



**Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Doctorado en Administración**

**La Estructura Organizacional en Centros de  
Investigación, Desarrollo e Innovación;  
una Aproximación a  
la Experiencia Internacional**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

**Doctor en Administración**

Presenta

Felipe Alejandro Rubio Castillo

Santiago de Querétaro, julio de 2009.



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Contaduría y Administración  
Doctorado Interinstitucional en Administración

**La Estructura Organizacional en Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación, una Aproximación a la Experiencia Internacional.**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Doctor de Administración

**Presenta:**

Felipe Alejandro Rubio Castillo

**Dirigido por:**

Dr. Enrique Cabrero Mendoza

**SINODALES**

Dr. Enrique Cabrero Mendoza  
Presidente

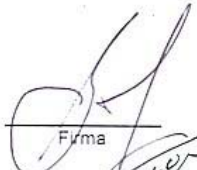
Dr. Guillermo Cabrera López  
Secretario

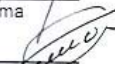
Dr. Fernando Barragán Naranjo  
Vocal

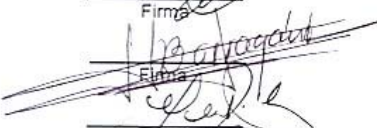
Dra. Graciela Lara Gómez  
Suplente


Dr. José Santos Zavala  
Suplente


C.P.C. Héctor Fernando Valencia Pérez.  
Director de la Facultad de Contaduría  
y Administración.

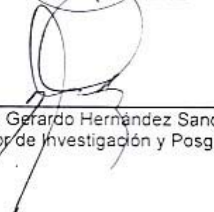
  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Firma

  
Firma

Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval.  
Director de Investigación y Posgrado

# ÍNDICE

Índice.....	IV
Índice de figuras .....	VIII
Índice de cuadros.....	VIII
Índice de graficas.....	IX
Resumen.....	X
<b>Capítulo I Introducción</b>	
I.1 Antecedentes .....	1
I.2 Importancia del tema.....	3
I.3 Planteamiento del problema.....	5
I.4 Justificación.....	7
I.5 Estrategia metodológica.....	10
I.6 Resumen.....	17
<b>Capítulo II Los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico en México. Evolución histórica y perspectiva del sistema CONACYT</b>	
II.1 Antecedentes constitutivos.....	19
II.2 Los Centros Públicos de Investigación.....	21
II.3 Normatividad de los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico .	23
II.4 Operación de los Centros de Investigación, Desarrollo e Innovación .....	25
II.5 Resumen.....	29
<b>Capítulo III Marco Teórico</b>	
III.1 Los Centros de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación como organizaciones .....	31
III.1.1 Concepto de organización.....	31
III.1.2 Estructura de las organizaciones .....	34
III.2 Elementos de la operación de las organizaciones .....	38
III.3 Factores que influyen en la operación de las organizaciones .....	47
III.3.1 El contexto .....	47
III.3.2 La cultura .....	48
III.3.3 El poder.....	49
III.3.4 El liderazgo .....	50
III.3.5 La cooperación.....	52
III.3.6 Toma de decisiones .....	52

III.3.7. Las rutinas..... 53

III.4 Estructuras formales de organización ..... 53

III.4.1 Estructura funcional..... 54

III.4.2 Estructura matricial..... 54

III.4.3 Estructura por producto ..... 56

III.4.4 Estructura por proyecto ..... 58

III.4.5 Estructura por proceso ..... 61

III.4.6 Estructura mixta ..... 61

III.5 Evaluación de la organización de los CI+D+I con base a su  
productividad ..... 62

III.5.1 Los centros como organizaciones ..... 62

III.5.2 Modelos de evaluación de la productividad de CI+D+I ..... 64

III.5.3 Experiencia internacional de evaluación de la productividad  
de CI+D+I..... 67

III.5.4 El modelo del Sistema de Centros CONACYT ..... 71

III.5.5 Productividad, versión generalizable del concepto..... 73

III.6 El cambio en las organizaciones ..... 75

III.6.1 Concepto de cambio ..... 76

III.6.2 Factores que detonan el cambio organizacional ..... 77

III.6.3 El cambio de estructura organizacional en CI+D+I ..... 78

III.7 Resumen..... 79

**Capítulo IV Metodología**

IV.1 El Problema central de la presente investigación: La estructura funcional  
en CI+D+I..... 82

