favorecen y los que obstaculizan el éxito de los proyectos de innovación en CPI+D. Esta identificación tiene la finalidad de detectar las posibles acciones que permitirán aprovechar el conocimiento que los centros generan, debido a que la determinación de dichos factores puede potenciar una gestión más eficaz de los proyectos y propiciar así su transferencia al sector productivo.

Preguntas de investigación

- 1.- ¿Cuáles son los factores que favorecen y cuáles los que obstaculizan la gestión eficaz de un proyecto de innovación en un CPI+D? ¿Cómo interactúan estos factores críticos en la gestión de proyectos de innovación?
- 2.- ¿Pueden llegar a contribuir al éxito en la transferencia de estas innovaciones?
- 3.- ¿Son generalizables estos factores hacia otros proyectos de innovación de CPI+D?
- 4.- ¿Qué acciones pueden emprender los CPI+D que les permitan incorporar la información contenida en estos factores críticos, para que la gestión de sus proyectos de innovación se vuelva eficaz?

Formulación de la Hipótesis

A partir de la identificación de factores críticos es posible mejorar la eficacia en la gestión de proyectos de innovación en CPI+D.

Objetivo general

Identificar y analizar los factores críticos para que la gestión de proyectos de innovación sea eficaz.

Objetivos específicos

1.- Identificar, definir y validar los factores que han favorecido u obstaculizado el éxito de proyectos de innovación en CPI+D, de tal suerte que a partir de la definición de éstos sea posible explicar su relación con el éxito y fracaso de un proyecto.

2.- Proponer algunas alternativas de solución para que los actores más importantes en el desarrollo y gestión de proyectos de innovación en los CPI+D conozcan y difundan los factores que promueven el éxito, y corrijan aquellos factores que impiden la generación de proyectos de innovación exitosos.

3.2. Propuesta metodológica

La metodología empleada en este trabajo de investigación se encuentra desarrollada en dos partes. La primera de ellas consistió en la realización de un estudio para la identificación de los factores que favorecen y factores que obstaculizan el éxito de un proyecto de innovación tecnológica y la caracterización de los proyectos estudiados. La segunda parte incluyó la utilización de la técnica Delphi para reducir la lista inicial de factores, así como analizarlos con un mayor grado de profundidad. En esta sección se fundamenta y justifica brevemente el soporte teórico de estas metodologías de investigación y se describen los pasos que siguieron cada una de éstas para su aplicación.

3.3. Introducción al estudio de caso

El estudio de caso se caracteriza (Eisenhardt, 1989; Yin, 1981) por ser una estrategia de investigación cuyo propósito es entender la dinámica de ciertos ambientes particulares. Los estudios de caso pueden ser múltiples o sencillos y con diversos niveles de análisis. Los métodos de recolección de datos para llevar a cabo la investigación pueden ser variados y

combinables entre ellos. Entre estos métodos destacan los archivos, las entrevistas, los cuestionarios y la observación. Además, el estudio de caso no implica el uso de algún tipo de evidencia específica y esta puede ser cualitativa, cuantitativa o la combinación de ambas.

Otras características relevantes por las cuales los estudios de caso se caracterizan, se enumeran a continuación:

- a) Se clasifican en: exploratorios, descriptivos y explicativos.
- b) Los tipos de preguntas de investigación suelen ser mejor enfocadas mediante un estudio de caso en comparación con otras estrategias de investigación.
- c) En el diseño de un estudio de caso se debe de contemplar el contexto del problema de investigación como parte del estudio.

Adicionalmente, representa una metodología que no requiere control sobre el comportamiento de los eventos, además de encontrarse enfocada al estudio de eventos contemporáneos. De esta manera, el estudio de caso resulta ampliamente útil dentro de la investigación de tipo social, lo que permite contribuir al conocimiento individual, grupal, organizacional, social, político y de otros fenómenos relacionados (Yin, 2003). Con ello los acercamientos hechos a través de esta metodología, nos permiten ir generando aproximaciones importantes hacia nuestro objeto de estudio para poder entender diversos fenómenos y con ello extrapolar estas experiencias hacia otros casos similares.

El estudio de caso realizado como parte de este trabajo de investigación tiene las características de un estudio de tipo descriptivo y transversal, aunque también contiene algunos elementos de tipo correlacional, lo que permite brindar un primer acercamiento del grado de relación que existe entre los diversos factores identificados inicialmente, a partir de las experiencias de dos CPI+D.

Los estudios descriptivos han sido abordados ampliamente en la literatura (Babbie, 2000; Hernández, 2001; Pick, 2004). Al igual que los estudios exploratorios, éstos se caracterizan por representar una primera aproximación en el estudio o abordaje de cierto fenómeno, sin llegar a conclusiones demasiado precisas; a diferencia del exploratorio, el estudio descriptivo profundiza con mayor detalle y de forma más estructurada.

Para realizar un estudio descriptivo se requiere de cierto conocimiento en el área que se desea investigar, con el propósito de formular las preguntas de investigación que se buscan responder. Otra característica de este tipo de estudio es su capacidad para medir o evaluar ciertos aspectos del fenómeno que se desea investigar.

Esta medición o evaluación contribuye precisamente a describir lo que se desea investigar, aunque estas evaluaciones sólo logran medir las variables o los conceptos de forma independiente, por lo que no explican la correlación existente entre ellas. Sin embargo, como Hernández (2001) argumenta, un estudio exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo puede contener elementos de algún otro tipo de estudio, por ejemplo, un estudio descriptivo puede contener elementos correlacionales como sucede en este caso. Por otra parte, los estudios exploratorios y descriptivos tienden a ser transversales, es decir, su finalidad se centra en estudiar un problema de investigación en un momento determinado del tiempo y poder así analizarlo.

En el desarrollo de este estudio de caso en específico las acciones que se llevan a cabo para realizar investigación, incluyen la aplicación de una entrevista a todos los participantes involucrados en el desarrollo y gestión de los proyectos de innovación seleccionados y algunos clientes de éstos; además de un cuestionario basado en la escala tipo Likert que permite identificar los factores positivos y factores negativos más importantes y una tabla donde se ponderan los factores obtenidos a partir de esta escala o de

otros que los propios participantes consideren hayan sido relevantes dentro de la realización un proyecto específico.

La escala tipo Likert es una herramienta muy útil debido a que nos permite conocer la percepción de nuestro grupo de estudio sobre un tema o problema en particular, y es descrita (Hernández, 2001) como un conjunto de preguntas en forma de una afirmación o un juicio, que miden la reacción de un grupo de individuos con respecto a cierto tópico, lo que permitió integrar en el cuestionario los factores identificados previamente en la literatura para conocer la aparición e impacto de éstos dentro de todos los proyectos estudiados. Debido a que la escala permite calificar la actitud u opinión de los participantes de un tema en específico mediante las declaraciones de un tercero, donde todas las respuestas se encuentran inmersas en una escala que va desde el total acuerdo hasta el total desacuerdo (Dutton y Perkins, 1968; Clason y Dormody, 1994).

Finalmente, Fernández (2000:1-2) define los tres requisitos para construir una escala de manera adecuada:

1. *Los ítems deben facilitar respuestas relacionadas con el fenómeno medido, aunque dicha relación no tiene por qué ser necesariamente manifiesta.*
2. *Cada ítem debe declarar no sólo las dos posturas extremas, sino también graduar las intermedias. A medida que la escala gane en sensibilidad, ganará también en precisión.*
3. *Los ítems deben ser fiables y seguros. La fiabilidad con frecuencia se logra a costa de la precisión. Cuanto más refinada es una medición, más probable es que en dos medidas repetidas obtengamos puntuaciones distintas.*

De esta manera, se consigue elevar la confiabilidad y rigor de los resultados obtenidos durante todo el proceso de aplicación de la herramienta. Con lo que posteriormente el análisis de los resultados se lleva a cabo de manera más sencilla, debido a que todas las preguntas guardan una estrecha relación entre ellas y con el fenómeno que se desea estudiar.

3.4. Aplicación del estudio de caso

Esta investigación consistió en la realización de un estudio de caso a través de una estancia de investigación, la cual fue llevada a cabo en el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Irapuato (CINVESTAV-Irapuato). El primero de los dos CPI+D se encuentra más orientado hacia actividades de desarrollo tecnológico y se localiza en el estado de Querétaro, entre sus principales actividades se encuentran el desarrollo tecnológico de procesos de automatización y electrónica aplicada. En el segundo caso, el CINVESTAV-Irapuato es un CPI+D mayormente orientado hacia la investigación básica y se encuentra ubicado en el estado de Guanajuato, sus principales actividades se ubican dentro de las áreas de biotecnología, bioquímica y genética de plantas; aunque en ambas instituciones se realizan otro tipo de actividades como la prestación de servicios técnicos, asesoría, actualización, educación continua y estudios de posgrado.

Se llevó a cabo una estancia de un mes en cada CPI+D estudiado, en donde se lograron seleccionar dos proyectos exitosos y dos no exitosos en cada uno para obtener un total de ocho proyectos (unidad de análisis) en ambas organizaciones (véase Tabla 6). Dado que un proyecto exitoso puede ser visto desde múltiples aristas, para efectos de este trabajo, la definición de proyecto exitoso se basó en aquellos proyectos que lograron ser transferidos hacia un usuario final hasta la liberación de éste.

Para el análisis de los proyectos se diseñaron dos procedimientos (véanse anexos 2 y 3). El primero de éstos estuvo orientado a conocer la percepción de los participantes involucrados en los proyectos de innovación y el segundo permitió conocer la opinión de los clientes donde el desarrollo tecnológico fue o pretendió ser transferido.

Tabla 6

Proyectos de innovación exitosos y proyectos no exitosos seleccionados

CPI+D	Proyecto de innovación exitoso	Proyecto de innovación no exitoso
CIDESI (A)	Sistema portátil para el análisis de vibraciones.	Máquina para la recolección de una plaga acuática.
CIDESI (A)	Diseño y construcción de dos líneas de ensamble.	Máquina para la fabricación de cartón.
CINVESTAV-I (B)	Aislamiento de bacillus subtilis	Producción masiva de báculo virus.
CINVESTAV-I (B)	Selección y caracterización de cepas de trichoderma.	Fertilizante de alta eficiencia y solubilidad controlada.

En el primer instrumento se incluye una guía de entrevista con la finalidad de conocer y caracterizar los proyectos estudiados, así como un cuestionario para identificar y seleccionar los factores positivos y negativos más importantes dentro del desarrollo y gestión de un proyecto de innovación, los cuales fueron identificados inicialmente a través de la revisión de la literatura. En el caso del segundo instrumento, éste consiste en una entrevista para conocer la percepción de los clientes sobre la transferencia del desarrollo tecnológico hacia su organización.

En ambos casos los instrumentos fueron validados (véase Anexo 1) a través de la metodología propuesta por Haladyna (2004) para evaluar la pertinencia, claridad, diseño e inducción de las preguntas, por parte de tres investigadores universitarios relacionados con el tema de gestión tecnológica. En el caso del primer instrumento (entrevista y cuestionario) fue posible llevar a cabo una prueba piloto dentro de un proyecto de innovación tecnológica en un instituto de la UNAM. Una vez que los instrumentos fueron validados, el primero fue

aplicado a 19 personas⁵ (investigadores, técnicos, líderes de proyecto y asistentes de investigación) de los ocho proyectos de innovación exitosos y no exitosos seleccionados. Además el estudio incluyó la observación *in situ*, entrevistas abiertas a directivos de ambos centros y la aplicación del segundo instrumento (entrevista) diseñado para ser respondido por algunos clientes de los proyectos (exitosos y no exitosos).

Después de haber analizado y caracterizado cada proyecto estudiado, la segunda parte del estudio consistió en la aplicación de un cuestionario diseñado conforme a la escala Likert, con la finalidad de conocer la percepción de los participantes involucrados sobre la influencia positiva o negativa que tuvieron los 71 factores identificados previamente en el marco teórico, u otros identificados por los propios participantes dentro de su práctica diaria, sobre el resultado final de los proyectos seleccionados.

La selección de estos 71 factores iniciales proviene de estudios que refieren factores que promueven el éxito o fracaso de un proyecto de innovación en ambientes industriales, el desarrollo de nuevos productos, la identificación de mejores prácticas sobre diversos procesos y subprocesos, y factores de desempeño para CPI+D, además de estudios de redes de proyectos de innovación llevados a cabo en centros mexicanos. La clasificación inicial de estos factores fue agrupada dentro de las siguientes ocho categorías: 1.- Proceso de I+D, 2.- Planeación del proyecto, 3.- Redes de trabajo y colaboración, 4.- Recursos humanos, 5.- Mercado, 6.- Recursos financieros, 7.- Organización, y 8.- Calidad.

⁵ Cada una de las 19 personas entrevistadas y encuestadas participaron únicamente en uno de los ocho proyectos de I+D seleccionados, en ningún caso una misma persona participó en más de un proyecto seleccionado.

3.5. Introducción a la técnica Delphi

En esta parte del estudio se realizó un ejercicio basado en la técnica Delphi entre un grupo de expertos de gestión tecnológica. Originalmente, esta técnica fue desarrollada en la Corporación Rand por Dalkey y Helmer (1963) con la finalidad de utilizarla en un proyecto de pronóstico militar. Aunque el método apunta hacia la obtención del consenso de la opinión entre un grupo de expertos para predecir eventos futuros, se utiliza también para acercarse a la solución de problemas.

El nombre de la técnica proviene de la analogía que se realiza sobre las consultas que hacían los habitantes de la antigua Grecia al Oráculo de Delfos para conocer el futuro. La aplicación de la técnica se basa en la consulta de expertos en forma iterativa y sin que los participantes se comuniquen entre sí, con la finalidad de obtener juicios y propuestas sobre un tema específico que permitan alcanzar el consenso en la definición de un problema, el establecimiento de metas y prioridades o la identificación de posibles soluciones, por lo que la generación de estadísticas para evaluar la repuesta del grupo resulta un elemento importante a incluir (Sánchez, 2003; Dalkey y Helmer, 1963).

En la técnica Delphi la figura del experto toma un papel central y crítico dentro del método. El experto según Mullen (2003) es una persona con conocimiento relevante y experiencia en temas particulares, aunque éste también es considerado como un individuo profesionalmente capacitado que han logrado un estatus alto en su área de competencia. Lo anterior brinda entonces, credibilidad en la opinión de los expertos y su opinión resulta de alto valor y utilidad para emitir juicios sobre un tema de interés.

Las principales características del método Delphi se resumen en los siguientes cinco puntos: 1.- El panel de participantes tiene que estar conformado por un grupo de expertos cuidadosamente seleccionados, quienes deberán de tener un amplio espectro de opinión

(conocimiento) sobre el t3pico a tratar; 2.- Frecuentemente los participantes son an3nimos; 3.- El moderador tiene que construir una serie de cuestionarios bien estructurados y generar los reportes de retroalimentaci3n durante todo el ejercicio Delphi; 4.- Al ser un proceso iterativo frecuentemente se recomienda llevar a cabo de tres a cuatro iteraciones; y 5.- Finalmente se genera un informe a partir de los resultados obtenidos durante el estudio, los pron3sticos, las pol3ticas y opciones de programa, enfatizando fortalezas, debilidades y recomendaciones; as3 como posibles planes de acci3n y aplicaci3n de estos elementos (Loo, 2002).

Otro aspecto importante para la aplicaci3n de la t3cnica Delphi lo constituye el tama1o del panel de expertos; por ejemplo, Mullen (2003) comenta c3mo varios pioneros de esta t3cnica usaron paneles muy peque1os, lo cual result3 muy 3til, por lo que en la pr3ctica un panel t3pico de Delphi se encuentra integrado de 8 a 12 integrantes. En contraste Loo (2002) sugiere que para una poblaci3n m3s heterog3nea se deber3n seleccionar cuidadosamente de 15 a 30 expertos, mientras que el tama1o ser3 de 5 a 10 para agrupar una poblaci3n m3s homog3nea, adem3s de tomar en cuenta la complejidad del problema bajo estudio, la experiencia necesaria para manejar el problema y el prop3sito del estudio. Conviene se1alar que en ning3n caso se sugiere la participaci3n de grupos demasiado grandes.

Finalmente, entre las principales ventajas y desventajas del estudio Delphi (S3nchez, 2003) destacan los siguientes puntos: ventajas: 1.- Fomenta la b3squeda de respuestas y no de resistencia como sucede cuando se junta a los entrevistados; 2.- Al llevarse a cabo de manera an3nima facilita la obtenci3n de informaci3n de personas antag3nicas y evita que exista dominio durante el desarrollo de la t3cnica por parte de alg3n

experto; y 3.- Al emitir un juicio escrito obliga al experto a pensar seriamente en el problema y dar respuestas coherentes y concisas.

Desventajas: 1.- Tiempo prolongado de aplicación; 2.- Puede existir cierto sesgo en el manejo de los datos si no se tiene cuidado en el diseño de la prueba; y 3.- Nula interacción entre los expertos lo que produce una sensación de aislamiento entre los participantes y genera dudas sobre la manera en cómo se interpretarán sus respuestas.

3.6. Aplicación de la técnica Delphi

Después del análisis y caracterización de los ocho proyectos exitosos y no exitosos estudiados en el CIDESI y el CINVESTAV-Irapuato, así como la identificación previa del grupo de factores positivos y factores negativos, producto de la realización del estudio de caso, la segunda parte de la investigación consistió en la aplicación de un estudio basado en la técnica Delphi, con la finalidad de validar los resultados obtenidos en la primera etapa y adicionalmente cumplir con los siguientes tres objetivos:

- Identificar los factores críticos que promueven y factores que obstaculizan el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación en un centro público de investigación y desarrollo (CPI+D).
- Describir cómo influyen los factores que promueven y los factores que obstaculizan un proyecto de innovación sobre el resultado final del proyecto, así como sus posibles interrelaciones.
- Proponer acciones que ayuden a promover los factores positivos, así como las correctivas que permitan dar solución a los factores negativos, para mejorar el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación.

Para la realización de esta parte del trabajo fueron invitadas inicialmente 16 personas de 14 CPI+D, entre las cuales se encontraban directores generales de los centros, directores y gerentes de distintas áreas involucradas con la gestión tecnológica, además de profesionales con una amplia experiencia sobre este tema. De esta invitación 11 personas aceptaron participar, aunque finalmente el estudio fue llevado a cabo con ocho personas de ocho CPI+D distintos que respondieron a la primera ronda.⁶

El estudio basado en la técnica Delphi fue llevado a cabo en dos iteraciones y contó con la participación de ocho distinguidos expertos desde su inicio hasta su término. Todo el proceso de comunicación con los expertos fue llevado a cabo a través de correo electrónico. Lo anterior fue posible gracias al interés mostrado por los expertos durante las dos iteraciones del estudio (véanse anexos 5 y 6). En cada etapa los expertos discutieron, analizaron y expresaron su opinión para la identificación y generación de un consenso sobre los factores más importantes (positivos y negativos), la interrelación e impacto de estos factores con el resultado final del proyecto y las propuestas de promoción de los factores positivos y de solución de los factores negativos, como se muestra en el capítulo de resultados.

⁶ Los ocho centros son: 1.- Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), 2.- Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-Mérida), 3.- Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), 4.- Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), 5.- Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), 6.- Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), 7.- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), y 8.- Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-Guadalajara).

4.1. Estudio de caso: descripción de los proyectos de innovación tecnológica

A continuación se describen y analizan los cuatro proyectos exitosos y los cuatro no que fueron exitosos seleccionados en ambos CPI+D, con la finalidad de conocer de manera general las condiciones y características bajo las cuales éstos fueron desarrollados.

Caso de éxito 1: sistema portátil para el análisis de vibraciones

El Centro A desarrolló un sistema portátil para el análisis de vibraciones eólicas en líneas de alto voltaje para una empresa del Gobierno Federal. El desarrollo surge a partir de la necesidad del cliente a causa de problemas técnicos que éste había tenido con equipos extranjeros similares, como la volatilidad de la memoria donde se almacenaba toda la información, costo elevado y falta de asistencia técnica. Debido a la originalidad del dispositivo actualmente se cuenta con una solicitud de patente donde la propiedad intelectual será propiedad del cliente.

Las principales características del proyecto que sobresalen son las siguientes: 1.- Se puede montar en líneas energizadas de alta tensión (200,000 a 300,000 volts) por periodos de hasta tres meses, 2.- Cuenta con un sistema de auto-calibración, 3.- Peso menor a 500 gr. y cuenta con una memoria no volátil (flash) a diferencia de algunos equipos convencionales. Este equipo además, determina la amplitud de vibración, la frecuencia, la velocidad del viento (a través de sensores ultrasónicos), la temperatura del conductor y la del ambiente. Una vez que el dispositivo ha concluido con las mediciones necesarias se

bajan los datos que pueden ser transferidos y analizados en una computadora para conocer la vida remanente del conductor y determinar el mejor nivel de amortiguamiento.

Entre las ventajas que presenta este desarrollo tecnológico destacan dos: 1.-Logra medir más parámetros que otros equipos comerciales, y 2.- Su costo de operación y mantenimiento es menor.

El proyecto de innovación actualmente se encuentra en operación con la aprobación y satisfacción del cliente, debido a los beneficios técnicos que diferencian a éste de otros productos en el mercado. Incluso se han generado con esta experiencia nuevos proyectos por parte del CPI+D con la empresa.

Caso de éxito 2: diseño y construcción de dos líneas de ensamble

Otro de los proyectos exitosos del Centro A lo constituye el desarrollo de dos líneas de ensamble para motores eléctricos (limpiaparabrisas) para dos familias de motores y ocho o nueve modelos por cada familia, que actualmente ocupa una empresa proveedora de este tipo de auto partes para la industria automotriz a partir de la necesidad de aumentar su capacidad de producción generada por el incremento de la demanda del mercado.

La línea de ensamble es semiautomática a solicitud del cliente y representa un dispositivo altamente versátil. Entre las principales características que distinguen a este proyecto de innovación destacan: tiempos de cambio menores para la producción de los distintos modelos y un mayor dinamismo en su manejo, lo que permite eficientar el proceso productivo.

Otras características importantes del dispositivo que le brindan cierto grado de innovación, consisten en: 1.- Su capacidad de producir una mayor cantidad y número de modelos, 2.- Descarga automática que libera la estación para continuar con otro proceso de

producción, 3.- Altos niveles de seguridad, 4.- Cambios de serie menores a dos minutos, y 5.- Tiempo de ciclo de la línea de siete minutos y medio mediante operaciones manuales.

Durante el desarrollo del proyecto se presentaron problemas de diseño y tiempos de entrega; sin embargo, el desarrollo se considera exitoso dado que fue transferido a la empresa que lo demandó, además de que existió constante contacto y retroalimentación, y el proyecto actualmente se encuentra en operación. De hecho la empresa solicitante ha recomendado y promovido al CPI+D, lo que ha generado una mayor vinculación de éste con el sector productivo.

Caso de éxito 3: aislamiento de bacillus subtilis (bacteria esporulada)

El Centro B logró transferir un inoculante biológico innovador para suelo hacia una empresa proveedora de suministros agropecuarios. El proyecto de innovación consistió en el aislamiento y selección de una bacteria esporulada llamada bacillus subtilis, la cual entre todas las posibles opciones (aproximadamente 1000 candidatos) brindó las mejores características de estabilidad genética, sobrevivencia y eficiencia en campo para la sustitución de fungicidas, y establecer con ello, el biocontrol de una enfermedad estética (el problema da un aspecto de granitos de tierra sobre el producto) producida por el hongo rhizoctonia solani que afecta en ciertos cultivos, principalmente en papa, además de disminuir los riesgos a la salud del consumidor debido a la inocuidad del producto en contraste con los agroquímicos. El desarrollo tecnológico resulta relevante debido a que la enfermedad producida por el microorganismo impacta negativamente en el precio del kilogramo del producto hasta en un 70%, desfavoreciendo con ello al agricultor.

El producto tiene una amplia compatibilidad con las regiones geográficas del país. Durante su proceso éste presentó importantes retos para conseguir la viabilidad del

desarrollo como: a) La factibilidad para desarrollarlo en el laboratorio, b) Llevarlo a escala industrial, c) Determinar los elementos que fomentan y afectan el crecimiento y desarrollo de la bacteria para mantener su capacidad de matar al hongo en el campo, d) Determinación de la dosis, e) Forma de aplicación del inoculante, f) Adaptar el producto para generar compatibilidad agrícola con la tecnología empleada por los agricultores, g) Determinar la mejor forma de llevar a cabo la transferencia tecnológica (propiedad intelectual), y h) Atender problemas técnicos de producción en la empresa donde se transfirió el desarrollo para una presentación comercial más adecuada del producto conservando todas sus características funcionales.

Por otra parte, el inoculante logra controlar algunos otros patógenos como ciertas cepas de *Fusarium* sp. (micotoxinas en cereales) y *Phytophthora infestans*. Otras características relevantes del producto, es que la cepa se encuentra adaptada a distintas condiciones geográficas y climáticas del país, además de que tiene la capacidad de aumentar la cantidad y calidad del cultivo donde se aplique.

El microorganismo tiene las características de ser versátil y cuenta con amplias aplicaciones industriales, como la degradación de proteínas, grasas, almidones y la estimulación del sistema inmunológico. La propiedad intelectual actualmente pertenece a la empresa donde se transfirió el desarrollo tecnológico, y en este sentido, representa un caso donde el producto que fue mejorado de manera conjunta por parte del CPI+D y la empresa. Actualmente, existen planes para iniciar una mejora del producto para posicionarlo mejor dentro del mercado y en el sector que provee este tipo de insumos.

Caso de éxito 4: selección y caracterización de cepas de trichoderma

En este caso el Centro B llevó a cabo el aislamiento y selección de una cepa de trichoderma (hongo) para control biológico de distintos fitopatógenos, seleccionando aquella cepa con mayores posibilidades de control sobre los microorganismos de interés y adaptabilidad al ambiente. Lo anterior se llevó a cabo a través del aislamiento del suelo de una cantidad grande de estos microorganismos y de su caracterización molecular para dividirlos en grupos, y evitar así, llevar a cabo las pruebas de control biológico en cientos de organismos. Esto permitió disminuir el escrutinio de la búsqueda a un par de decenas. Posteriormente se determinaron sus características en cuanto a su capacidad de crecimiento a diferentes temperaturas y pH, para llevar a cabo la prueba de control biológico sobre los microorganismos patógenos.

El desarrollo de esta tecnología se generó a petición de una empresa cuyas actividades están enfocadas a la comercialización de este tipo de productos. Resulta interesante mencionar que resultado de este proyecto de innovación se han realizado diversas solicitudes de patente en varios países.

Entre las características más importantes de la cepa seleccionada destaca su adaptabilidad a las distintas condiciones climáticas del país. Los hongos fitopatógenos que la cepa seleccionada de trichoderma biocontrola se realiza a través de distintos mecanismos, por ejemplo, la producción de enzimas capaces de degradar la pared celular del hongo. Los fitopatógenos que la cepa biocontrola son *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Botrytis cinerea*. El problema con estos patógenos son sus efectos adversos sobre las plantas que atacan; por ejemplo, la pudrición de la raíz en la planta del chile, la propagación de enfermedades aéreas que pueden disminuir la calidad y cantidad de los frutos, etc.

Existen distintas aplicaciones industriales de este microorganismo entre las que destacan: el reciclado de papel, la degradación de celulosa para coadyuvar en la limpieza de algunos filtros en la industria cervecera, en la industria textil se utiliza para brindar cierto aspecto y matices a la tela (mezclilla), etc. Aunque el proyecto resultó exitoso, se tuvieron algunos problemas al momento de llevar a cabo la transferencia tecnológica. Sin embargo, la vinculación entre el CPI+D y la empresa se sigue manteniendo a través de la capacitación que la organización continua recibiendo sobre la producción de la cepa y el proceso que les permite mantener vivo al microorganismo.

Caso no exitoso 1: máquina para la recolección de lirio acuático

El Centro A realizó el proyecto de construcción de una máquina recolectora de lirio acuático para combatir la contaminación algunos canales localizados en la Ciudad de México, aprovechando una experiencia exitosa previa en este tipo de máquinas pero ahora aplicando este conocimiento en un entorno diferente. El desarrollo tecnológico fue solicitado por el gobierno de una delegación dentro del Distrito Federal. Las funciones que la máquina debía de llevar a cabo eran recolectar, cortar y triturar el lirio acuático para retirar estos elementos de contaminación de los canales. Sin embargo, al momento de poner en marcha la máquina, ésta tuvo problemas al momento de llevar a cabo sus funciones debido a la falta de los estudios de viabilidad técnica correspondientes, errores en el diseño, falta de retroalimentación con el cliente y resistencia por parte de los usuarios finales.

La problemática que se enfrentó al momento de poner en marcha la máquina que el CPI+D diseñó y construyó consistió principalmente en: 1.- La contaminación del canal por elementos tales como basura, llantas, troncos, piedras, vegetación como el chilillo y berro, y 2.- La estrechez y limitada profundidad de los canales. Aunque el proyecto de innovación

no se logró transferir hacia el cliente y los requerimientos planteados por parte del cliente no lograron ser atendidos, la experiencia representó un aprendizaje importante para el CPI+D, derivado de los aspectos técnicos y legales que en su momento debieron ser atendidos y solucionados durante el desarrollo y gestión del proyecto.

Caso no exitoso 2: máquina para la fabricación de cartón

El proyecto de innovación se enfocaba en la construcción de una estación para fabricar cartón para una empresa, la cual constaba de varias estaciones para homogenización de pasta, el formado del cartón, la extracción del agua, secado y enrollado para eficientar la generación de pliegos de cartón que anteriormente se realizaba mediante algunas máquinas usadas. Sin embargo, el desarrollo tecnológico no pudo ser concluido por el CPI+D debido principalmente a la falta de recursos, la ausencia de estudios de viabilidad técnica y la elaboración de un cálculo deficiente del presupuesto que inicialmente se acordó con el cliente.

Derivado de esta problemática, el CPI+D tuvo que negociar la forma en que se podría dar por terminado este proyecto, para lo cual se acordó devolver parte de los recursos que el cliente había pagado y los avances generados hasta ese momento.

Caso no exitoso 3: producción masiva de báculovirus

El proyecto de innovación que desarrolló el Centro B consiste en una metodología para la producción a gran escala de báculovirus (TnNPV: virus de la poliedrosis nuclear de trichoplusia ni y AcNPV: virus de la poliedrosis nuclear de autographa californica) para realizar el control biológico de la plaga producida por el falso medidor de la col que afecta económicamente a productores agrícolas. Lo anterior, es posible gracias a la cría masiva de

los propios insectos que se desean combatir, pues éstos representan un mecanismo viable para producir el virus que controla la plaga a nivel industrial, que como cualquier virus, los báculovirus deben de reproducirse en células vivas, por lo que una vez que los insectos son infectados reproducen una cantidad importante de estos virus, los cuales son extraídos y formulados en un producto para llevar a cabo el control de la plaga. El problema en campo con este insecto radica en la afectación que éste lleva a cabo sobre cultivos como brócoli, coliflor, repollo y, hasta cierto punto, la lechuga.

Como una opción a la solución de este problema que afecta a diversas regiones del país, se realizaron esfuerzos orientados a llevar a cabo la transferencia de la técnica de producción de este desarrollo tecnológico hacia los productores de la región interesados en combatir esta plaga, con una alta eficiencia sin el uso de los insecticidas tradicionales que incluso tienen repercusiones negativas para otros insectos benéficos. Así mismo, se promovió la creación de una empresa para la producción de este producto; sin embargo, ambos esfuerzos no han logrado tener éxito debido a la pérdida de interés de los posibles usuarios. De esta manera se observa que las relaciones y el apoyo entre el sector privado y los productores con CPI+D fueron escasos y limitados, lo que ha significado, que a pesar de las bondades de este proyecto, su transferencia aun no haya logrado materializarse.

Cabe mencionar que aunque en un inicio se contó con algunos recursos económicos por parte de algunos actores interesados, el mayor esfuerzo para llevar a cabo la investigación y desarrollo del producto se realizó dentro del propio centro. Otro aspecto relevante que vale la pena enfatizar, es que durante la puesta en marcha de las pruebas piloto, éstas mostraron que el producto final contaba con un alto potencial para combatir la plaga del insecto, por lo que de contar con los medios y recursos adecuados, el proyecto de

innovación podría transferirse de forma exitosa hacia empresas y productores interesados en su implementación.

Caso no exitoso 4: fertilizante de alta eficiencia y solubilidad controlada

Este proyecto fue realizado por Centro B en conjunto con otros CPI+D mediante un trabajo interdisciplinario y coordinado de profunda interacción. El Desarrollo tecnológico consiste en la generación de un fertilizante de alta eficiencia y solubilidad controlada conforme lo va demandando el cultivo, el cual contiene los tres principales macronutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio, y un micronutriente, el zinc. La versatilidad en el manejo del producto es muy amplia, pues puede aplicarse desde suelos alcalinos hasta ligeramente ácidos y puede ser utilizado en diversos tipos de cultivo.

La mayor aportación de proyecto de innovación consiste en la acomplejación de sales mediante la inclusión de arcillas, lo que permite mejorar la absorción de los nutrientes por parte de la planta y controlar la solubilidad del compuesto, evitando así que los ingredientes se pierdan en el sistema y lo contamine. Otras bondades del producto son la ausencia de sulfatos y polímeros para controlar la solubilidad del compuesto, ya que de forma tradicional existen productos en el mercado que incluyen estos elementos con un mayor costo ambiental. En contraste este producto sustituye los polímeros por arcillas y reduce también la generación de óxido nítrico, obteniendo con ello un producto más amigable con el entorno.

A través de este desarrollo tecnológico se generó una patente sobre el procedimiento de preparación del fertilizante. Sin embargo, aunque se platicó con algunas empresas y productores, y se probó a nivel piloto, en su momento no fue factible continuar con su desarrollo debido a los altos costos de los insumos y los combustibles, además de la falta de

disposición de recursos para llevarlo a una escala mayor y poder transferirlo así de manera exitosa.

4.2. Identificación de los factores positivos y los factores negativos (estudio de caso)

Con la finalidad de identificar cuáles fueron los factores positivos y cuáles los negativos más importantes en el desarrollo de estos proyectos, cada uno de los 71 factores fue redactado en forma de una afirmación positiva, a la que todos los respondientes debían expresar su acuerdo o desacuerdo, con base en la experiencia propia.

La escala usada dentro del estudio fue del uno al cinco, donde a mayor acuerdo mayor puntuación y viceversa (aunque también se incluyó la opción “no aplica”). Posteriormente, a partir de los resultados obtenidos se generó una matriz con la calificación otorgada a las 71 afirmaciones para cada uno de los 19 participantes (véase Anexo 4). Con el propósito de determinar el consenso de opiniones se calculó la media ponderada para cada uno de los factores, en donde las medias ponderadas más altas representaron los factores positivos y las más bajas, los factores negativos.

Como producto de este ejercicio se pretendió seleccionar los 10 factores más importantes para cada caso, aunque finalmente se obtuvieron 11 positivos y 10 negativos, debido a que en el caso de los factores positivos las medias de los factores 9 al 15 eran iguales. Así, se procedió a calcular la desviación estándar con respecto a la media ponderada para cada uno de ellos, con la finalidad de tener otro elemento que permitiera seleccionar los factores más importantes. De esta manera, se escogieron los factores que tuvieron una desviación estándar menor, para elegir así aquellos factores que presentaban una dispersión menor con respecto al consenso de todos los participantes como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Primera evaluación de factores positivos y de factores negativos

Jerarquía	Factores positivos	\bar{x}_w	S_w	Factores negativos	\bar{x}_w
1	3	4.8		27	1.7
2	6	4.7		26	1.7
3	33	4.6		43	1.8
4	1	4.4		51	2.2
5	5	4.4		42	2.6
6	28	4.4		38	2.6
7	63	4.4		37	2.6
8	67	4.4		44	2.7
9	4	4.3	0.78	64	2.8
10	29	4.3	0.85	55	2.8
11	32	4.3	0.85	39	3.0
12	13	4.3	0.95	54	3.1
13	22	4.3	0.96	53	3.1
14	59	4.3	1.09	40	3.1
15	15	4.3	1.23	34	3.1

Adicionalmente, en la última parte del cuestionario y con la finalidad de refinar aun más la búsqueda de estos factores, se les pidió a los participantes que seleccionaran por orden de importancia, cinco factores positivos y cinco factores negativos de los 71 factores que previamente habían evaluado u otros que los propios entrevistados consideraran relevantes. En este caso, el criterio de selección se basó en aquellos factores que tuvieran una frecuencia alta y una media ponderada baja, es decir, que los participantes los mencionaran de forma recurrente, pero con la condicionante de que éstos estuvieran dentro de sus primeras opciones.