IV.1.1 Antecedentes y condición actual de la estructura funcional..... 82

IV.1.1.1 La estructura en organizaciones de sectores tradicionales ..... 82

IV.1.1.2 Historia..... 83

IV.1.1.3 Aplicabilidad para la estructura funcional..... 85

IV.1.1.4 Debilidades y problemas de la estructura funcional..... 86

IV.2 La falta de compatibilidad de la estructura funcional con la naturaleza de  
los CI+D+I y su necesidad de innovación ..... 88

IV.3 El problema para la presente investigación: la situación organizacional  
actual de los CI+D+I y las opciones de solución ..... 92

IV.3.1	Pregunta de investigación.....	93
IV.3.3	Relevancia, pertinencia y factibilidad .....	94
IV.3.2	Proposiciones de la investigación .....	97
IV.4	Desarrollo de la estrategia metodológica .....	98
IV.5	Validez, confiabilidad y objetividad .....	102
IV.5.1	Validez .....	103
IV.5.2	Confiabilidad .....	104
IV.5.3	Objetividad .....	104
IV.6	Variables e indicadores.....	104
IV.7	Encuesta internacional.....	108
IV.7.1	Cuestionario.....	108
IV.7.2	Muestra .....	110
IV.8	Entrevistas de profundidad .....	112
IV.9	Estudios de caso.....	112
IV.10	Modelo de integración.....	113
IV.11	Resumen .....	115

## Capítulo V Resultados y discusión

V.1	Análisis de la información de los cuestionarios.....	118
V.2	Análisis de las entrevistas de profundidad .....	142
V.2.1	Antecedentes .....	142
V.2.2	Políticas institucionales .....	146
V.2.3	Procedimientos .....	152
V.2.4	Formación del personal .....	160
V.2.5	Integración de grupos .....	165
V.2.6	Estructuras organizacionales .....	166
V.2.7	Gestión científico-tecnológica .....	173
V.3	Análisis de los estudios de caso .....	179
V. 3.1	Robotiker .....	179
V.3.2	CIATEJ .....	200

V.4 Resumen .....	228
<b>Capitulo VI Conclusiones</b>	
VI.1 Resumen general.....	230
VI.2 Importancia de los centros de investigación, desarrollo e innovación...	231
VI.3 Impacto y productividad en los CI+D+I .....	232
VI.4 Indicadores en ciencia y tecnología .....	235
VI.5 Problemática de la estructura funcional .....	236
VI.6 Aplicabilidad de la estructura funcional.....	238
VI.7 Cambio de estructura organizacional, una experiencia internacional ...	239
VI.8 Resultados logrados, o por lograr, en el corto plazo por cambio organizacional .....	241
VI.9 Consideraciones finales.....	244
VI.10 Conclusiones .....	250
Rerefencias Bibliograficas.....	257
Abreviaturas.....	261
<b>Anexo I Autores referidos.....</b>	<b>263</b>
<b>Anexo II Organigramas de CI+D+I.....</b>	<b>265</b>
<b>Anexo III Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología.....</b>	<b>268</b>
<b>Anexo IV Carta de presentación del cuestionario .....</b>	<b>269</b>
<b>Anexo V Cuestionario en inglés.....</b>	<b>270</b>
<b>Anexo VI Principales autores de referencia .....</b>	<b>276</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Diagrama Conceptual de la Operación de un CI+D+I.....	26
Figura III.2 Factores de la Productividad en un CI+D+I.....	74
Figura IV.3 Estructura Orientada a Funciones.....	89
Figura IV.4 Metáfora de los Silos.....	90
Figura IV.5 Mezcla entre Formas de Organización.....	91
Figura IV.6 Estructura Organizacional sin Cambios.....	100
Figura IV.7 Estructura Organizacional que Planea Cambios.....	100
Figura IV.8 Estructura Organizacional que Realizó Cambios.....	101
Figura IV.9 Estructura Organizacional con Cambios Múltiples Adaptativos....	101
Figura IV.10 Medición de Variables o Conceptos.....	102
Figura IV.11 Proceso de Cambio Organizacional.....	106
Figura IV.12 Campo Metodológico.....	114
Figura V.13 Logotipo CIATEJ.....	212