De esta nueva selección se agregaron 3 factores positivos y tres negativos que cumplieron con estos requisitos, aunque se omitieron aquellos ya que hubiesen sido seleccionados en la etapa previa (véase Tabla 8). Adicionalmente, producto de las entrevistas a profundidad y la aplicación de los cuestionarios se lograron identificar un

factor positivo y tres negativos más, los cuales fueron mencionados en forma recurrente e incluidos en la lista final de la selección de factores dentro del estudio de caso.

Tabla 8

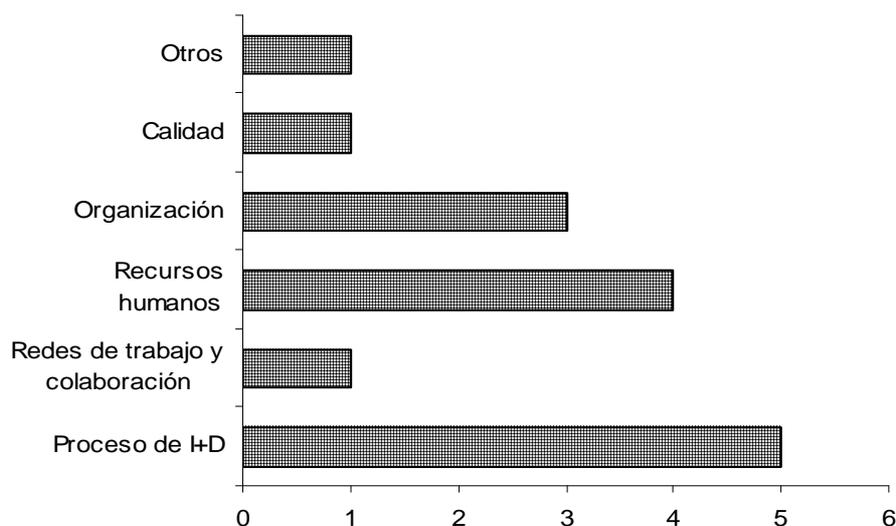
Segunda evaluación de los factores positivos y de los factores negativos

Jerarquía	Factor	\bar{x}_w	Frecuencia	Factor	\bar{x}_w	Frecuencia
1	1	1.0	8	40	2.7	6
2	32	2.1	5	36	2.8	6
3	56	4.3	5	31	2.7	5
4	4	1.5	4	43	3.2	4
5	20	2.5	4	64	4.9	4
6	59	2.5	4			
7	7	3.5	4			
8	11	3.8	4			

Como se puede apreciar en la Gráfica 4, la mayor parte de los factores positivos recayeron en tres (proceso de I+D, recursos humanos y organización) de las ocho categorías previamente propuestas, lo que representa también un acercamiento inicial en la identificación de las áreas de oportunidad donde los CPI+D pueden enfocar su trabajo para aprovecharlo de mejor manera.

Gráfica 4

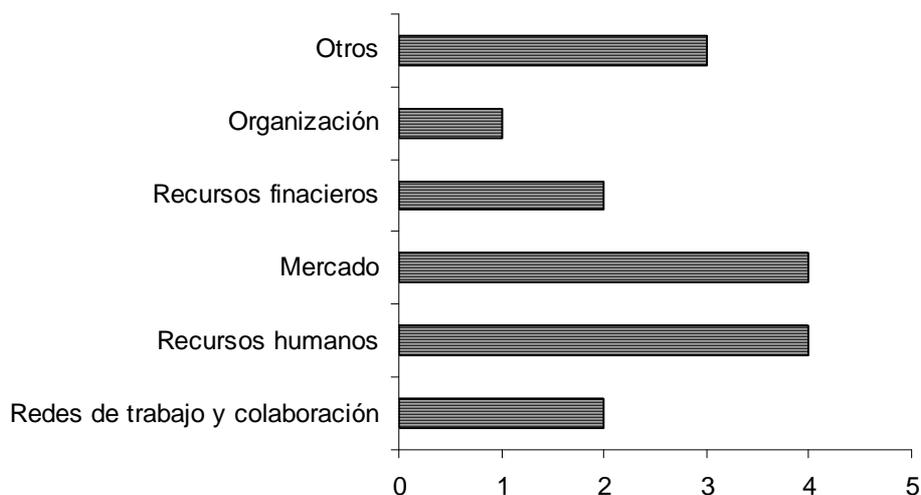
Principales categorías donde recayó la selección de los factores positivos



En el caso de los factores negativos, la mayor parte de éstos se ubicaron en las áreas de mercado, recursos humanos y otros que los propios participantes propusieron, entre los que se encuentran aspectos tales como transferencia tecnológica, viabilidad técnica y comercial, y vinculación con el cliente (véase Gráfica 5).

Gráfica 5

Principales categorías donde recayó la selección de los factores negativos



Finalmente, de esta primera parte de la investigación se lograron identificar 31 elementos preliminares que incluyen tanto factores positivos como factores negativos, los cuales influyen de manera importante en el desarrollo y gestión de estos proyectos de innovación en el contexto específico de estos CPI+D (véanse tablas 9 y 10).

Tabla 9

Factores positivos seleccionados

No.	Factor
1	La existencia de un fuerte interés inicial por el desarrollo del proyecto de innovación por parte del cliente y/o los clientes potenciales.
2	El desarrollo de proyectos tecnológicamente amigables en su uso y manejo.
3	La evaluación en forma constante y objetiva al personal participante.
4	Contar con una elevada capacidad científica y tecnológica por parte del centro, que permita desarrollar el proyecto de innovación.
5	La generación de proyectos técnica y operacionalmente eficientes y confiables.
6	Llevar a cabo una selección adecuada del personal participante en el proyecto.
7	Brindar autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto por parte de autoridades del centro.

8	La evaluación rigurosa de todas las especificaciones técnicas y operacionales.
9	La ejecución de un proceso de I+D eficaz para el desarrollo del proyecto por parte del grupo de trabajo.
10	La organización del equipo de trabajo.
11	La conformación de grupos de trabajo de I+D altamente calificados.
12	La cultura y ambiente de trabajo del centro.
13	Integración de personal con experiencia relevante adquirida en proyectos previos del mismo tipo.
14	El otorgamiento de todos los recursos necesarios para la realización del proyecto de innovación.
15	La adecuada interpretación de las necesidades del cliente.

Tabla 10

Factores negativos seleccionados

No.	Factor
1	Falta de promoción por parte del centro para fomentar la cooperación internacional y la generación de productos globales.
2	Escasez de redes de colaboración y trabajo por parte del centro con otros actores relevantes, que influyan en forma importante en la realización de proyectos como ONG, universidades, otros centros y empresas.
3	Ausencia de las actividades de mercadotecnia necesarias para la promoción y venta del proyecto por parte del centro.
4	Falta de condiciones necesarias por parte del centro para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo de proyectos.
5	Escasas acciones para generar y promover el interés público sobre los proyectos de innovación.
6	Falta de promoción para el otorgamiento de recompensas no monetarias para estimular el desempeño laboral del personal del centro.
7	Falta de promoción para el otorgamiento de recompensas monetarias para estimular el desempeño laboral del personal del centro.
8	Ausencia de personal competitivo para la comercialización del proyecto.
9	Carencia de canales eficaces de vinculación para la transferencia de los proyectos.
10	Inapropiados márgenes de utilidad de los proyectos
11	Falta de entendimiento del mercado y su dinámica por parte del centro.
12	Ausencia sueldos competitivos acordes a la preparación académica y desempeño laboral del personal.
13	Antecedentes tecnológicos inadecuados por parte del personal administrativo sobre los proyectos de innovación.
14	Falta de apoyo operativo, administrativo y financiero por parte del centro.
15	Desconocimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica.
16	Ausencia de estudios de viabilidad técnica y comercial.

Lo anterior, representa un acercamiento importante para identificar aquellos factores positivos y factores negativos, que por una parte permitan a los CPI+D aprovechar los factores que actúan de forma positiva en el desarrollo y gestión de estos proyectos para estimular su éxito, y por otro lado, generen acciones que les permitan atenuar el efecto de los factores negativos que se presentan de forma más frecuente.

4.3. Análisis de los resultados del estudio basado en la técnica Delphi (validación)

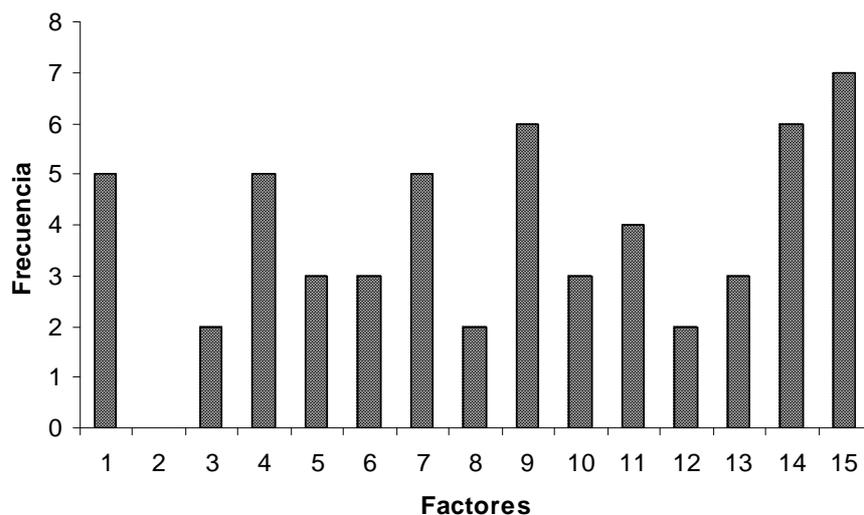
Los resultados obtenidos durante el estudio basado en la técnica Delphi fueron conseguidos a partir de dos iteraciones que se llevaron a cabo entre un grupo de expertos. La conformación de este panel incluyó la participación de ocho distinguidos participantes, entre los que destacan directores de CPI+D, directores y gerentes relacionados con áreas de gestión tecnológica y profesionales ampliamente experimentados en el área. De esta manera su participación y aportaciones llevadas a cabo durante el desarrollo del proceso se describen a continuación.

Primera Iteración

En la primera ronda se pidió a los participantes que seleccionaran desde su perspectiva los siete factores positivos y siete factores negativos más importantes de los 31 inicialmente obtenidos del estudio de caso, sin que éstos brindaran un orden jerárquico específico.

Gráfica 6

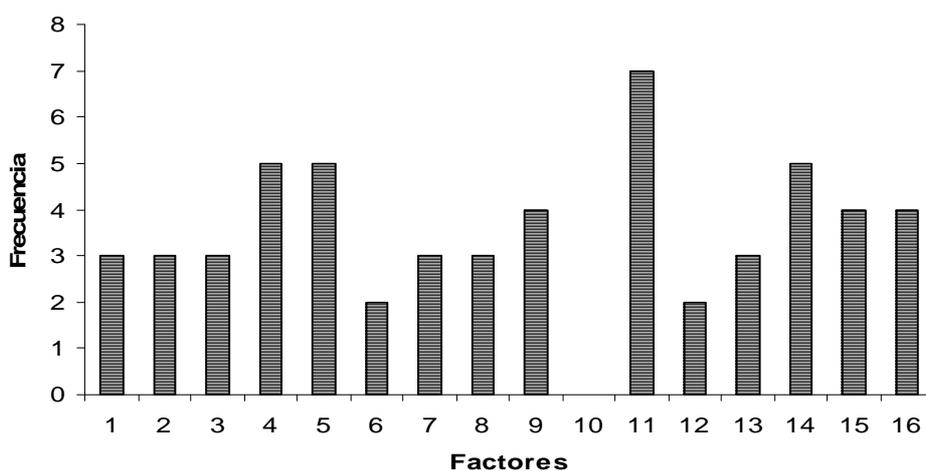
Selección de los factores positivos



Una vez obtenida la respuesta del grupo, el criterio de selección de los factores se basó en la condicionante de que cuando menos la mitad de los participantes deberían de seleccionar aquellos factores que finalmente serían tratados y analizados como críticos dentro del desarrollo y gestión de un proyecto de innovación en un CPI+D. En el caso de la votación para los factores positivos ésta quedó como se muestra en la Gráfica 6. Del mismo modo, la votación para la selección de los factores negativos se muestra a continuación en la Gráfica 7.

Gráfica 7

Selección de factores negativos



Como resultado de esta primera etapa se lograron seleccionar los 14 factores, tanto positivos como negativos más importantes en el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación en CPI+D. De esta selección, siete factores correspondieron a la parte positiva y siete a la negativa, como se puede apreciar en las tablas 11 y 12.

Entre los factores positivos que fueron seleccionados se encuentran principalmente aquellos que tienen que ver con la capacidad científica y tecnológica de los CPI+D y su

personal, la vinculación con los clientes, procesos de I+D adecuados, el otorgamiento de los recursos necesarios y la autonomía de grupo de trabajo en la toma de decisiones.

Tabla 11

Principales factores positivos seleccionados

No.	
1	La existencia de un fuerte interés inicial por el desarrollo del proyecto de innovación por parte del cliente y/o los clientes potenciales.
2	Contar con una elevada capacidad científica y tecnológica por parte del centro, que permita desarrollar el proyecto de innovación.
3	Brindar autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto por parte de autoridades del centro.
4	La ejecución de un proceso de I+D eficaz para el desarrollo del proyecto por parte del grupo de trabajo.
5	La conformación de grupos de trabajo de I+D altamente calificados.
6	El otorgamiento de todos los recursos necesarios para la realización del proyecto de innovación.
7	La adecuada interpretación de las necesidades del cliente.

En tanto que los factores negativos se encuentran ubicados principalmente en aspectos relacionados a mercadotecnia, finanzas, vinculación, transferencia tecnológica, apoyo administrativo y estudios de viabilidad técnica y comercial.

Tabla 12

Principales factores negativos seleccionados

No.	
1	Falta de condiciones necesarias por parte del centro para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo de proyectos.
2	Escasas acciones para generar y promover el interés público sobre los proyectos de innovación.
3	Carencia de canales eficaces de vinculación para la transferencia de los proyectos.
4	Falta de entendimiento del mercado y su dinámica por parte del centro.
5	Falta de apoyo operativo, administrativo y financiero por parte del centro.
6	Desconocimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica.
7	Ausencia de estudios de viabilidad técnica y comercial.

Segunda Iteración

Para poder llevar a cabo la segunda etapa de aplicación de la técnica Delphi, durante la primera iteración se obtuvieron las opiniones y el análisis de los expertos del impacto y la interrelación de estos factores sobre el resultado final del proyecto, así como las propuestas

para promover el desarrollo de los factores positivos y de solución para los factores negativos. Éstas fueron resumidas y agrupadas con la finalidad de que los participantes en la segunda ronda votaran y discutieran nuevamente aquellas propuestas que consideraran más pertinentes para poder atender esta problemática (ver Anexo 6).

En el caso del impacto e interrelación de los factores positivos sobre el resultado del proyecto, se generaron y agruparon cinco propuestas que pretenden explicar este comportamiento, quedando la votación en la segunda etapa de la siguiente manera (véase Gráfica 8). De esta forma, a partir de la votación se seleccionaron aquellas propuestas donde por lo menos cinco de los ocho participantes estuvieran de acuerdo, quedando con ello, las tres opciones que se muestran en la Tabla 13.

Gráfica 8

Votación para las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores positivos

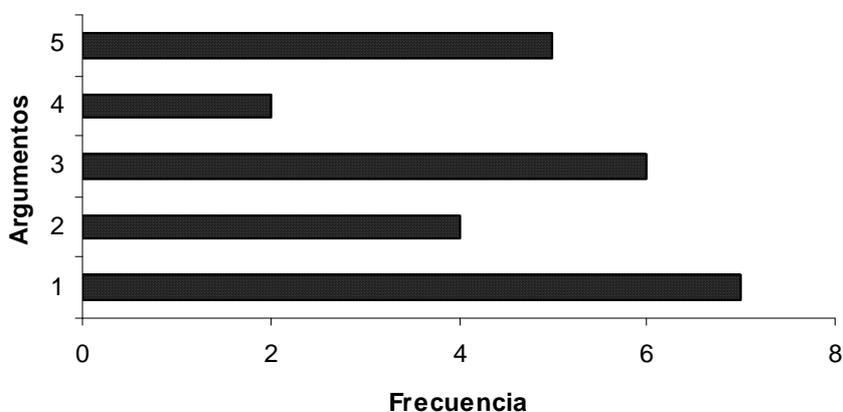


Tabla 13

Selección de las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores positivos

No.	
1	El éxito de un proyecto se ve favorecido por la adecuada interpretación de las necesidades del cliente, la organización estructurada del trabajo de I+D, recursos humanos altamente calificados (cantidad y calidad), evaluación constante del personal, seguimiento de la implantación del plan de trabajo y mediante la toma de decisiones de forma oportuna.
2	Personal con capacidades científicas y técnicas sólidas, metodologías de trabajo probadas y el control en la ejecución del proyecto, permiten entender los requerimientos del cliente para traducirlos en especificaciones técnicas concretas y correctas, y potenciar así, la probabilidad de

	éxito del proyecto.
3	La identificación de necesidades en conjunto con usuarios potenciales, ayuda a identificar áreas de oportunidad para el desarrollo de nuevos proyectos. Además, cuando los problemas son identificados correctamente, atendidos por equipos bien organizados, con autoridad delegada, acceso oportuno a los recursos y evaluación constante para llevar a cabo las acciones correctivas necesarias, se eleva la posibilidad de éxito del proyecto.

En el caso concerniente al impacto e interrelación de los factores negativos, se obtuvieron y agruparon seis propuestas, donde la votación durante la segunda ronda del estudio quedó en los términos que se muestran en la Gráfica 9. En esta parte se siguió trabajando con el mismo criterio de selección usado para el caso de los factores positivos, obteniendo las tres propuestas que se muestran en la Tabla 14.

Gráfica 9

Votación para las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores negativos

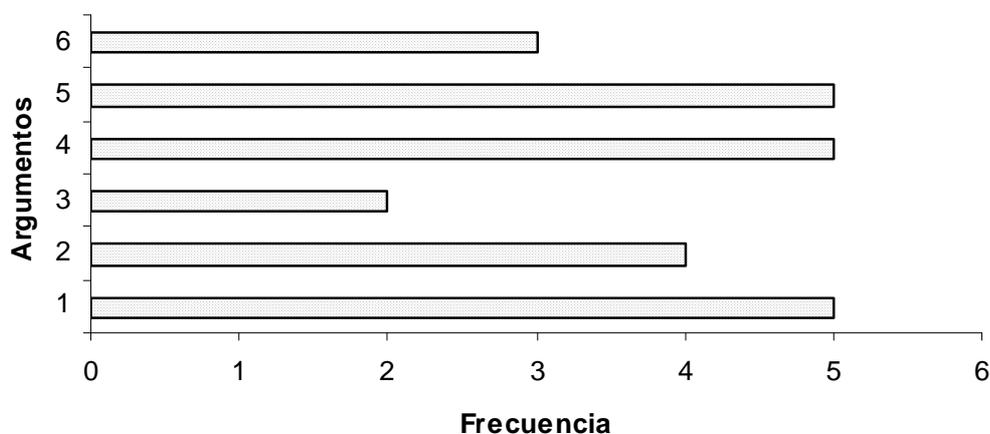


Tabla 14

Selección de las propuestas sobre el impacto e interrelación de los factores negativos

No.	
1	El fracaso de un proyecto de innovación es propiciado debido a la falta de capacitación sobre promoción del potencial tecnológico del centro y sobre transferencia de tecnología, falta de entendimiento de las necesidades del mercado, inexistencia de un área de mercadotecnia y de estudios de mercado y planes de negocios bien estructurados.
2	Falta de una cultura de I+D al interior de las empresas, escaso interés en la promoción de proyectos, desconocimiento del mercado y de la viabilidad de los proyectos de innovación; así como la falta de conocimiento sobre los mecanismos y canales de transferencia conducen al fracaso del proyecto.

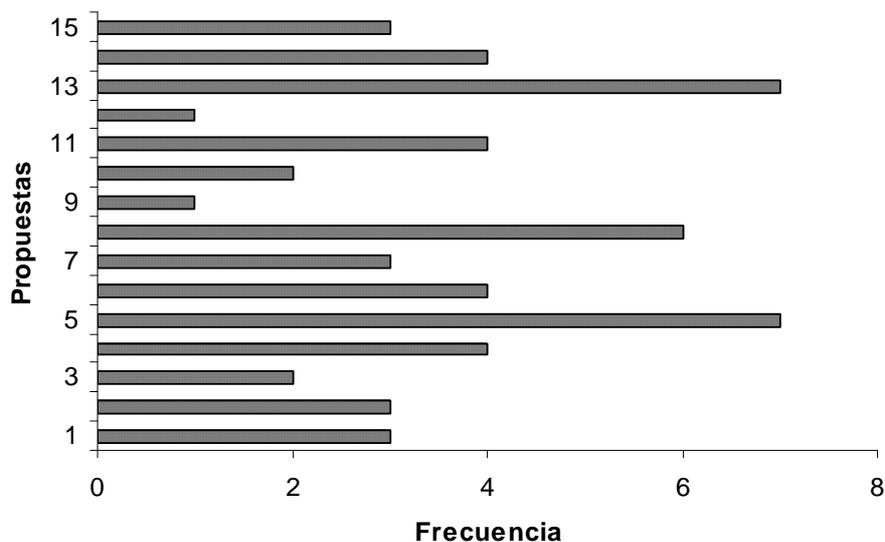
3	El desarrollo de proyectos sin la participación del cliente, falta de estudios apropiados para identificar áreas de oportunidad y la inadecuada identificación de las fortalezas de los centros, son acciones que dificultan la vinculación de proyectos con los usuarios finales; generando incluso patentes sobre las cuales no se tiene una idea muy clara sobre su potencial de aplicación.
---	---

Como previamente se mencionó, los expertos expresaron y discutieron distintas propuestas para abordar y atender los diferentes factores positivos y los factores negativos obtenidos durante la primera etapa del estudio. A partir de este ejercicio se generaron 15 propuestas de promoción para los factores positivos y 18 de solución para los negativos.

De esta manera, durante la segunda etapa del estudio correspondiente a la selección de las propuestas para promover los factores positivos, la votación quedó como se puede apreciar en la Gráfica 10.

Gráfica 10

Votación de las propuestas para promover los factores positivos



En este caso, la selección se realizó tomando en cuenta que por menos la mitad de los respondientes debería escoger aquellas propuestas más importantes, que permitieran a los CPI+D fomentar el desarrollo de los factores positivos.

Tabla 15

Selección de las propuestas para promover los factores positivos

No.	
1	Invertir en maquinaria y herramientas de trabajo de vanguardia, que le permita al personal del centro ser altamente competitivo.
2	Establecer una planeación realista y detallada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Además de llevar a cabo un monitoreo permanente para detectar desviaciones de forma oportuna y tomar decisiones adecuadas.
3	Desarrollar sistemas de información que permitan anticiparse a problemas y generar alternativas de solución.
4	Establecer adecuadamente el objetivo del proyecto y contar con un líder capaz para llevar a cabo su realización.
5	Desarrollar por parte de los CPI+D una visión a mediano plazo con un enfoque que eleve la confianza entre el centro y el usuario final.
6	Establecer una comunicación adecuada entre especialistas (investigadores y tecnólogos) y clientes, que les permita interpretar las necesidades tecnológicas correctamente.
7	Identificar y definir de forma correcta las áreas de competencia del centro y de sus colaboradores.

Entre las propuestas seleccionadas destacan la inversión en infraestructura, la implantación de planeación realista y detallada, el desarrollo de sistemas de información, el establecimiento de objetivos claros y de líderes capaces, el fortalecimiento en la comunicación y cooperación entre todos los participantes del proyecto y la definición las áreas de competencia del centro y sus clientes como se puede apreciar en la Tabla 15.

Para la votación y selección de las propuestas de solución relacionadas con los factores negativos, el criterio utilizado fue el mismo que para el caso de las propuestas de promoción de los factores positivos, quedando la votación de la siguiente manera (véase Gráfica 11).

De las propuestas de atenuación de los factores negativos destacan aspectos como la necesidad de contar con una mayor eficiencia administrativa, el establecimiento de mecanismos de vinculación y de difusión de las actividades científicas y tecnológicas, la generación de lineamientos que permitan proteger la propiedad intelectual que generan los CPI+D, la adecuación del marco normativo, el desarrollo de las actividades de

mercadotecnia dentro de los centros y la promoción de la cultura de I+D en la empresas, el otorgamiento de mayores estímulos económicos al personal y el fortalecimiento de la transferencia tecnológica hacia el sector productivo (véase Tabla 16).

Gráfica 11

Votación de las propuestas para corregir los factores negativos

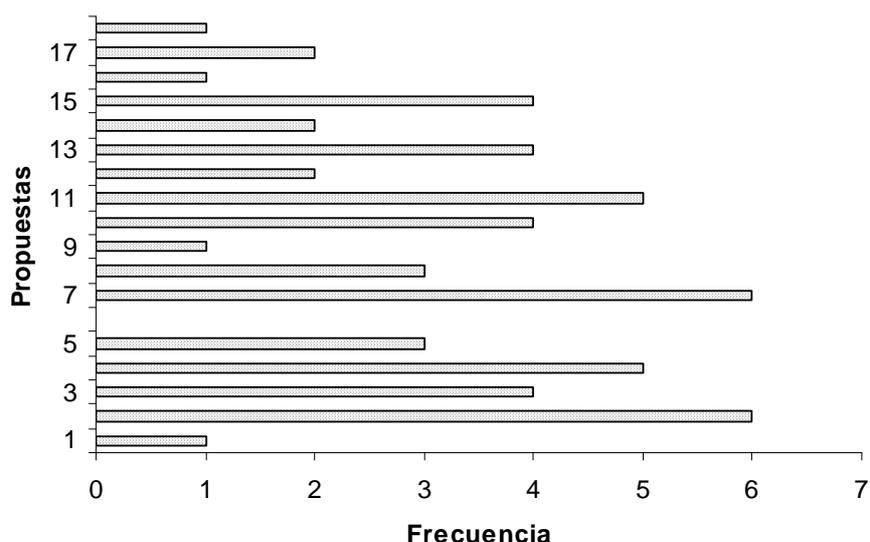


Tabla 16

Selección de las propuestas para corregir los factores negativos

No.	
1	Reducir los niveles de burocracia (mayor apoyo operativo); por ejemplo: apoyo y reducción de tiempo en la firma de contratos, aceleración para la contratación de personal temporal, brindar apoyo financiero en caso necesario, etc.
2	Incrementar acciones de vinculación y difusión de las actividades y capacidades tecnológicas y de investigación de los CPI+D.
3	Desarrollar lineamientos y políticas sobre propiedad industrial y derechos de autor para la protección de los trabajos desarrollados en los CPI+D.
4	Establecer un marco normativo que propicie la vinculación de los CPI+D con el sector productivo y la conversión de conocimiento científico en tecnologías transferibles.
5	Conocer y estudiar el mercado, para identificar espacios de oportunidad conforme a las distintas áreas de especialización de cada centro y de sus áreas de influencia.
6	Establecer mecanismos adecuados para incentivar la cultura de I+D en las empresas.
7	Brindar al personal estímulos económicos derivados de proyectos exitosos.
8	Identificación y atracción de financiamiento, para estimular la transferencia tecnológica y la vinculación de los CPI+D con las empresas.

Finalmente, durante la segunda iteración, se generaron los siguientes puntos que en ciertos casos difieren del consenso general y en otros ayudan a complementar la discusión sustentada durante el desarrollo de todo el estudio Dephi. Entre los principales comentarios se encuentran: 1.- Las redes de conocimiento no escasean, pero no son formales y no están estructuradas de forma adecuada (no se invita a todos); 2.- Es necesario aumentar la eficiencia administrativa aun con la normatividad actual, el sector productivo requiere respuestas rápidas; 3.- Existe desconocimiento sobre diversos apoyos y subsidios que promueve el sector gubernamental; 4.- El investigador busca adecuar sus investigaciones al mercado y no al revés (las soluciones no empatan con los problemas); 5.- Se busca atender más la parte curricular por parte de los investigadores (académica); 6.- Existen directivos que dominan ampliamente su área del conocimiento (técnica), pero no cuentan con experiencia en el área económico-administrativa; 7.- Existen trabas por parte de las autoridades para escalar los equipos, lo que pudiera ayudar a aumentar la eficiencia y la eficacia si se llevará a cabo; 8.- Resulta más importante la calidad de los recursos humanos que la cantidad, además de ser necesario capacitar y certificar a los líderes de proyecto; y 9.- Es importante compartir el mismo lenguaje (comunicación adecuada) entre los integrantes del equipo de trabajo, así como establecer una comunicación estrecha con el cliente y dar seguimiento a los proyectos transferidos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La aportación principal de esta disertación radica en la identificación y análisis de los principales factores positivos y de los factores negativos que influyen en el éxito o fracaso de un proyecto de innovación en un CPI+D, conforme se planteó en el problema de investigación. Los factores positivos están relacionados a la capacidad técnica y humana de los CPI+D, el trabajo realizado con los clientes y la participación activa de éstos, la ejecución de un proceso de I+D eficaz (transferencia), el apoyo por parte de la dirección del centro para tener libertad en la toma de decisiones, y los recursos disponibles para la realización del proyecto de innovación. Por su parte, los factores negativos están relacionados con la falta de actividades de mercadotecnia, la débil vinculación, falta de promoción, escasez de capital de riesgo, falta de apoyo operativo, administrativo y financiero por parte de las autoridades del centro, desconocimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica, y la no realización de estudios de viabilidad técnica y comercial.

La investigación encontró que el impacto e interrelación de los factores positivos muestran cómo las capacidades técnicas y humanas de los CPI+D, la adecuada interpretación de las necesidades de los clientes, la realización del trabajo de I+D de forma organizada y estructurada, la delegación de autoridad, la disponibilidad oportuna de recursos materiales, el seguimiento de la implantación del trabajo, y la toma de decisiones de forma oportuna favorecen el éxito de este tipo de proyectos.

Por el contrario, la falta de promoción de los proyectos realizados, la escasez de mecanismos adecuados de mercadotecnia, la ausencia de planes de negocios bien estructurados, la falta de experiencia en tópicos relacionados con transferencia tecnológica

y la viabilidad de los propios proyectos, así como la inadecuada interpretación de las necesidades de los clientes, han contribuido al fracaso de los proyectos no exitosos.

Sobre las propuestas generadas por parte del grupo de expertos para potenciar los factores positivos destacan: la actualización constante de la infraestructura de los CPI+D, el uso de los sistemas de información, llevar a cabo una planeación, monitoreo, e intervención adecuados, contar con un objetivo claro del proyecto y un líder capaz de llevarlo a buen término, elevar la confianza por parte del usuario final y aumentar la comunicación entre todos los actores participantes en el proyecto de innovación tecnológica, además de definir de manera clara las competencias del centro.

Por su parte, entre las propuestas para atenuar el impacto de los factores negativos sobresalen: reducir los niveles de burocracia, aumentar las acciones de vinculación y promoción, fomentar el uso de mecanismos que estimulen la protección intelectual, establecer un marco normativo que propicie la vinculación CPI+D-sector productivo, llevar a cabo estudios de mercado, fortalecer la cultura científica y tecnológica al interior de las empresas, brindar estímulos económicos al personal participante en este tipo de proyectos, e identificar y atraer financiamiento que estimule la transferencia tecnológica que generan los centros.

Existen contribuciones que no lograron el consenso entre todos los expertos. Sin embargo, éstas señalan aspectos interesantes que abren nuevas líneas de investigación. Entre ellos destacan: el desconocimiento de apoyos y subsidios gubernamentales existentes, las trabas de las autoridades para escalar y actualizar los equipos existentes y, la adecuación del mercado a los productos existentes y no al revés.

Adicionalmente, existen elementos relevantes que ayudan a complementar la información recabada durante el estudio. Por ejemplo, se señaló que las redes de

conocimiento no son escasas y que el problema radica en que éstas no se formalizan y no se estructuran de forma adecuada. Estas deficiencias pudieran estar dejando beneficios únicamente a nivel del trabajo individual del investigador y excluyendo a otros actores institucionales que formalizan el trabajo en beneficio de toda la institución, por lo que deberían estudiarse rigurosamente.

Otro aspecto digno de mencionar es la discusión generada alrededor de la falta de entendimiento entre los integrantes del equipo de trabajo y el cliente, en donde los investigadores en ocasiones atienden principalmente la parte académica, dejando de lado la propia satisfacción del cliente. Esto en buena medida se explica por la normatividad bajo la cual se rige la vida académica de los investigadores, además de sus propias trayectorias y formación académicas.

La investigación ha puesto de manifiesto un gran número de problemas que los centros deberán atender para mejorar la eficacia de sus tareas de gestión y generar proyectos de innovación que resulten de interés y aplicación para el sector productivo, y se fomenten con ello una mayor transferencia. Entre los aspectos que los CPI+D deben atender dentro de sus actividades de gestión tecnológica destacan: la parte legal de los contratos; la importación de maquinaria, herramienta y materia prima de base tecnológica; la creación de oficinas de transferencia tecnológica que asistan el trabajo de los CPI+D; y la incubación de empresas de base tecnológica que desarrollen y comercialicen la tecnología, a una mayor escala.

El enfoque de sistemas resultó de gran utilidad para poder analizar y comprender el proceso de gestión de proyectos en estos centros, debido a que permitió el abordaje de los problemas de forma integral. Ello permitió determinar qué factores están interviniendo de forma positiva y cuáles de forma negativa durante la gestión de un proyecto de innovación,

y sugerir con ello, cómo es que los centros pueden administrar de mejor manera estos elementos y su relación con todas las demás actividades de los CPI+D, para que a través de una gestión eficaz de proyectos se aproveche el conocimiento generado.

Uno de los resultados más importantes de esta investigación consistió en corroborar cómo todos los factores (los positivos y los negativos) guardan una relación muy estrecha entre sí y cómo su presencia o ausencia interviene en el éxito o fracaso de un proyecto de innovación. Por ejemplo, se observó que había casos en donde los desarrollos tecnológicos representaban innovaciones relevantes, con un alto potencial para ser vendidas al sector productivo; sin embargo, la falta de capital de riesgo y la ausencia de promoción provocaron que éstos no pudieran ser transferidos de forma exitosa. En contraparte, existen proyectos con mayor soporte administrativo, mercadológico y financiero que fracasan debido a que no se realizan estudios de viabilidad técnica y comercial.

Aunque la principal limitación de esta investigación radica en el número de casos y CPI+D estudiados, sus resultados constituyen un acercamiento al entendimiento de los actores involucrados y a las actividades que los centros realizan para gestionar sus proyectos de innovación, así como las posibles acciones que éstos deben implementar con la finalidad de aumentar la probabilidad de éxito de sus desarrollos tecnológicos. Por ello, los resultados pueden generalizarse hacia otros casos, siempre y cuando se tomen en cuenta las características particulares de cada proyecto y su contexto.

Los CPI+D representan sistemas sociales y como tales, se encuentran permanentemente en cambio. Por ello, deben tener o desarrollar la capacidad de interpretar la complejidad del entorno en el que operan. Esto indudablemente les permitirá generar mecanismos de adaptación e innovación, que les ayuden a identificar los factores tanto positivos como negativos de su gestión, para potenciar el éxito de sus proyectos y promover

sus desarrollos tecnológicos. Sus ejercicios de planeación deberán considerar estos factores críticos y diseñar las acciones que permitan mejorar su eficacia.

No huelga enfatizar que los resultados aquí presentados señalan la importancia de desarrollar áreas estratégicas de gestión tecnológica mejor estructuradas al interior de los CPI+D, donde se logre un arreglo que les permita incrementar el número de innovaciones, aprovechando el conocimiento que generan y apoyando con otros actores la transferencia del conocimiento en forma de desarrollos tecnológicos, que no sólo promuevan el avance de sus regiones de influencia, sino que también doten de recursos a estas instituciones y, con ello, les permita tener un mayor grado de autonomía.

Todas las sugerencias y recomendaciones que hasta aquí se han expresado, dejan de lado aspectos relacionados con el marco normativo en el que operan estas instituciones. Es evidente la necesidad de modificarlo, pues aunque se han logrado avances en este sentido, es impostergable que en éste se incorporen aspectos que fomenten la vinculación de los centros con el sector productivo, la captación y asignación de mayores recursos que puedan ser usados con prontitud, agilidad, además de promover cambios en el aparato burocrático que actualmente coordina estas organizaciones.

De la misma manera, cabe mencionar que existen otros elementos que considerar para que este grupo de centros no se vea limitado en su operación. Por ejemplo, la participación de otros actores en la creación de oficinas de transferencia tecnológica, la participación de la iniciativa privada en actividades de capacitación, formación de recursos humanos, vinculación y financiamiento, lo mismo que la creación de empresas de base tecnológica, formadas a partir de desarrollos producidos en estos centros.