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1 Métodos de Evaluación.....	67
Cuadro III.2 Resumen de Categorías y Subcategorías de Métricas Utilizadas en IDE, Ciencia y Tecnología e Innovación.....	69
Cuadro III.3 Ejemplos de Indicadores.....	70
Cuadro III.4 Resumen Indicadores en los Centros Conacyt.....	72
Cuadro IV.5 Reactivos del Cuestionario.....	109
Cuadro IV.6 Cuestionarios enviados y Recibidos por País.....	110
Cuadro V.7 Resumen de Resultados de Cambio Organizacional.....	133
Cuadro V.8 Contingencia de Fundación por Cambio Organizacional.....	133
Cuadro V.9 Contingencia de Fundación Décadas por Cambio Organizacional.....	134
Cuadro V.10 Contingencia de Fundación Dicotomizada por Cambio Organizacional.....	134

Cuadro IV.11 Contingencia de Cambio Organizacional vs Orientación del Centro.....	135
Cuadro V.12 Resumen de Resultados de Reactivos 3.5, 3.6, 5.1 y 5.2.....	138
Cuadro V.13 Resumen de Resultados Reactivo 4.1.....	139
Cuadro V.14 Distribución de la Variable Región.....	139
Cuadro V.15 Referencias por País de Entrevistas.....	145
Cuadro V.16 Evolución de la Estructura Organizativa de ROBOTIKER.....	194
Cuadro V.17 Ingresos anuales de ROBOTIKER.....	198
Cuadro V.18 Elementos de la organización sistémica en CIATEJ .....	214
Cuadro V.19 Estrategias y acciones en CIATEJ.....	215
Cuadro V.20 Ingresos anuales de CIATEJ .....	219
Cuadro V.21 Evolución de la Estructura Organizativa de CIATEJ.....	224
Cuadro V.22 Cuadro comparativo ROBOTIKER-CIATEJ.....	227
Cuadro V.23 Recursos Canalizados por la Industria a Ciencia y Desarrollo por Investigador por País.....	234

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráficas V.1-V. 16 Información Estadística.....	121
Gráfica V.17 Gráficas de Respuestas a Indicadores de Resultados.....	136
Gráfica V.18 Fortalecimiento de la Organización Sistémica en CIATEJ.....	220



## RESUMEN

El conocimiento es actualmente el factor fundamental para el desarrollo y competitividad de los países, y por tanto del bienestar social. El conocimiento se genera principalmente en los centros de investigación, desarrollo e innovación, (CI+D+I), tanto de universidades como independientes. La inversión en Ciencia y Tecnología en México está muy por debajo de la que realizan países desarrollados e inclusive países con economías similares; el largo período de economía cerrada de México, entre otros factores, favoreció la cultura de importación de equipamiento y tecnología. Los CI+D+I mexicanos y otros países operan en su inmensa mayoría con una estructura *funcional* como si fuesen organizaciones de producción repetitiva, cuando por naturaleza no lo son, desempeñan tareas originales, únicas, diferentes entre sí. El proceso de generación-aplicación del conocimiento en la vida real se ha vuelto mucho más complejo, demanda respuestas más rápidas, la conformación de grupos de investigación más grandes, multidisciplinarios, y con frecuencia de corte internacional. Considerando que en principio hay en México la capacidad intelectual, factor determinante en los CI+D+I, y que la estructura organizacional con que operan, no corresponde a su esencia, se plantea la necesidad de generar conocimiento sobre formas de organización exitosa a nivel internacional, dimensionada en base a la productividad de los centros, indicador comparable globalmente. En el presente trabajo se estudia la relación de la estructura organizacional, (EO), de centros representativos a nivel nacional e internacional, respecto a su productividad, ya que constituye un indicador claro de la pertinencia de las diferentes formas de estructura. Las organizaciones que han realizado cambios estructurales, en general han adoptado formas de organizaciones mixtas, funcional en la administración y para las áreas técnicas con otros modelos organizacionales. Un alto grado de flexibilidad en la operación y condiciones para trabajar multidisciplinariamente se percibe como necesidad generalizada.