Finalmente, entre las futuras líneas de investigación que deja abiertas el presente trabajo, se encuentra el análisis en otros CPI+D, tanto nacionales como en países en

desarrollo, de los factores críticos identificados. Seguramente estas instituciones en general presentarán condiciones muy similares al caso de los CPI+D analizados, especialmente aquéllos localizados en el espacio latinoamericano. Su estudio, además de contribuir a constatar y probablemente ampliar los resultados de esta investigación, permitirá conocer si a una gestión más eficaz de proyectos de innovación corresponde un mayor número de proyectos exitosos y, con éste, un mejor nivel de desarrollo tecnológico nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Ackoff R.L. (1994), *Rediseñando el futuro*, Limusa- Noriega Editores, México, D.F.
- Arocena, R. and J. Sutz (2001), “Changing knowledge production and Latin American universities” in *Research Policy*, Vol. 30, No. 8, 1221-1234 pp.
- Babbie, E. (2000), *Fundamentos de la investigación social*, Internacional Thomson Editores, México.
- Balachandra, R. and J.H. Friar (1997), “Factors for success in R&D projects and new product innovation: a contextual framework”, [en] *IEEE Transactions in Engineering Management*, Vol. 44, No. 3, 276-287 pp.
- Barragán Ocaña, A. (2009), “Aproximación a una taxonomía de modelos de gestión del conocimiento”, [en] *Intangible Capital*, Vol. 5, No. 1, 65-101 pp.
- Bertalanffy, L.V. (1980), *General system theory, foundations, development, applications*, George Braziller Inc, United States of America.
- Brown, M. Leavitt. P. and S. Wright (2004), *New product development: a guide for your journey to best-practice processes*, APQC’s Passport to Success Series, APQC Publications, United States of America.
- Brown, S.L. and K.M. Eisenhardt (1995), “Product development: past research, present findings, and future directions”, [en] *Academy of Management Review*, Vol. 20, No. 2, 343-378 pp.
- Buesa, M. *et al* (2006), “Regional systems of innovation and the knowledge production function: the Spanish case”, [en] *Tecnovation*, Vol. 26, No. 4, 463-472 pp.
- Bunge, M. (2003), “Tercera cultura: información + evaluación = conocimiento”, [en] *Pliegos de Yuste*, Núm. 1-noviembre, 75-84 pp.
- Cadena, G. *et al* (1986), *Administración de proyectos de innovación tecnológica*, Gernika, México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2006), *Ley de Ciencia y Tecnología*, Diario Oficial de la Federación, México.
- Casalet Ravenna, M. (1995), “Una nueva orientación en la relación innovación-producción en México”, [en] *Perfiles Latinoamericanos*, No. 7, 99-119 pp.
- Casalet, M. (2000), “Lo viejo y lo nuevo en la estructura institucional del sistema de innovación Mexicano”, [en] *El Mercado de Valores*, enero, 12 p.
- Casalet, M. (2004), “Construcción institucional del mercado en la economía del conocimiento”, [en] *Economía UNAM*, No. 2, 52-63 pp.
- Casas, R. De Gortari, R. and M.J. Santos (2000), “The building of knowledge spaces in Mexico: a regional approach to networking” [en] *Research Policy*, Vol. 29, No. 2, 225-241 pp.
- Casas Guerrero, R. (coord.) (2001), *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*, Anthropos-IIS, España.
- Castells, M. (2000), “Toward a sociology of the network society”, [en] *Contemporary Sociology*, Vol.29, No.5, 693-699 pp.
- Chadwick, C.B. (2001), “La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista”, [en] *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, Vol. XXXI, Num. 4, 111-126 pp.
- Checkland, P. (2000), *Pensamiento de sistemas, práctica de sistemas*, Limusa: Noriega Editores, México D.F.

- Chen, K. and M. Kenney (2007), “Universities/research institutes and regional innovation systems: the cases of Beijing and Shenzhen”, [en] *Word Development*, Vol.35, No. 6, 1056-1074 pp.
- Churchman, C.W. (1995), *El enfoque de sistemas*, Editorial Diana, México.
- CICESE (2006), *Indicadores de convenio de desempeño*, [en línea] disponible en: http://transparencia.cicese.mx/rendicion_ctas2006/docs3/IX_resultados_de_los_convenios_bases.pdf [accesado el día 13 de julio de 2007].
- CIDETEQ (2006), *Seguimiento a los indicadores del cuarto trimestre del 2006 del convenio de desempeño*, [en línea] disponible en: <http://www.cideteq.mx/contenidosweb/File/Indi%204to%20trimestre%202006.pdf> [accesado el día 13 de julio de 2007].
- CIMAV (2006), *Indicadores del convenio de desempeño: resultados 2006*. [en línea] disponible en: <http://www.cimav.edu.mx/cimav/pdf/Indicadores%20Web.pdf> [accesado el día 13 de julio de 2007].
- Cimoli, M. (2000), “Creación de redes y sistema de innovación: México en un contexto global”, [en] *El Mercado de Valores*, 15 p.
- Cimoli, M. Ferraz, J.C. and A. Primi (2005), *Science and technology in open economies: the case of Latin American and the Caribbean*, CEPAL: Serie desarrollo productivo (165), Santiago de Chile.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1997), *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1998), *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1999), *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2000), *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2002), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2003), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2004a), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2004b) *Sistema de centros de investigación CONACYT*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2005), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2006), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2007), *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología*, CONACYT, México.
- Cormican, K. and D. O’Sullivan (2004), “Auditing best practice for effective product innovation management”, [en] *Technovation*, Vol. 24, No. 10, 819-829 pp.
- DAEDALUS (2002), *Gestión del conocimiento: documento básico DAEDALUS*, DAEDALUS, Madrid España.
- Dalkey, N. and O. Helmer (1963), “An experimental application of the Delphi method to the use of experts”, [en] *Management Science*, Vol. 9, No.3, 458-467 pp.

- Dalkir, K. (2005), *Knowledge management in theory and practice*, Elsevier Butterworth Heimemann, United States of America.
- Darroch J. (2005) “Knowledge management, innovation and firm performance”, [en] *Journal of Knowledge Management*, Vol. 9, No. 3, 101-115 pp.
- De Gortari Rabiela, R. (2002), “Impacto de la demanda empresarial en los centros de investigación y desarrollo”, [en] *Nueva Antropología*, Vol. XVIII, Núm. 60, 89-100 pp.
- De Gortari Rabiela, R. y M. Santos Corral (2006a), “Los centros de I-D en México: hacia una administración más activa y de comercialización del conocimiento”, [en línea], en *VI Jornadas latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología llevadas a cabo del 19 al 21 de abril, Bogota-Colombia, Universidad Nacional de Colombia- Centro de Convenciones Alfonso López Pumarejo*, disponible en: http://www.ocyt.org.co/esocite/Ponencias_ESOCITEPDF/2MEX029.pdf [accesado el día 10 de julio de 2007].
- De Gortari Rabiela, R. y M. Santos Corral (2006b), “Estrategias para la comercialización del conocimiento: las prácticas de un centro de I+D en México”, [en] *Redes*, Vol. 12, Núm. 24, 15-130 pp.
- De Laurentis, C. (2006), “Regional innovation systems and the labour market: a comparison of five regions”, [en] *European Planning Studies*, Vol. 14, No. 8, 1059-1084 pp.
- Díaz Pérez, C. (2007), *Los centros de investigación y desarrollo tecnológico en México: regulaciones institucionales y estrategias organizacionales*, Universidad de Guadalajara: Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, México.
- Dvir, D. et al (1998), “In search of project classification: a non-universal approach to project success factors”, [en] *Research Policy*, Vol. 27, No. 9, 915-935 pp.
- Eisenhardt Kathleen, M. (1989), “Building theories from case study research”, [en] *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 4, 532-550 pp.
- Edquist, C. (2001), “The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of the art”, Draft of 2001-06-01, [en línea], en *Lead paper presented at the DRUID Conference, Aalborg, June 12-15, 2001, under theme F: ‘National Systems of Innovation, Institutions and Public Policies’*, disponible en: <http://www.obs.ee/~siim/seminars/edquist2001.pdf> [accesado el día 15 de septiembre de 2009].
- Ettlie, J.E. (2000), *Managing technological innovation*, John Wiley & Sons, Inc, United States of America.
- Etzkowitz, H. (2003), “Innovation in innovation: The triple helix of university-industry-government relations”, [en] *Social Science Information*, Vol. 42, No. 3, 367-372 pp.
- Evangelista, R. et al (2001), “Measuring the regional dimension of innovation. Lessons from Italian Innovation Survey”, [en] *Technovation*, Vol. 21, No. 11, 733-745 pp.
- Expósito Langa, M. Capó Vicedo, J. y E. Masiá Buades (2007), “La gestión del conocimiento en los distritos industriales como apoyo a la innovación: una metodología de ayuda basada en el modelo de STRELNET”, [en] *Economía Industrial*, Núm. 366, 87-95 pp.
- Fernández de Pinedo, I. (2000), *NTP 15: Construcción de una escala de actitudes tipo Likert*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, [en línea], disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_015.pdf [accesado el día 2 de Julio de 2006].

- Freeman, C. (1975), *La teoría económica de la innovación industrial*, Alianza Editorial, España.
- Flückiger, D.F. (1995), *Contributions towards a unified concept of information*, Doctoral Thesis, Faculty of Science at the University of Berne, Berne.
- Galán, J. (2007), “Recortan \$ 72 millones a centros públicos de investigación: PRD”, [en línea], en *La jornada*, 14 de enero de 2007, disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2007/01/14/index.php?section=sociedad&article=030n2soc> [Accesado el día 6 de Julio de 2007].
- Geabauer, A. Nam, C.W. and R. Parsche (2005), “Regional technology policy and factors shaping local innovation networks in small German cities”, [en] *European Planning Studies*, Vol. 13, No. 5, 661-683 pp.
- Gutiérrez, N. (2003) “La producción de conocimiento en red entre la academia y la empresa. El caso de la unidad Saltillo del CINVESTAV” [en] Luna, M. (coord.), *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido: un enfoque de redes*, Anthropos-IIS, España.
- Harmaakorpi, V. and H. Melkas (2005), “Knowledge management in regional innovation networks: the case of Lahti, Finland” [en] *European Planning Studies*, Vol. 13, No. 5, 641-659 pp.
- Heidenreich, M. (2005), “The renewal of regional capabilities: experimental regionalism in Germany”, [en] *Research Policy*, Vol. 34, No. 5, 739-757 pp.
- Hernández Sampieri, R. et al (2001), *Metodología de la investigación*, McGraw Hill, segunda edición, México.
- Hippel, V.E. (2004), *Usuarios y suministradores como fuentes de innovación*, Clásicos COTEC, COTEC, Madrid España.
- Kyrgiafini, L. and E. Sefertzi (2003), “Changing regional systems of innovation in Greece: the impact of regional innovation strategy initiatives in peripheral areas of Europe”, [en] *European Planning Studies*, Vol. 11, No. 8, 885-910 pp.
- León Marbán, J.P. (1998), *El papel del sistema SEP-CONACYT en el sistema de innovación Mexicano: análisis del desempeño de 13 centros SEP-CONACYT*, Tesis de Maestría, FLACSO-México, México.
- Leydesdorff, L. and M. Fritsch (2006), “Measuring the knowledge base of regional innovation systems in Germany in terms of a Triple Helix dynamics”, [en] *Research Policy*, Vol. 35, No. 10, 1538-1553 pp.
- Loo, R. (2002), “The Delphi method: a powerful tool for strategic management”, [en] *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Vol.25, No.4, 762-769 pp.
- Losee, R.M. (1997), “A discipline independent definition of information”, [en] *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 48, No. 3, 254-269 pp.
- Lundvall, B-Å. (1992), *National systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Printer Publishers, Great Britain.
- Lundvall, B-Å. (2001), “Innovation policy in the globalizing learning economy” [en] *The globalizing economy*, Oxford University Press, Great Britain.
- Luna, M. (Coord.) (2003), *Itinerarios del conocimiento: formas dinámicas y contenido: un enfoque de redes*, Anthropos-IIS, España.
- Martínez Delgado, A. (1999), “Constructivismo radical, marco teórico de investigación y enseñanza de las ciencias”, [en] *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 17, Núm. 3, 493-502 pp.

- Marx, C. (1985), *Lineamientos fundamentales para la crítica de la economía política 1857-1858*, Grundrisse (7): II, Fondo de Cultura Económica, México.
- Merrit Tapia, H. (2007), “La vinculación industria-centros tecnológicos de investigación y desarrollo: el caso de los Centros CONACYT de México” [en] *Análisis Económico*, Vol. XXII, Núm. 49, 149-168 pp.
- Mrinalini, N. and P. Nath (2006), “Comparative evaluation of practices: lessons from R&D organizations”, [en] *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 13, No. 1/2, 214-223 pp.
- Mullen, P. (2003), “Delphi: myths and reality”, [en] *Journal of Health Organization and Management*, Vol. 17, No.1, 37-52 pp.
- Muscio, A. (2006), “From regional innovation systems to local innovation systems: evidence from Italian industrial districts” [en] *European Planning Studies*, Vol. 14, No.6, 773-789 pp.
- Nath, P. and N. Mrinalini (2000), “Benchmarking the best practices of non-corporate R&D organizations”, [en] *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 7, No. 2, 86-97 pp.
- Nath, P. and N. Mrinalini, (2002), *Organization of R&D: an evaluation of best practices*, Palgrave Macmillan, Great Britain.
- Nelson, R. (1993), *National innovation systems: a comparative analysis*, Oxford University Press, United States of America.
- Noguera Silva, C. y B. Montes Sosa (2007), “Creando valor en una empresa Mexicana (Tenaris Tamsa) en alianza con un centro público de investigación (CIDESI) a través de la innovación tecnológica. Desarrollo de una célula automática para los procesos de spot face, dimpling y rimado”, [en] *La Tecnología Mexicana al Servicio de la Industria: Casos de Éxito Presentados en los Seminarios Regionales de Competitividad 2005 – 2006*, FCCYT, México.
- Nonaka, I. y H. Takeuchi (1999), *La organización creadora del conocimiento: cómo las compañías Japonesas crean la dinámica de la innovación*, Oxford University Press, México.
- OECD (2000), *Knowledge management in the learning society: education and skills*, OECD, 2000, Paris, France.
- OCDE y FECYT (2002), *Manual de Frascati 2002: propuesta de la norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*, OCDE, FECYT, Madrid.
- Olivé, L. (2006), “Los desafíos de la sociedad del conocimiento: cultura científico tecnológica, diversidad cultural y exclusión” [en] *Revista Científica de Información y comunicación*, Núm. 3, 29-51 pp.
- Ostroff C. and N. Schmitt. (1993), “Configurations of organizational effectiveness and efficiency” [en] *Academy of Management Journal*, Vol.36, No.6, 1345-1361 pp.
- Paredes López, O. y R. Loyola Díaz (2006), “El conocimiento y la innovación, los grandes ausentes para el desarrollo y la competitividad en México” [en] *Reencuentro*, Núm. 45, 48-52 pp.
- Peluffo, M. y E. Catalán (2002), *Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público*, Serie Manuales 22, CEPAL, Santiago de Chile.
- Pick, S. y A. López Velasco de Faubert (2004), *Cómo investigar en ciencias sociales*, Trillas, 5° edición, México.
- Pinto, J.K. and S.J. Mantel (1990), “The causes of project failure”, [en] *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 37, No.4, 269-276 pp.

- Roberts, E.B. y A.R. Fusfeld (1996) “Perfiles clave en una organización innovadora” [en] Roberts, E.B, *Gestión de la innovación tecnológica*, España, COTEC.
- Rodríguez Fernández O.S. y H. Lira Saldívar (2007), “Creación de valor en un centro de investigación y desarrollo tecnológico. Caso: extractos vegetales de plantas de las zonas áridas, una opción a los agroquímicos y antibióticos sintéticos” [en] *La Tecnología Mexicana al Servicio de la Industria: Casos de Éxito Presentados en los Seminarios Regionales de Competitividad 2005 – 2006*, FCCYT, México.
- Roussel, P.A, Saad, K.N, and T.J. Erickson (1991), *Third generation R&D, managing the link to corporate strategy*, Harvard Business School Press, United States of America.
- Sánchez Guerrero, G. (2003), *Técnicas participativas para la planeación: procesos breves de intervención*, Fundación ICA, México.
- Schulze, A. (2003), “Knowledge Management in innovation processes”, [en] *Management of technology: growth through business innovation and entrepreneurship, selected papers from the tenth international conference on management of technology*, Pergamon, Netherlands.
- Schumpeter, J.A. (1978), *Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Solleiro, J.L. y R. Castañón (2004), “Gestión del capital intelectual en centros de innovación y desarrollo”, [en] *Economía Informa*, Núm.30, 26-39 pp.
- Sun, H. and W. Chung (2005), “Critical success factors for new product development in the Hong Kong toy industry” [en] *Technovation*, Vol. 25, No. 3, 293-303 pp.
- Ten Tsai, M. and K. Wei Lee (2006), “A study of knowledge internalization: from the perspective of learning cycle theory” [en] *Journal of Knowledge Management*, Vol. 10, No. 3, 57-71 pp.
- Todt, O. et al (2007), “The regional dimension of innovation and the globalization of science: the case of biotechnology in a peripheral region of the European Union”, [en] *R&D Management*, Vol. 37, No.1, 65-74 pp.
- Yin, R. (1981), “The case study crisis: some answers”, [en] *Administrative Science Quarterly*, Vol. 26, No. 1, pp. 58-65.
- Yin R. (2003), *Case study research, design and methods*, Applied social research methods series volume 5, Sage, third edition, United States of America.
- Zabala-Iturriagoitia, J.M. et al (2007), “What indicators do (or not do) tell us about regional innovation systems”, [en] *Scientometrics*, Vol. 70, No. 1, 85-106 pp.
- Zhu, D. and J. Tann (2005), “A regional innovation system in a small-sized region: a clustering model in Zhongguancun Science Park”, [en] *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol. 17, No. 3, 375-390 pp.
- Zubieta García, J. y J. Jiménez Guzmán (2003), “Acercamientos entre academia e industria: el futuro de la vinculación”, [en] Santos, M.J. (coord.), *Perspectivas y Desafíos de la Educación, la Ciencia y la Tecnología*, México, UNAM/IIS.
- Zubieta García, J. y R. Loyola Díaz (2007), “La alternancia en Ciencia y Tecnología: un futuro discutible”, [en] *Foro Internacional*, 190, Vol. XLVII, Núm. 4, 945-995 pp.

Sitios de Internet:

- International Monetary Fund: www.imf.org/
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados: <http://www.cinvestav.mx/>
- CINVESTAV-Unidad Querétaro: <http://www.qro.cinvestav.mx/>

- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT): <http://www.ricyt.edu.ar/>
- Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil): <http://www.mct.gov.br/>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP): <http://www.shcp.gob.mx/>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT): <http://www.conacyt.mx>

ANEXO 1

Instrumento de validación

Estimado investigador(a)/profesor(a):

Me dirijo a usted muy atentamente para solicitar su colaboración para evaluar dos cuestionarios, los cuales son las herramientas de investigación que serán aplicadas en el estudio de caso que llevaré a cabo en dos centros públicos de investigación y desarrollo (CPI+D), como parte de la metodología para el desarrollo de mi tesis doctoral. El primero de los cuestionarios se encuentra dirigido a participantes en la realización de proyectos de innovación en CPI+D, y su finalidad es describir de forma general el proyecto de innovación a tratar, así como definir y analizar cuales son los factores que promueven u obstaculizan el éxito de un proyecto de innovación dentro de un centro público de investigación y desarrollo, entre otros factores que se relacionan directamente con el desempeño de este tipo de proyectos. El segundo cuestionario se encuentra enfocado hacia clientes que absorben este tipo de proyectos al interior de sus empresas, y su principal objetivo consiste en analizar la percepción, colaboración y satisfacción del cliente del proyecto de innovación, así como también, los factores que promovieron u obstaculizaron el éxito de transferencia del proyecto hacia las empresas.

El primer cuestionario consta de 49 preguntas agrupadas en los siguientes cinco apartados:

- I. Descripción del proyecto de innovación.
- II. Redes de colaboración y vinculación.
- III. Fuentes de financiamiento del proyecto de innovación.
- IV. Satisfacción del cliente.
- V. Identificación de factores de éxito.

El segundo cuestionario se compone de 30 preguntas, agrupadas en los siguientes cuatro apartados:

- I. Aplicación y uso del proyecto de innovación.
- II. Colaboración y vinculación.
- III. Satisfacción del cliente.
- IV. Factores que favorecen u obstaculizan el éxito de un proyecto de innovación.

Los criterios que usted utilizará para evaluar los cuestionarios se encuentran agrupados bajo los siguientes rubros:

1. Pertinencia: Es la relación de la pregunta con el objetivo del cuestionario y con las demás preguntas que lo integran.
2. Claridad: Se refiere a la redacción de la pregunta y las instrucciones, las cuales deben de ser comprensibles y claras para el nivel educativo de los participantes a

quienes se encuentra dirigido el cuestionario. Las palabras utilizadas no deben de ser confusas ni ambiguas.

3. Inducción: La pregunta no debe de inducir hacia la respuesta, se debe de evitar el sesgo.
4. Diseño: El diseño del cuestionario debe de permitir su fácil lectura y la contestación del mismo. Aspectos generales concernientes a la forma del cuestionario, como el tamaño de la letra y el interlineado deben de ser los adecuados.

Para poder evaluar las preguntas de ambos cuestionarios se le proporciona el siguiente material: 1.- El cuestionario para participantes en la realización de proyectos de innovación; 2.- El cuestionario para clientes de proyectos de innovación; y 3.- Un formato de evaluación para la validación de ambos cuestionarios, en el cual se incluyen las respectivas instrucciones de llenado. Adicionalmente para el llenado de los formatos es necesario que siempre tenga a la mano ambos cuestionarios y poder verificar así sus respuestas con la respectiva pregunta. En la evaluación de las preguntas se ha optado por una escala dicotómica, es decir, SI o NO, así como una columna para agregar los comentarios que usted considere pertinentes. A continuación se presenta un ejemplo que representa una simulación de la evaluación de una pregunta:

Cuestionario 1

Pregunta 1	¿Qué motivo la generación de este proyecto de innovación?
------------	---

Formato de evaluación para el Cuestionario 1

Pregunta	Pertinencia		Claridad		Inducción		Diseño		Comentarios
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 1									Existe una pregunta previa que ya incluye la información que se espera obtener de esta pregunta.

En este ejemplo podemos apreciar que la pregunta es clara, no induce y el diseño es adecuado; sin embargo, ya no es pertinente porque existe una pregunta parecida que proporciona la información que espero obtener con esta nueva pregunta.

Finalmente, se le solicita que indique su apreciación general sobre el contenido y diseño del cuestionario, escribiendo en la parte de observaciones todos los comentarios y sugerencias que considere pertinentes. Con la finalidad de poder incluir sus evaluaciones en el diseño y redacción del cuestionario le pido devuelva el presente documento contestado antes del 24 de abril.

¡Muchas gracias por la atención y colaboración prestada para la realización de este ejercicio!

17 de Abril de 2008

Atte. M. en I. Alejandro Barragán Ocaña

Formato de evaluación del cuestionario para participantes en proyectos de innovación

Pregunta	Pertinencia		Claridad		Inducción		Diseño		Comentarios
Sección I: Descripción del proyecto de innovación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 1	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 2	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 3	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 4	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 5	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 6	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 7	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 8	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 9	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección II: Redes de colaboración y vinculación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 10	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 11	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 12	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 13	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 14	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 15	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 16	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 17	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 18	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 19	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 20	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 21	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 22	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 23	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 24	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 25	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 26	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 27	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 28	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 29	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 30	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección III: Fuentes de financiamiento del proyecto de innovación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 31	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 32	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 33	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 34	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección IV: Satisfacción del cliente	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 35	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 36	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 37	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 38	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	

Pregunta 39	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 40	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección V: Identificación de factores de éxito	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 41	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 42	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 43	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 44	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 45	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 46	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 47	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 48	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 49	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones:

Formato de evaluación del cuestionario para clientes de proyectos de innovación

Pregunta	Pertinencia		Claridad		Inducción		Diseño		Comentarios
Sección I: Aplicación y uso del proyecto de innovación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 1	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 2	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 3	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 4	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 5	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 6	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 7	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección II: Colaboración y vinculación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 8	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 9	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 10	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 11	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 12	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 13	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 14	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección III: Satisfacción del cliente	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	

Pregunta 15	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 16	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 17	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 18	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 19	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 20	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 21	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 22	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Sección IV: Factores que favorecen y obstaculizan el éxito de un proyecto de innovación	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 23	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 24	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 25	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 26	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 27	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 28	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 29	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
Pregunta 30	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	

Observaciones:

ANEXO 2

Cuestionario para participantes en proyectos de innovación⁷

Centro público de investigación y desarrollo: _____
Proyecto de Innovación: _____
Lugar y fecha de la entrevista: _____

Datos del entrevistado

Nombre: _____
Departamento de adscripción: _____
Puesto o cargo (actividades): _____
Edad: _____ Sexo: _____ Correo electrónico: _____
Teléfono: _____
Escolaridad:
a) Bachillerato o carrera técnica; b) Licenciatura; c) Maestría; d) Doctorado; e) Otro (especifique) _____

Sección I: descripción del proyecto de innovación

- 1.- ¿En qué consiste este proyecto de innovación?
- 2.- ¿Hace cuánto tiempo se empezó a desarrollar este proyecto de innovación?
- 3.- ¿Podría mencionar algunas características técnicas de este proyecto de innovación?
- 4.- ¿Qué productos académicos y/o de desarrollo tecnológico se han obtenido a partir de este proyecto?
- 5.- ¿Qué dio origen a este proyecto de innovación?
- 6.- ¿El proyecto fue generado a través de la oferta del centro o mediante la demanda de algún cliente?
- 7.- ¿Existen proyectos de innovación similares en el mercado o en otro centro? (en caso negativo pasar a la pregunta 9).
- 8.- ¿Cuáles son estos proyectos? y ¿qué ventajas comparativas tiene su proyecto con respecto a su(s) principal(es) competidor(es)?
- 9.- ¿Cuáles fueron los principales retos y obstáculos que se enfrentaron en la realización del proyecto de innovación?
- 10.- ¿Cómo lograron superar esos obstáculos?
- 11.- ¿Qué grado de novedad y aplicación industrial considera usted que tiene el proyecto? ¿por qué? (justificar).

Sección II: redes de colaboración y vinculación

- 12.- ¿El proyecto fue una iniciativa propia, un contrato o un convenio de colaboración? y ¿a quién pertenece la propiedad intelectual?

⁷ Las preguntas marcadas por un asterisco (*) no aplican para proyectos no exitosos de I+D.

- 13.- ¿Qué tipo de contratación tiene el personal que laboró en el desarrollo y gestión de este proyecto (especificar)?
- 14.- ¿A qué tipo de industria o sector se encuentra dirigido el proyecto?
- 15.- ¿En qué otras industrias o sectores podría ser usado?
- 16.- ¿El centro cuenta con un departamento, área o personal dedicado a la transferencia tecnológica (especificar)?
- 17.- ¿El proyecto de innovación fue transferido hacia algún o algunos usuarios finales con éxito? De ser así, ¿hacia quién o quiénes fue transferido?
- 18.- (*).- ¿Cómo fue transferido el proyecto hacia el cliente?

Departamento de transferencia tecnológica.	
El propio investigador	
Otro mecanismo (explicar):	

- 19.- En caso contrario ¿cuáles fueron las causas por las que el proyecto de innovación no pudo ser transferido?
- 20.- ¿Se han trabajado proyectos previos con esta industria o sector? De ser así, mencione ejemplos recientes.
- 21.- ¿Cuál fue el interés que motivó a los miembros de este centro público de investigación y desarrollo a trabajar en proyectos para esta industria o sector? ¿existen antecedentes?
- 22.- ¿Cuáles fueron los principales mecanismos de comercialización de este proyecto?
- 23.- ¿Para la transferencia de este proyecto el centro se acercó a la industria o al revés?
- 24.- ¿El proyecto es de nueva creación o se generó a partir de proyectos previos?
- 25.- A partir de este proyecto ¿se lograron generar nuevos proyectos de innovación?
- 26.- ¿Qué otros actores institucionales participaron en la realización del proyecto? y ¿en que consistió su participación?
- 27.- En caso de haber existido otros actores ¿cuáles fueron los criterios por los que se seleccionaron?
- 28.- ¿Quiénes considera que fueron los actores individuales o colectivos más relevantes en la realización de este proyecto? (justificar).
- 29.- De existir más de un participante en la realización del proyecto ¿podría describir en qué consistió la participación de cada uno de ellos?
- 30.- ¿Qué tipo de relaciones de colaboración se han generado con esta industria o sector, así como con los demás actores?
- 31.- ¿Cómo calificaría el trabajo de colaboración (amplio, moderado o limitado) entre los distintos actores que intervinieron en el proyecto? ¿Por qué? (justificar).
- 32.- ¿Se han generado nichos de oportunidad con esta industria u otros sectores, a partir de interacciones anteriores al proyecto en cuestión?
- 33.- ¿Se han generado oportunidades de aprendizaje con esta industria o sector? (explicar).
- 34.- ¿Ha existido retroalimentación por parte del cliente a partir de la cual se haya logrado hacer mejoras al proyecto de innovación?
- 35.- ¿Existió un convenio de colaboración con algún competidor? De ser así, ¿en que consistió?

Sección III: fuentes de financiamiento del proyecto de innovación

36.- Para el desarrollo de este proyecto ¿cuáles fueron las principales fuentes de financiamiento y de dónde provinieron?

37.- ¿El proyecto contó con financiamiento y/o participación internacional? (especificar).

38.- ¿Cuáles fueron las principales condicionantes para el otorgamiento de éste o estos financiamientos?

39.- ¿Cómo se distribuyeron los recursos provenientes del (los) financiamiento(s)?

Uso del financiamiento	Porcentaje
Infraestructura.	
Materiales.	
Gestión del proyecto.	
Otros (especificar):	

Sección IV: satisfacción del cliente

40 (*).- A partir de la transferencia del proyecto de innovación ¿cuáles han sido los principales beneficios obtenidos para el cliente?

41.- En caso de no haber sido transferido ¿cuáles podrían ser los beneficios potenciales que el cliente podría esperar de este proyecto?

42.- En caso de haberse generado mejoras para el proyecto de innovación orientadas a las necesidades del cliente ¿en qué han consistido estas mejoras? (en caso negativo pasar a la pregunta 44).

43.- ¿Cómo se detectó la posibilidad de mejora?

44.- ¿Han existido fallas o reclamos manifestados por el cliente? De ser así ¿cómo se han atendido y solucionado?

45.- ¿Existe un servicio post-venta? En caso afirmativo ¿cuáles son sus funciones?

Sección V: factores que influyen positiva o negativamente en el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación

46.- Desde su perspectiva, ¿cuáles cree usted que son los factores que influyen positiva o negativamente en el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación?

Sección V.I: identificación análisis de los factores

A continuación se señalan 71 factores divididos en ocho categorías, los cuales pueden promover o no el éxito de un proyecto de innovación. Con el fin de calificar la importancia de cada uno de ellos sobre el desarrollo y gestión de este proyecto, por favor indique qué tan de acuerdo o desacuerdo se encuentra con las siguientes afirmaciones que se hacen, de acuerdo a la siguiente escala.

TA	Totalmente de acuerdo.
A	De acuerdo.

I	Indeciso.
D	En desacuerdo.
TD	Totalmente en desacuerdo.
NA	No aplica

Categoría 1	TA	A	I	D	TD	NA
Proceso de Investigación y Desarrollo						
1.- El centro cuenta con una elevada capacidad científica y tecnológica, lo que permitió desarrollar el proyecto de innovación.						
2.- El grupo de trabajo tenía conocimiento de la ruta tecnológica para la realización de este proyecto.						
3.- El cliente y/o los clientes potenciales mostraron desde un inicio un fuerte interés por el desarrollo de este proyecto de innovación.						
4.- El grupo de trabajo realizó un proceso de I+D eficiente y eficaz para desarrollo del proyecto.						
5.- El proyecto es técnica y operacionalmente eficiente y confiable.						
6.- El proyecto es tecnológicamente amigable en su uso y manejo.						
7.- El proyecto tiene claras ventajas técnicas y operativas con respecto a sus principales competidores.						
8.- El grupo de trabajo promovió la protección de la propiedad intelectual a través de patentes, modelos de utilidad o marcas.						
9.- El cliente o posibles clientes prefirieron o prefieren guardar el secreto de propiedad intelectual sin el uso de patentes o modelos de utilidad.						
10.- El proyecto fue puesto en marcha porque desde un inicio su probabilidad de éxito tecnológico era alta.						
11.- El proyecto tiene un alto grado de inventiva, novedad y aplicación industrial.						

Categoría 2	TA	A	I	D	TD	NA
Planeación del proyecto						
12.- El grupo de trabajo propició la identificación y análisis de problemas de clientes o posibles clientes y los incluyó dentro de la planeación de este proyecto.						
13.- El grupo de trabajo consensó una definición clara del proyecto antes de su inicio.						
14.- El grupo de trabajo realizó una planeación del proceso de I+D eficiente y estructurada.						
15.- El grupo de trabajo definió desde un inicio, en forma clara y completa, todas las especificaciones técnicas y operacionales del proyecto.						
16.- El grupo de trabajo definió desde un inicio todos los estándares de desempeño esperados para el correcto funcionamiento del proyecto.						
17.- El personal estableció y cumplió puntualmente con un calendario de actividades.						
18.- El personal estableció y dio seguimiento a la misión del proyecto en todas las etapas de éste.						
19.- El grupo de trabajo generó y compartió una visión clara entre todos los integrantes del equipo.						

Categoría 3	TA	A	I	D	TD	NA
Redes de trabajo y colaboración						
20.- En este proyecto intervino personal con experiencia relevante, adquirida en proyectos previos del mismo tipo.						
21.- Las autoridades del centro promovieron una comunicación dinámica entre ellas y todos los miembros participantes del proyecto.						
22.- El personal que conforma el equipo que desarrolló y gestionó el proyecto (staff técnico y personal administrativo) mostró un claro compromiso e integración con la misión del proyecto.						

23.- El personal estableció redes de colaboración y trabajo con los usuarios o posibles usuarios del proyecto.						
24.- El personal empleó el trabajo y la experiencia de usuarios y proveedores de proyectos previos.						
25.- El personal estableció redes de colaboración y trabajo con los proveedores.						
26.- El centro estableció redes de colaboración y trabajo con otros actores relevantes que influyeron en forma importante para la realización de este proyecto; como ONG, universidades, otros centros y empresas.						
27.- El centro promovió la cooperación internacional y la generación de productos globales.						

Categoría 4	TA	A	I	D	TD	NA
Recursos humanos						
28.- La selección del personal influyó de manera muy positiva en el desarrollo y gestión de este proyecto.						
29.- La organización del equipo de trabajo influyó en forma muy positiva.						
30.- El gerente de gestión tecnológica y el personal administrativo se encuentran altamente calificados.						
31.- Los antecedentes tecnológicos sobre este proyecto de I+D por parte del personal administrativo eran los adecuados.						
32.- El grupo de trabajo de I+D se encuentra altamente calificado.						
33.- El personal que participó en este proyecto es evaluado en forma constante y objetiva.						
34.- El centro promovió la participación de los miembros que cuentan con una amplia permanencia en la organización y con experiencia relevante en este tipo de proyectos.						
35.- El personal que participó en este proyecto recibe capacitación constante y de calidad por parte del centro.						
36.- El centro otorga sueldos competitivos, acordes a la preparación académica y desempeño laboral del personal.						
37.- El centro promovió el otorgamiento de recompensas monetarias para estimular el desempeño laboral del personal.						
38.- El centro estimuló el otorgamiento de recompensas no monetarias para estimular el desempeño laboral del personal.						

Categoría 5	TA	A	I	D	TD	NA
Mercado						
39.- El centro conoce al mercado y a los competidores de este proyecto.						
40.- El centro entiende el mercado y su dinámica.						
41.- El proyecto tiene un mercado bien definido o es posible generar un nuevo mercado para éste.						
42.- El centro ha generado y promovido el interés público sobre este proyecto de innovación.						
43.- El centro ha llevado a cabo las actividades de mercadotecnia necesarias para la promoción y venta del proyecto.						
44.- El centro cuenta con personal competitivo para la comercialización del proyecto.						
45.- El costo del proyecto es acorde con las características y el desempeño del mismo.						
46.- El costo de venta del proyecto es altamente competitivo.						