(PALABRAS CLAVE: Centros de investigación, desarrollo e innovación, estructura organizacional, cambio, productividad)



# ABSTRACT

Today, knowledge is a key factor for the country development and competitiveness, and in consequence for the social welfare. Knowledge is generated mainly in the research and development institutions, R&D, both in universities and in the independent ones. Investment in R&D in México is far beyond the international standards, not only related to developed countries, but compared with countries with similar economies. The long period of closed economy of México, among other factors, build up an importation of equipment and knowledge culture. Most of the Mexican R&D institutions work with a functional structure, as if they were continuous production lines, while their output is original, creative, unique and different among them. Nowadays generation and application of knowledge has become more complicated, requires quicker responses with larger groups, multidisciplinary and even internationally integrated teams. Considering that in México there is high intellectual capacity, key factor in the R&D institutions and that the organizational structure with which they work doesn't match their nature, there is a need of knowledge generation related with the success organizational forms at international level, configured in the institution's productivity indicator which is internationally comparable. The present work deals with the study of the relation between the organizational structure, OS, of representative institutions, both nationals and internationals, related with its productivity, as it constitutes a clear indicator of the different and pertinent shapes of structure. Organizations with renewed OS have taken mix ones; functional for administration, and some others for the technical areas. A high degree of flexibility and multidisciplinary approach to work seems to be a generalized demand.

(KEY WORDS: Research, development innovation centers, organizational structure, change, productivity).



# DEDICATORIAS

*En memoria de mis Padres, Carlos y Adela;*

*En memoria de mis hermanos, Maria de los Ángeles y Carlos;*

*A mis nietos: Alexander, Daniel, y Paula:  
alegría de hoy, y esperanza del mañana.*



# AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Enrique Cabrero Mendoza, Director del trabajo de investigación por su guía, paciencia y ánimo.

A mis maestros, por su compromiso pedagógico y entrega a la UAQ.

A mis compañeros de generación, por su compañerismo, apertura y aliento.

A mis sinodales, el Dr. Guillermo Cabrera, el Dr. Fernando Barragán, la Dra. Graciela Lara Gómez, y el Dr. José Santos Zavala.

Al Ing. Juan Carlos Rodríguez Estévez y al Dr. Gabriel Siade Barquet por su invaluable apoyo para integrar los estudios de caso.

A quienes aportaron su valiosa experiencia en el cuestionario o me otorgaron parte de su valioso tiempo en entrevista.

A quienes compartieron conmigo el deseo ferviente de hacer de México un mejor país y me enriquecieron con su apoyo, orientación, o revisión del manuscrito: a la Dra. Cristina Loyo Varela, al Dr. Luis Gerardo Hernández Sandoval, al Dr. José María García Garduño, a la M.D.H. Martha Lucía Salazar Mendoza; a la Dra. Graciela González Farías; a la Dra. Martha Leal González, al M.I.A. Juan Manuel Gutierrez Méndez, a la Dra. Ana Díaz Aldret, a la Maestra Jimena Hernández Fernández, al Lic. Alfredo Pérez Guarneros editor del manuscrito,

A Claudia Almanza León, incansable compañera de trabajo,

A mis compañeros: M. A. Rosalba Hernández Rivera; M. I. Imelda Santos Mora, M. A. Leopoldo López Sánchez, Lic. José Morales Sosa, por su valiosa colaboración.

A todos aquellos que directa o indirectamente contribuyeron a que el proyecto llegase a ser una realidad.

*Mi profunda gratitud.*

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### I.1 ANTECEDENTES

Los centros de investigación, desarrollo e innovación (CI+D+I), en México y en muchos otros países fueron constituidos y operan hasta la fecha con un modelo de organización que no responde a los criterios de creatividad e innovación inherentes a su naturaleza.

La falta de un modelo explícito de estructura organizacional, científicamente fundamentado para mejorar las relaciones interpersonales de investigadores y tecnólogos, así como la productividad a nivel institucional, constituyen el motivador fundamental del presente trabajo de investigación orientado al estudio de conceptos relacionales de la actividad institucional que permitan formular, a partir de experiencia internacional, las bases de conocimiento para proponer una concepción pertinente de organización acorde a la importancia que tiene la ciencia y la tecnología en el contexto actual de la economía del conocimiento, como un fundamento sólido para la construcción de condiciones favorables para el desarrollo socioeconómico de la población.