Categoría 6	TA	A	I	D	TD	NA
Recursos financieros						
47.- El riesgo económico y los costos para el desarrollo del proyecto no resultaron excesivos para el centro.						
48.- El centro administró los recursos asignados de manera eficiente y óptima.						
49.- El centro brindó una amplia flexibilidad para el uso de los fondos presupuestales al						

grupo de trabajo.						
50.- El proyecto propiciaba las condiciones necesarias para trabajar en un esquema de riesgo compartido entre el sector público y la iniciativa privada.						
51.- El centro generó las condiciones necesarias para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo del proyecto.						
52.- El grupo de trabajo promovió el uso de métodos para la reducción de costos.						
53.- El centro generó formulas apropiadas para el financiamiento de este proyecto.						
54.- El centro tenía una estimación rigurosa de las utilidades que podría generar el proyecto.						
55.- El margen de utilidad que esperaba el centro de este proyecto estuvo acorde con sus expectativas.						

Categoría 7	TA	A	I	D	TD	NA
Organización						
56.- La cultura y el ambiente del centro favoreció el desarrollo y gestión de este proyecto de innovación.						
57.- La visión y estrategias de largo plazo para la generación de innovaciones por parte del centro, favorecieron de manera importante el desarrollo y gestión del proyecto.						
58.- El centro fue flexible y responsable ante las situaciones de cambio durante el desarrollo y gestión del proyecto.						
59.- El centro brindó todos los recursos necesarios para la realización de este proyecto.						
60.- El centro brindó un apoyo administrativo sólido y eficiente para el desarrollo y gestión del proyecto.						
61.- La dirección mostró un apoyo y compromiso decidido y constante durante todo el desarrollo y gestión del proyecto.						
62.- La mayor parte de los problemas que se prestaron durante el desarrollo y gestión del proyecto fueron solucionados con éxito.						
63.- Las autoridades del centro brindaron autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto.						
64.- El proyecto se transfirió o se ha intentado transferir hacia la industria por canales eficaces y eficientes de vinculación.						

Categoría 8	TA	A	I	D	TD	NA
Calidad						
65.- El grupo de trabajo tuvo una comprensión eficiente sobre las necesidades del cliente o posibles clientes.						
66.- El grupo de trabajo llevó a cabo acciones sistematizadas y eficientes que garantizaran la calidad del proyecto con base en los resultados obtenidos.						
67.- El personal evaluó rigurosamente todas las especificaciones técnicas y operacionales del proyecto.						
68.- El personal evaluó rigurosamente todos los estándares de desempeño establecidos para este proyecto.						
69.- El grupo de trabajo propició el monitoreo del desempeño del proyecto y promovió su retroalimentación.						
70.- Las entregas del proyecto hacia el cliente o posibles clientes fueron o pueden ser realizadas e instaladas sin ningún contratiempo.						
71.- El centro brinda un servicio y asistencia post-venta eficiente para los clientes o posibles clientes del proyecto.						

Sección V.II: selección de los factores

Con base en los factores mostrados en la sección V.I u otro(s) que usted considere relevante(s), señale en orden de importancia cinco factores (considerando el primero el de

mayor importancia y el quinto el de menor importancia) que en su opinión hayan favorecido positivamente el desarrollo de este proyecto de innovación. Por favor, justifique brevemente sus respuestas, explicando por qué cada uno de estos elementos representó un factor positivo en el desarrollo y gestión de este proyecto de innovación tecnológica.

Tabla 1
Factores positivos

No. de importancia	No. de factor en la sección V.I	Justificación
1		
2		
3		
4		
5		

Con base en los factores mostrados en la sección V.I u otro(s) que usted considere relevante(s) señale por orden de importancia cinco factores que en su opinión hayan obstaculizado el éxito de este proyecto de innovación. Adicionalmente, justifique brevemente sus respuestas explicando por qué cada uno de estos elementos representó un factor negativo en el desarrollo y gestión de este proyecto de innovación.

Tabla 2
Factores negativos

No. de importancia	No. de factor en la sección V.I	Justificación
1		
2		
3		
4		
5		

¿Existe algún comentario adicional que desee agregar?

¿Desea usted que la entrevista sea tratada confidencialmente?

Sí No

Observaciones:

ANEXO 3

Cuestionario para clientes de proyectos de innovación

Empresa o cliente: _____
Centro público de investigación y desarrollo participante: _____
Proyecto de Innovación: _____
Lugar y fecha de la entrevista: _____

Datos del entrevistado

Nombre: _____
Departamento o área de adscripción: _____
Puesto o cargo: _____
Edad: _____ Sexo: _____ Correo electrónico: _____
Teléfono: _____
Escolaridad:
a) Bachillerato o carrera técnica; b) Licenciatura; c) Maestría; d) Doctorado; e) Otro (especifique) _____

Sección I: aplicación y uso del proyecto

1.- ¿Cuál es el sector industrial en el que se inserta su empresa y a qué mercado se encuentra dirigida?
Sector industrial: _____

Mercado

a) Usuario final.	
b) Maquiladoras.	
c) Empresas de productos intermedios.	
d) Empresas de producto final.	
e) Otro (especifique):	

2.- ¿Podría mencionar, de manera general, las principales características y actividades de su empresa?
3.- El proyecto ¿fue solicitado por ustedes o éste fue ofrecido por parte del centro (especifique)?
4.- ¿El proyecto soluciona un problema nuevo en su empresa o se originó a partir de un proyecto que ustedes llevaron a cabo previamente (especifique)? En caso de existir un proyecto anterior ¿también participó el centro?
5.- ¿El proyecto que el centro transfirió a su empresa logró o no logró satisfacer todos sus requerimientos? ¿por qué?

6.- ¿Este proyecto cumplió con los requisitos técnicos que ustedes solicitaron? ¿por qué? (especifique).

7.- ¿El proyecto fue entregado y puesto en operación puntualmente, conforme a lo acordado con el centro?

8.- ¿En qué le benefició o, en caso contrario, en que le afectó la realización de este proyecto en su empresa y en el mercado? En la siguientes dos tablas, señale todas las opciones que considere pertinentes.

Beneficios

Empresa		Mercado	
a) Aumento de la productividad.		a) Aumento de ventas.	
b) Aumento de la calidad.		b) Mejor posicionamiento en el mercado con respecto a sus competidores.	
c) Disminución de costos.		c) Satisfacción del cliente.	
d) Disminución de los tiempos de producción.		d) Nuevos clientes.	
e) Otros (especifique):		e) Otros (especifique):	

Afectación

Empresa		Mercado	
a) Disminución de la productividad.		a) Disminución de ventas.	
b) Disminución de la calidad.		b) Peor posicionamiento en el mercado con respecto a sus competidores.	
c) Aumento de costos.		c) Insatisfacción del cliente.	
d) Aumento de los tiempos de producción.		d) Pérdida de clientes.	
e) Otros (especifique):		e) Otros (especifique):	

Sección II: colaboración y vinculación

9.- A continuación, por favor señale cuáles fueron las principales razones que los llevaron a vincularse con este centro:

a) Prestigio del centro.	
b) Recomendación ¿de quién?	
c) Vinculación previa con el centro (detallar):	
d) Otras ¿cuáles?:	

10.- ¿Su empresa participó en la realización de este proyecto? De ser así ¿En qué consistió su intervención?

11.- En la siguiente tabla, por favor indique quiénes considera usted que fueron las personas más relevantes en la correcta o inadecuada realización de este proyecto (explicar):

a) En el centro.	
b) En su empresa.	

c) En otro ámbito (especificar):	
----------------------------------	--

12.- En caso de haber otras organizaciones participantes en la realización de este proyecto ¿cuáles considera usted que fueron las instituciones más relevantes en la correcta o inadecuada realización de este proyecto (explicar)?

13.- ¿Cuáles fueron los principales retos que enfrentaron ustedes en la implementación de este proyecto al principio?

14.- ¿Cuáles fueron los principales obstáculos que enfrentó su empresa en la implementación de este proyecto?

15.- ¿Tuvo usted algún tipo de participación en este proyecto? De ser así ¿cuál fue ésta? y en ¿qué etapa del proyecto?

Sección III: satisfacción del cliente

16.- ¿Su empresa ha solicitado al centro algún servicio o proyecto con anterioridad o éste es su primer acercamiento con el centro?

17.- En una escala del 1 al 5 (considerando el 1 como nada satisfecho y el 5 como muy satisfecho) ¿cómo calificaría usted la atención y calidad de los proyectos y servicios ofrecidos por el centro?

1 2 3 4 5 ¿Por qué? _____

18.- En una escala del 1 al 5 ¿considera usted que las labores de promoción y vinculación de los servicios y proyectos de innovación que el centro ofrece son adecuadas?

1 2 3 4 5 ¿Por qué? _____

19.- En una escala del 1 al 5 ¿qué tan satisfecho se encuentra usted con la realización de este proyecto para su empresa?

1 2 3 4 5 ¿Por qué? _____

20.- De acuerdo a la siguiente tabla ¿Cómo calificaría la atención y trato personalizado que recibió por parte del centro?

Excelentes.	
Muy Buenos.	
Buenos.	
Regulares.	
Malos.	
Muy malos.	
Pésimos.	

21.- ¿Qué tipo de necesidades y problemas enfrentó su personal durante el desarrollo y puesta en marcha del proyecto?

a) Técnicas.	
b) Operacionales.	
c) Capacitación.	
d) otras Detallar:	

22.- En caso de haberse implementado exitosamente este proyecto en su empresa ¿ha sufrido alguna falla que le haya impedido continuar utilizándolo? En caso afirmativo, ¿cómo solucionó este problema?

23.- ¿El personal de su empresa recibió capacitación para la correcta operación de este proyecto?

Sección IV: factores que favorecen u obstaculizan el éxito de un proyecto de innovación

24.- Desde su perspectiva, ¿cómo podría definir los factores que afectan positivamente o negativamente la gestión de un proyecto de innovación?

25.- ¿Cuáles fueron los principales factores que influyeron en forma positiva en el desarrollo e implementación de este proyecto en su empresa?

26.- ¿Cuáles fueron los principales factores que influyeron en forma negativa en el desarrollo e implementación de este proyecto en su empresa?

27.- ¿Qué acciones se podrían tomar para aprovechar o afrontar esos factores que me acaba de mencionar, para fomentar el desarrollo e implementación de nuevos proyectos exitosos en su empresa?

28.- ¿Qué áreas de oportunidad o elementos ha detectado usted que podrían mejorar los servicios y proyectos que ofrece el centro?

¿Existe algún comentario adicional que desee agregar?

¿Desea usted que la entrevista sea tratada como confidencial?

Si No

Observaciones:

ANEXO 4

CIDESI

CINVESTAV-I

Factor	CASOS EXITOSOS									CASOS NO EXITOSOS				CASOS EXITOSOS				CASOS NO EXITOSOS		X _w	
	Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Persona 5	Persona 6	Persona 7	Persona 8	Persona 9	Persona 10	Persona 11	Persona 12	Persona 13	Persona 14	Persona 15	Persona 16	Persona 17	Persona 18	Persona 19		
1	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4.4	
2	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	3	2	5	5	2	5	5	4	5	4.2	
3	5	5	4	5	5	5	5	5	2	4	4	5	5	5	4	3	5	3	4	4.8	
4	3	4	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	5	4	5	5	5	3	5	4.3	
5	3	5	4	4	5	4	4	4	3	4	5	2	5	4	5	5	4	5	4	4.4	
6	3	5	4	5	5	5	4	4	4	3	5	2	4	5	5	5	5	4	5	4.7	
7	3	5	NA	5	5	5	4	4	4	4	2	4	4	4	5	4	4	5	4	4.2	
8	NA	4	NA	5	5	4	5	2	1	4	NA	2	5	4	3	1	3	4	4	3.9	
9	4	4	4	1	2	2	1	3	4	4	2	1	4	4	2	1	4	3	5	3.2	
10	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	5	2	4	4	3	5	5	4	4	4.1	
11	3	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	2	4	4	3	4	4	4	4.0	
∑	36	51	36	45	52	46	42	40	38	40	40	33	46	45	43	42	48	42	51		
Categoría 1: Proceso de I+D																					
12	4	4	4	4	3	2	5	3	2	3	4	4	2	2	2	1	5	4	4	3.4	
13	3	4	5	4	5	3	4	4	2	3	4	4	4	4	2	5	5	5	5	4.3	
14	4	5	5	4	5	3	5	4	2	3	4	4	4	4	2	3	5	4	5	4.2	
15	4	5	5	5	5	4	5	4	1	3	4	2	4	4	2	5	5	4	4	4.3	
16	4	4	5	5	5	2	4	4	1	3	4	2	4	4	3	1	5	4	3	3.9	
17	4	4	5	4	5	2	4	4	5	3	2	4	5	4	1	3	5	2	3	3.9	
18	4	4	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	5	5	1	2	3	5	4.0	
19	4	4	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4.2	
∑	31	34	39	34	38	23	36	31	21	24	31	26	29	33	25	21	34	36	32		
Categoría 2: Planeación del proyecto																					
20	4	5	4	4	4	4	4	5	2	4	2	4	2	4	3	4	5	5	4	4.1	
21	3	4	4	4	5	3	4	4	3	4	4	2	4	2	4	1	5	4	1	3.7	
22	4	5	4	4	5	3	4	4	5	4	2	4	4	2	5	5	5	4	5	4.3	
23	4	4	4	4	5	4	4	4	1	4	4	4	4	4	2	4	5	4	5	4.0	
24	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4	5	2	4	3	4.0	
25	3	4	4	4	5	1	4	4	4	2	4	4	4	2	2	5	2	3	3	3.6	
26	2	NA	NA	NA	3	2	1	1	1	1	2	1	2	2	NA	1	5	2	4	1.7	
27	1	4	NA	NA	3	2	1	1	1	2	1	2	2	NA	1	3	2	4	NA	1.7	
∑	25	30	25	21	34	23	26	24	24	22	22	28	24	16	22	33	28	32	25		
Categoría 3: Redes de trabajo y colaboración																					
28	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4.4	
29	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	5	2	4	4	5	5	4	5	4.3	
30	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	1	3	5	5	4	4	3.8	
31	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	2	3	1	2	3	5	5	4	3.6	
32	4	4	4	4	5	3	4	4	3	5	4	2	4	5	4	5	5	5	5	4.3	
33	4	4	4	4	5	3	4	4	4	3	5	2	5	5	5	5	5	5	5	4.6	
34	4	3	1	2	5	3	4	5	2	3	5	2	2	2	NA	5	5	3	5	3.1	
35	3	3	1	2	4	4	3	5	5	3	4	4	5	4	2	5	4	4	4	3.8	
36	3	3	1	4	4	1	3	5	1	2	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4.1	
37	2	3	4	2	4	1	4	5	3	1	4	2	2	4	2	1	2	4	2	2.6	
38	2	3	4	2	4	2	4	5	2	1	4	2	2	1	4	1	2	3	3	2.6	
∑	37	39	35	35	49	27	39	50	35	28	48	30	40	36	38	37	49	48	47		
Categoría 4: Recursos humanos																					
39	4	3	4	4	4	2	4	5	4	2	2	2	2	1	1	5	2	4	3	3.0	
40	3	3	3	4	4	2	4	4	4	2	4	2	2	1	1	4	2	3	2	3.1	
41	3	4	4	4	3	3	4	4	5	2	3	2	4	5	4	5	4	5	4	4.0	
42	4	3	3	4	5	1	4	1	4	2	3	2	2	1	2	1	2	3	4	2.6	
43	2	3	3	2	3	2	3	1	1	1	4	2	4	1	1	1	1	2	1	1.8	
44	4	4	3	1	3	1	4	4	3	2	4	4	1	1	2	1	2	3	2	2.7	
45	3	5	4	4	3	4	4	5	2	3	1	2	4	1	5	1	5	4	5	3.8	
46	3	5	2	4	4	4	4	5	4	2	4	2	4	3	5	1	5	3	4	3.9	
∑	26	30	26	27	29	19	31	29	27	17	25	18	23	14	21	12	29	23	28		
Categoría 5: Mercado																					
47	3	4	4	4	4	3	4	4	1	3	4	2	5	5	1	5	4	5	5	3.9	
48	3	3	4	5	4	2	4	5	4	3	4	2	5	4	5	5	5	4	4	4.2	
49	3	4	1	2	4	2	4	4	4	3	4	4	5	5	5	4	5	3	4	4.0	
50	4	3	1	4	3	4	4	4	1	3	4	4	4	5	5	1	5	4	3	3.5	
51	2	3	1	NA	3	3	4	1	1	2	4	4	4	1	1	2	3	3	2	2.2	
52	3	3	4	5	4	3	4	1	4	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4.2	
53	2	3	2	NA	4	3	4	1	1	4	3	4	4	1	1	4	3	4	4	3.1	
54	3	3	5	2	4	2	4	4	4	4	4	2	2	1	1	NA	NA	3	2	3.1	
55	3	2	4	2	4	3	4	4	1	3	3	2	2	3	1	NA	NA	3	2	2.8	
∑	26	28	26	24	34	25	36	25	21	29	34	28	35	30	29	18	31	31	32		
Categoría 6: Recursos financieros																					
56	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	1	5	2	4	3	3.8	
57	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4	1	1	5	4	2	3.7	
58	4	5	3	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	NA	4	NA	5	4	4	4.0	
59	4	5	4	4	5	2	4	4	5	5	2	4	4	NA	4	5	5	4	4	4.3	
60	4	4	4	2	4	2	4	5	5	4	4	4	3	1	5	3	4	2	4	3.9	
61	3	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	2	4	3.9	
62	4	5	4	4	5	4	4	5	2	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4.1	
63	4	4	4	4	5	5	4	5	4	3	4	4	5	5	NA	5	4	5	4	4.4	
64	4	3	2	5	NA	1	4	4	1	2	3	2	4	3	2	1	3	3	3	2.8	
∑	33	38	33	33	37	29	36	40	36	30	33	30	36	22	31	14	35	29	35		
Categoría 7: Organización																					
65	4	4	3	4	5	4	5	1	3	1	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4.2	
66	4	4	4	4	5	3	5	4	3	2	4	2	4	5	5	3	5	4	4	4.1	
67	4	4	4	4	5	5	5	1	2	1	4	2	4	5	5	5	5	4	5	4.4	
68	5	4	4	4	5	2	4	5	5	2	4	2	4	5	2	4	5	4	4	4.0	
69	4	5	4	4	5	4	5	4	4	2	3	4	4	2	5	2	4	5	5	4.1	
70	4	5	4	2	5	4	4	5	3	4	1	4	5	5							

**Gestión de proyectos de innovación
Aplicación de la técnica Delphi
1ª etapa**

Objetivos:

- Identificar los factores críticos que promueven y factores que obstaculizan el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación en un centro público de investigación y desarrollo (CPI+D).
- Describir cómo influyen los factores que promueven y los factores que obstaculizan un proyecto de innovación sobre el resultado final del proyecto, así como sus posibles interrelaciones.
- Proponer acciones que ayuden a promover los factores positivos, así como las correctivas que permitan dar solución a los factores negativos, para mejorar el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación.