La ciencia y la tecnología, ahora más que nunca, son herramientas indispensables para la construcción de sociedades modernas e incluyentes (CEPAL, 2004). El fortalecimiento de la investigación científica y la innovación tecnológica son tareas imprescindibles para apoyar el desarrollo y para competir en entornos cada vez más dominados por el conocimiento y la información.

La globalización de la economía conlleva en aumento el nivel de competitividad e inclusive condiciona la permanencia en el mercado de ramos industriales, empresas y en última instancia, el nivel de bienestar de las naciones en función del conocimiento que sean capaces de generar, de la forma en que lo aplican, y la velocidad con que lo hagan.



En este contexto, el mercado global depende cada vez más del desarrollo tecnológico y la innovación. La revolución tecnológica actual está modificando la base material de la sociedad, produciendo una economía basada en el conocimiento. La producción, gestión del conocimiento y el uso de las nuevas tecnologías, son factores clave para la competitividad tanto del conjunto de los oferentes como el de los demandantes.

La competitividad es un conjunto de factores interrelacionados que explican la capacidad que un país tiene, como conjunto, para producir los bienes y servicios que cumplan con estándares de calidad internacional y que se produzcan en forma eficiente y sustentable para de esta manera, lograr mejores niveles de productividad y de ingreso en un esquema de distribución socialmente deseable y aceptado.

La vorágine en que se generan, estabilizan y desaparecen satisfactores provenientes de todas partes del mundo, apoyados por tecnologías de información, ha separado a pasos agigantados a los países que avanzan de los que se atrasan, estableciendo brechas en todos sentidos, cada vez más profundas y difíciles de salvar.

México, después de un largo periodo de economía cerrada, se abrió al comercio global con múltiples tratados de libre comercio, teniendo una planta productiva en su mayoría tecnológicamente atrasada, entre otras limitaciones.

La diferencia económica y de bienestar social entre países guarda una clara proporción con la inversión que han hecho y hacen en ciencia y tecnología. México lamentablemente, al abrir su economía, no invirtió adecuadamente en ciencia y tecnología. En este contexto puede apreciarse, por ejemplo, que los primeros centros de investigación surgen relativamente tarde, teniendo los primeros, apenas 35 años de antigüedad a iniciativa del sector público y con recursos del mismo origen; mientras que en países como Estados Unidos, Alemania y Japón, entre otros, fueron creados principalmente por la iniciativa privada mucho antes.

## I.2 IMPORTANCIA DEL TEMA

El marco global de la economía ha puesto a México en una condición de atraso significativo, la que a pesar de haber tenido avances respecto a su propio desempeño, la posición del país reportada en los índices internacionales sobre competitividad respecto a otros países con los que tiene relaciones comerciales, y en no pocos casos, de los que depende una parte importante de la proveeduría de sus insumos, se deteriora año con año.

El aspecto delicado de esta situación es que la pérdida de competitividad muestra una tendencia negativa acelerada que retroalimenta a toda la cadena productiva, agravando la actividad del país a nivel micro y macroeconómico.

La diferencia entre los países guarda una clara proporción a la inversión que han hecho y hacen en ciencia y tecnología, México lamentablemente, al abrir su economía no invirtió adecuadamente en ciencia y tecnología y su nivel de competitividad ha bajado hasta llegar al nivel 47 de 55 países, según análisis del World Competitiveness Center, en el reporte de 2007, y bajó nuevamente al lugar 50 en el reporte de 2008 (IMD, 2008).

Para revertir la pérdida de posicionamiento, es necesario reenfocar la estrategia nacional hacia el desarrollo de factores que soporten la competitividad, por un lado, desde la perspectiva del gobierno como promotor de las condiciones macroeconómicas del país y, desde la empresarial, que esos factores en mejor condición favorezcan una operación exitosa, tanto en el marco nacional, como en el internacional.

Resolver la pérdida de competitividad del país, problema, extremadamente delicado. México requiere mayor inversión en ciencia, tecnología e innovación, para tal propósito, mejorar la productividad de los centros de investigación, desarrollo e innovación (CI+D+I), es un elemento de la mayor importancia en el proceso de incorporar a nivel país condiciones para revertir la tendencia negativa que la faltante de competitividad ha mostrado en los últimos años.

La generación de ciencia, tecnología e innovación depende de manera natural de la capacidad instalada en los centros de investigación, desarrollo e innovación (CI+D+I), o en su defecto depender de la proveeduría extranjera de aquéllas, co-

mo ha sucedido hasta la fecha; esta última opción es cada vez más compleja, más cara y pone a las empresas en una posición vulnerable por la dependencia de tecnología exterior; a diferencia de la fortaleza que permite generar tecnología propia y controlar su aplicación y evolución a través de plataformas de conocimiento sobre las cuales se construyan cada vez mejores estadios de competitividad.

Considerando que la ciencia y la tecnología, generadas en centros de investigación tanto públicos como de la iniciativa privada, así como por los incorporados a instituciones de educación superior, son un factor determinante para el progreso de las naciones, y que su contribución a la competitividad de las empresas es estratégica para el país, resulta indispensable incrementar la eficiencia y eficacia de los actores de aquéllos para detonar un ciclo virtuoso que permita incrementar significativamente la inversión en ciencia y tecnología, y se cumpla cabalmente en la actualidad la razón de ser de los centros.

La calidad de los científicos y tecnólogos mexicanos es tan buena como la de los extranjeros; de manera individual investigadores y tecnólogos ostentan, en la inmensa mayoría de los casos, los más altos niveles académicos, pero de manera grupal tienen deficiencias que limitan productividad institucional. Adicionalmente a las condiciones de mercado marcadamente diferenciadas, factores organizacionales con profundas raíces en el *modus operandi* del Sistema Mexicano de Ciencia y Tecnología, limitan su productividad y posibilidades de convertir a la ciencia y tecnología mexicana en el detonante, tan necesario del progreso nacional, ante la inminente desaparición de los modelos económicos tradicionales.

Los proyectos de impacto para la sociedad se desarrollan por grupos altamente especializados, y con no poca frecuencia, de carácter multidisciplinario, interinstitucional, e inclusive internacional. La falta de una cultura arraigada para conformar este tipo de grupos, así como los sistemas de incentivos, de evaluación, esquemas de financiamiento, entre otros, inhibe la inversión mexicana en el tema, principalmente proveniente del sector productivo, catalizador del conocimiento que debiera traducirse en satisfactores locales de las necesidades de la sociedad.

Lo apremiante de elevar el nivel de la inversión pública y particularmente de la privada para la consolidación de la ciencia, la tecnología y la innovación como de-

tonantes imprescindibles del progreso social y económico del país se desprende con toda claridad del diagnóstico que el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2008-2012) hace de la situación comparativa de la posición de México en el concierto internacional, como se verá en el capítulo II.

### **I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad en México y en muchos otros países los CI+D+I operan bajo estructuras que tienen su origen en una dinámica que no responde a los criterios de creatividad e innovación inherentes a su naturaleza. La falta de un modelo explícito de estructura organizacional, para mejorar las relaciones interpersonales de investigadores y tecnólogos, y la productividad a nivel institucional, constituye uno de los elementos fundamentales, además de referente de otras facetas de la actividad institucional, por lo que requiere especial atención.

En los CI+D+I, con estructura funcional, la operación se basa en especialidades temáticas claramente definidas con procesos independientes, integrados al interior de aquéllas, que generalmente sólo se comunican entre sí a través de una superestructura jerárquica, que es operada adecuadamente para el modelo de investigación individual o para grupos muy pequeños. Como en la mayoría de las organizaciones de este tipo, los centros están estructurados verticalmente con líneas de autoridad que ligan las diferentes funciones que las integran.

La estructura de tipo funcional con que cuentan los centros se deriva, en mayor o menor grado, de la prevaleciente en organizaciones con productos o servicios estandarizados, de corte repetitivo, modelo cultural predominante en el sector manufacturero.