Antecedentes

Se parte de los resultados provenientes de un estudio de caso que fue llevado a cabo mediante la identificación de proyectos exitosos y no exitosos en dos centros públicos de investigación y desarrollo mexicanos. Éste fue el primer acercamiento para identificar factores que favorecen u obstaculizan el éxito de proyectos de innovación en dichas instituciones. En cada centro se identificaron dos proyectos exitosos y dos no exitosos, resultando un total de ocho proyectos analizados. Para los fines de esta investigación, se define el éxito de un proyecto como aquél que logra ser transferido hacia el sector productivo.

En ambos centros se aplicó un cuestionario-entrevista, además de la observación *in situ* y la realización de algunas entrevistas a profundidad con funcionarios de los dos centros. Con el propósito de conocer la percepción sobre los beneficios o dificultades que trajo consigo la incorporación del desarrollo transferido; adicionalmente se aplicó un cuestionario a personas dentro de las organizaciones hacia las cuales se hizo la transferencia en cuestión.

Los resultados de este estudio de caso nos permitieron aproximarnos a la percepción de los entrevistados sobre la influencia de 71 factores de gestión tecnológica identificados en la literatura especializada en la materia. Dichos factores fueron agrupados en las siguientes ocho categorías: 1.- Proceso de I+D, 2.- Planeación del proyecto, 3.- Redes de trabajo y colaboración, 4.- Recursos humanos, 5.- Mercado, 6.- Recursos financieros, 7.- Organización, y 8.- Calidad.

De esta primera aproximación se obtuvieron 31 factores (véanse tablas 1 y 2) que favorecen u obstaculizan el éxito de un proyecto, además de la descripción y caracterización propia de cada caso estudiado.

El objetivo de aplicar la técnica Delphi entre un grupo de expertos persigue: a) la construcción de consensos alrededor de los factores más importantes que influyen positiva

o negativamente en el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación; b) definir la influencia e interrelación de estos factores sobre el resultado final del proyecto; y c) identificar posibles acciones para promover los factores positivos y corregir los factores negativos.

Tabla 1

No.	Factores positivos
1	La existencia de un fuerte interés inicial por el desarrollo del proyecto de innovación por parte del cliente y/o los clientes potenciales.
2	El desarrollo de proyectos tecnológicamente amigables en su uso y manejo.
3	La evaluación en forma constante y objetiva al personal participante.
4	Contar con una elevada capacidad científica y tecnológica por parte del centro, que permita desarrollar el proyecto de innovación.
5	La generación de proyectos técnica y operacionalmente eficientes y confiables.
6	Llevar a cabo una selección adecuada del personal participante en el proyecto.
7	Brindar autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto por parte de autoridades del centro.
8	La evaluación rigurosa de todas las especificaciones técnicas y operacionales.
9	La ejecución de un proceso de I+D eficaz para el desarrollo del proyecto por parte del grupo de trabajo.
10	La organización del equipo de trabajo.
11	La conformación de grupos de trabajo de I+D altamente calificados.
12	La cultura y ambiente de trabajo del centro.
13	Integración de personal con experiencia relevante, adquirida en proyectos previos del mismo tipo.
14	El otorgamiento de todos los recursos necesarios para la realización del proyecto de innovación.
15	La adecuada interpretación de las necesidades del cliente.

Tabla 2

No.	Factores negativos
1	Falta de promoción por parte del centro para fomentar la cooperación internacional y la generación de productos globales.
2	Escasez de redes de colaboración y trabajo por parte del centro con otros actores relevantes, que influyan en forma importante en la realización de proyectos; como ONG, universidades, otros centros y empresas.
3	Ausencia de las actividades de mercadotecnia necesarias para la promoción y venta del proyecto por parte del centro.
4	Falta de condiciones necesarias por parte del centro para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo de proyectos.
5	Escasas acciones para generar y promover el interés público sobre los proyectos de innovación.
6	Falta de promoción para el otorgamiento de recompensas no monetarias para estimular el desempeño laboral del personal del centro.
7	Falta de promoción para el otorgamiento de recompensas monetarias para estimular el desempeño laboral del personal del centro.

8	Ausencia de personal competitivo para la comercialización del proyecto.
9	Carencia de canales eficaces de vinculación para la transferencia de los proyectos.
10	Inapropiados márgenes de utilidad de los proyectos.
11	Falta de entendimiento del mercado y su dinámica por parte del centro.
12	Ausencia sueldos competitivos, acordes a la preparación académica y desempeño laboral del personal.
13	Antecedentes tecnológicos inadecuados por parte del personal administrativo sobre los proyectos de innovación.
14	Falta de apoyo operativo, administrativo y financiero por parte del centro.
15	Desconocimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica.
16	Ausencia de estudios de viabilidad técnica y comercial.

Instrucciones:

Con base en la información mostrada previamente, favor de responder las siguientes preguntas:

1.- De acuerdo a la información de la Tabla 1, marque con una cruz los siete factores que en su opinión, y conforme a su experiencia, considera usted que son los más importantes para favorecer el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación.

Identificación de factores positivos

	1		2		3		4		5		6		7
	8		9		10		11		12		13		14
	15												

2.- Con base en los resultados de la Tabla 2, marque con una cruz los siete factores más importantes que, en su opinión y conforme a su experiencia, considera usted que son los que más influyen en forma negativa en el desarrollo y gestión de un proyecto de innovación.

Identificación de factores negativos

	1		2		3		4		5		6		7
	8		9		10		11		12		13		14
	15		16										

3.- Con base en los factores positivos seleccionados, por favor explique ¿cómo cree usted que estos factores se interrelacionan e influyen en el resultado final del proyecto?

4.- Con base en los factores negativos seleccionados, por favor explique ¿cómo cree usted que estos factores se interrelacionan e influyen en el resultado final del proyecto?

5.- ¿Cuáles serían las tres acciones que permitirían promover los factores positivos para incidir en el resultado final de un proyecto de innovación?

No.	Acciones
1	
2	
3	

6.- ¿Cuáles serían las tres acciones correctivas que permitirían dar solución a los factores negativos para favorecer el resultado del proyecto?

No.	Acciones
1	
2	
3	

7.- Si existen algunos otros factores positivos o factores negativos que no hayan sido incluidos en las tablas 1 y 2, y que en su opinión sean relevantes para el desarrollo y gestión de un proyecto, por favor menciónelos. En este caso, por favor responda las preguntas tres a seis para estos nuevos factores.

ANEXO 6

Gestión de proyectos de innovación Aplicación de la técnica Delphi 2ª etapa

Objetivo:

- Explorar la posibilidad de construir consensos en las opiniones de los expertos sobre la importancia de los factores positivos y factores negativos seleccionados previamente, así como de sus principales interrelaciones.
- Identificar la convergencia de opiniones sobre las acciones que se consideran más importantes para promover los factores positivos, lo mismo que las correctivas que contribuyan a atenuar los factores negativos.

Resultados de la primera etapa:

Durante la aplicación de la primera etapa de este ejercicio se identificaron siete factores prioritarios positivos y siete factores negativos, como se muestra en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

No.	Principales factores positivos seleccionados
1	La existencia de un fuerte interés inicial por el desarrollo del proyecto de innovación por parte del cliente y/o los clientes potenciales.
2	Contar con una elevada capacidad científica y tecnológica por parte del centro, que permita desarrollar el proyecto de innovación.
3	Brindar autonomía en la toma de decisiones claves al personal implicado en el desarrollo y gestión del proyecto por parte de autoridades del centro.
4	La ejecución de un proceso de I+D eficaz para el desarrollo del proyecto por parte del grupo de trabajo.
5	La conformación de grupos de trabajo de I+D altamente calificados.
6	El otorgamiento de todos los recursos necesarios para la realización del proyecto de innovación.
7	La adecuada interpretación de las necesidades del cliente.

Tabla 2

No.	Principales factores negativos seleccionados
1	Falta de condiciones necesarias por parte del centro para incentivar la inversión de capital de riesgo para el desarrollo de proyectos.
2	Escasas acciones para generar y promover el interés público sobre los proyectos de innovación.
3	Carencia de canales eficaces de vinculación para la transferencia de los proyectos.
4	Falta de entendimiento del mercado y su dinámica por parte del centro.
5	Falta de apoyo operativo, administrativo y financiero por parte del centro.
6	Desconocimiento de los mecanismos de transferencia tecnológica.
7	Ausencia de estudios de viabilidad técnica y comercial.

La otra parte del ejercicio consistió en definir la influencia e interrelación de estos factores sobre el resultado final de un proyecto, e identificar las posibles acciones para promover los factores positivos y corregir los factores negativos. En el primer caso, los resultados se resumen en las tablas 3 y 4.

Tabla 3

No.	Interrelación e influencia de los factores positivos
1	El éxito de un proyecto se ve favorecido por la adecuada interpretación de las necesidades del cliente, la organización estructurada del trabajo de I+D, recursos humanos altamente calificados (cantidad y calidad), evaluación constante del personal, seguimiento de la implantación del plan de trabajo y mediante la toma de decisiones de forma oportuna.
2	Los recursos humanos altamente calificados y la infraestructura de los centros públicos de investigación y desarrollo (CPI+D), brindan la capacidad para responder adecuadamente a las demandas de los clientes.
3	Personal con capacidades científicas y técnicas sólidas, metodologías de trabajo probadas, y el control en la ejecución del proyecto, permiten entender los requerimientos del cliente para traducirlos en especificaciones técnicas concretas y correctas, y favorecer así, la probabilidad de éxito del proyecto.
4	Resulta necesario que el empresario esté dispuesto a desarrollar y aplicar el proyecto, por lo que es importante que el centro público de investigación y desarrollo (CPI+D) cuente con personal competente, que interprete adecuadamente las necesidades del cliente para lograr generar valor agregado a los productos o servicios de la empresa. En este sentido, la autonomía en el trabajo y la aplicación del rigor científico y tecnológico en los proyectos contribuyen a generar un ambiente laboral propicio, el logro de los objetivos propuestos y una cultura más innovadora.
5	La identificación de necesidades en conjunto con usuarios potenciales, ayuda a identificar áreas de oportunidad para el desarrollo de nuevos proyectos. Además, cuando los problemas son identificados correctamente, atendidos por equipos bien organizados, con autoridad delegada, acceso oportuno a los recursos y evaluación constante para llevar a cabo las acciones correctivas necesarias, se eleva la posibilidad de éxito del proyecto.

Tabla 4

No.	Interrelación e influencia de los factores negativos
1	El fracaso de un proyecto de innovación es propiciado debido a la falta de capacitación sobre promoción del potencial tecnológico del centro y sobre transferencia de tecnología, falta de entendimiento de las necesidades del mercado, inexistencia de un área de mercadotecnia y de estudios de mercado y planes de negocios bien estructurados.
2	La falta de experiencia en comercialización de alta tecnología debilita la posibilidad de vincularse con el sector productivo. Además, el marco normativo de los CPI+D no fomenta las actividades de vinculación por parte de los investigadores.
3	La falta de personal capacitado para llevar a cabo acciones de promoción, mercadotecnia, transferencia y licenciamiento de tecnología, inhibe la generación de nuevos proyectos. Adicionalmente, el grupo de I+D debe contar con el apoyo completo e incondicional por parte del centro durante la contratación y la ejecución del proyecto para reducir la probabilidad de fracaso.
4	Falta de una cultura de I+D al interior de las empresas, escaso interés en la promoción de proyectos, desconocimiento del mercado y de la viabilidad de los proyectos de innovación; así como la falta de conocimiento sobre los mecanismos y canales de transferencia conducen al fracaso del proyecto.
5	El desarrollo de proyectos sin la participación del cliente, falta de estudios apropiados para

	identificar áreas de oportunidad y la inadecuada identificación de las fortalezas de los centros, son acciones que dificultan la vinculación de proyectos con los usuarios finales; generando incluso patentes sobre las cuales no se tiene una idea muy clara sobre su potencial de aplicación.
6	Los problemas en CyT se acentúan debido a la falta de vinculación, escasez de redes de trabajo e intercambio del conocimiento, falta de apoyos, subsidios y créditos para las empresas.

Las propuestas para promover los factores positivos y dar solución a los factores negativos se muestran en las tablas 5 y 6.

Tabla 5

No.	Propuestas para promover los factores positivos
1	Integrar personal técnicamente capaz y ampliamente comprometido con la institución.
2	Establecer mecanismos de supervisión y control (probados) para el desarrollo y gestión de proyectos.
3	Aprovechar la experiencia y resultados innovadores del proceso de investigación de los CPI+D.
4	Invertir en maquinaria y herramientas de trabajo de vanguardia, que le permita al personal del centro ser altamente competitivo.
5	Establecer una planeación realista y detallada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Además de llevar a cabo un monitoreo permanente para detectar desviaciones de forma oportuna y tomar decisiones adecuadas.
6	Desarrollar sistemas de información que permitan anticiparse a problemas y generar alternativas de solución.
7	Seleccionar personal que cuente con las capacidades técnicas y habilidades para ser líder de proyecto.
8	Establecer adecuadamente el objetivo del proyecto y contar con un líder capaz para llevar a cabo su realización.
9	Definir políticas de evaluación para proyectos de innovación.
10	Definir proyectos prioritarios nacionales por consenso.
11	Desarrollar por parte de los CPI+D una visión a mediano plazo con un enfoque que eleve la confianza entre el centro y el usuario final.
12	Establecer programas de capacitación permanente para el personal de los CPI+D.
13	Establecer una comunicación adecuada entre especialistas (investigadores y tecnólogos) y clientes, que les permita interpretar las necesidades tecnológicas correctamente.
14	Identificar y definir de forma correcta las áreas de competencia del centro y de sus colaboradores.
15	Integración de una red nacional de CPI+D dedicada a atender vocaciones regionales y sectores de servicios, con una agresiva orientación a vincularse internacionalmente.

Tabla 6

No.	Propuestas para corregir los factores negativos
1	Contar con asistencia jurídica para la redacción de contratos.
2	Reducir los niveles de burocracia (mayor apoyo operativo), por ejemplo: apoyo y reducción de tiempo en la firma de contratos, aceleración para la contratación de personal temporal, brindar apoyo financiero en caso necesario, etc.
3	Incrementar acciones de vinculación y difusión de las actividades y capacidades tecnológicas y de investigación de los CPI+D.
4	Desarrollar lineamientos y políticas sobre propiedad industrial y derechos de autor para la protección de los trabajos desarrollados en los CPI+D.
5	Desarrollar lineamientos y estrategias para los procesos de transferencia tecnológica.
6	Crear y desarrollar estrategias de contratación de personal que se encuentre involucrado en actividades de vinculación.
7	Establecer un marco normativo que propicie la vinculación de los CPI+D con el sector productivo, y la conversión de conocimiento científico en tecnologías transferibles.
8	Desarrollar capacidades en investigadores y tecnólogos, en las áreas de administración de proyectos y mercadotecnia.
9	Reconocer los logros de comercialización de tecnología por parte de los investigadores.
10	Conocer y estudiar el mercado, para identificar espacios de oportunidad conforme a las distintas áreas de especialización de cada centro y de sus áreas de influencia.
11	Establecer mecanismos adecuados para incentivar la cultura de I+D en las empresas.
12	Llevar a cabo estudios de viabilidad técnica para el desarrollo de nuevos proyectos, por parte de personas externas acreditadas en su área de especialidad.
13	Brindar al personal estímulos económicos derivados de proyectos exitosos.
14	Reforzar las habilidades y capacidades de negociación del personal, y generar proyectos integrados en una Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT).
15	Identificación y atracción de financiamiento, para estimular la transferencia tecnológica y la vinculación de los CPI+D con las empresas.
16	Aumento en la asignación de recursos federales para los CPI+D.
17	Difundir casos de éxito por parte de los usuarios finales.
18	Capacitar al personal en metodologías que permitan la identificación de clientes potenciales.

Instrucciones:

Con base en la información mostrada previamente, y con la finalidad de construir consensos alrededor de los puntos anteriores, por favor responda las siguientes preguntas:

1.- De acuerdo con la información de la Tabla 3, señale con una cruz las tres aseveraciones más importantes sobre la interrelación de los factores positivos en el desarrollo y gestión de proyectos de innovación.

Interrelación e influencia de los factores positivos

	1		2		3		4		5
--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

2.- Conforme a los puntos que seleccionó en la pregunta uno, por favor comente si está de acuerdo con estas aseveraciones. ¿Agregaría o quitaría algo? ¿por qué? (si necesita más espacio para su respuesta, por favor no dude en extenderse más).

3.- De acuerdo con la información de la Tabla 4, señale con una cruz las tres aseveraciones más importantes sobre la interrelación e influencia de los factores negativos sobre el desarrollo y gestión de proyectos de innovación.

Interrelación e influencia de los factores negativos

	1		2		3		4		5		6
--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---

4.- Conforme a los puntos que seleccionó en la pregunta anterior, por favor comente si está de acuerdo con estas aseveraciones. ¿Agregaría o quitaría algo? ¿por qué? (si necesita más espacio para su respuesta, por favor no dude en extenderse más).

5.- De acuerdo con la información de la Tabla 5, señale con una cruz las siete propuestas más importantes para promover los factores positivos.

Propuestas para promover los factores positivos

	1		2		3		4		5		6		7
	8		9		10		11		12		13		14
	15												

6.- Conforme a las propuestas para promover los factores positivos que usted seleccionó en la pregunta cinco, por favor comente si está de acuerdo con éstas. ¿Agregaría o quitaría

algo?, ¿por qué? (si necesita más espacio para su respuesta, por favor no dude en extenderse más).

7.- Con base en los resultados de la Tabla 6, señale con una cruz las siete propuestas más importantes para corregir los factores negativos.

Propuestas para corregir los factores negativos

	1		2		3		4		5		6		7
	8		9		10		11		12		13		14
	15		16		17		18						

8.- De acuerdo a las propuestas para corregir los factores negativos seleccionados en la pregunta siete, por favor comente si está de acuerdo con éstas. ¿Agregaría o quitaría algo? ¿por qué? (si necesita más espacio para su respuesta, por favor no dude en extenderse más).

9.- Si existen algún otro comentario que desee agregar, por favor hágalo en este espacio.