El problema sobre el cual se desarrolla la presente investigación es que la estructura funcional no es adecuada para instituciones que como los CI+D+I realizan una actividad creativa, única y diferenciada: la generación y aplicación de conocimiento original. La organización por funciones no es adecuada tampoco en casos de empresas de manufactura con productos de ciclos de vida muy cortos, cuando

tienen una amplia gama de productos, servicios, o clientes que requieren innovación frecuente.

La falta de una estructura organizacional adecuada para los CI+D+I cuando el crecimiento y la complejidad de su operación son del nivel de investigaciones unipersonales o de grupos muy reducidos, a proyectos que demandan grupos mayores, multidisciplinarios, e interinstitucionales, cuyo un impacto negativo incide en el desempeño de los grupos participantes.

Ocasionalmente, las condiciones de ciertos proyectos inducen en los centros funcionales una operación asimilada a proyectos, pero estos casos se encuentran limitados debido a las barreras existentes entre las funciones jerárquicas de los diferentes grupos que conforman una institución, además de la falta de formalidad organizacional, de tal manera que no tienen consistencia a lo largo del tiempo, ni la flexibilidad que su naturaleza requiere, limitando así el potencial inherente a la capacidad de los investigadores y tecnólogos que participan en la realización de tales proyectos.

El problema a resolver en el presente trabajo consistió en dimensionar el impacto que formas alternas de estructura organizacional tienen en los centros, determinar si en se presentan variaciones en la productividad sensibles, medibles como consecuencia de dicha adopción.

El proyecto de investigación tiene como fundamento central el conocimiento representativo a nivel internacional de las contribuciones positivas o negativas a la productividad de los centros relacionadas principalmente con la estructura organizacional. A lo largo de esta investigación, se buscó establecer si un cambio en la estructura organizacional, por decisión expresa o inducido por la evolución de la actividad de la institución, generó impacto de consideración en la productividad del centro y, en su caso, cuáles fueron las circunstancias que indujeron el cambio y sus consecuencias.

En general, a lo largo del trabajo se busca identificar cuál es la estructura organizacional que ha dado los mejores resultados en la operación de los centros de investigación, no a través de una simple comparación de resultados o registro de hechos, sino a través de un análisis de los diferentes cambios experimentados, de

manera que se establezcan las bases teóricas de la relación entre la forma en que se organiza una institución de investigación y desarrollo y su productividad como elemento para el rediseño institucional, a partir de las condiciones específicas de un centro; reconocer las condiciones que propician la adopción de cierto modelo, las que la inhiben, y en su caso, las consecuencias de ambas.

El presente trabajo propone aportar elementos para establecer una línea de investigación sobre el tema, que permita identificar las partes integrantes, circunstancias y criterios que den cuerpo a una teoría sobre la organización en los centros de investigación, profundizando en casos y condiciones específicos de los procesos asociados a su organización, no sólo en el ámbito interno, sino en su relación con sus usuarios, proveedores, aliados e inclusive con organizaciones de otros centros.

Adicionalmente al aspecto académico de la investigación, y a la política de corte macroeconómico de mejora de la productividad de los CI+D+I, la necesidad de supervivencia es uno de los principales factores que detonan el cambio organizacional. Sin embargo, hace falta dar un marco teórico que sustente el proceso de toma de decisiones sobre el particular y genere el conocimiento que soporte las decisiones de los centros, especialmente en condiciones de cambios radicales en el ambiente, en las que las organizaciones deben reaccionar mediante un proceso de adaptación. Esta adaptación debe estar orientada a la necesidad de innovación tecnológica de soporte, de una estructura más flexible para interactuar en mercados globales y competitivos, de nuevos criterios de calidad o bien, una mezcla de todas ellas. Las organizaciones que no sean capaces de adaptarse tienden a desaparecer.

## **I.4 JUSTIFICACIÓN**

La pérdida de competitividad de México, refleja el deterioro de la calidad de vida de la población, por ello es importante tener en cuenta que en la actualidad la competitividad de los países se sustenta en lo que se ha dado por denominar la economía del conocimiento, la cual recae en la capacidad de innovación y en ge-

neral para el proceso de toma de decisiones. Para ubicar la dimensión de la problemática que vive el país, el Programa Especial de Ciencia y Tecnología, PECYT 2008-2012, señala en su capítulo 1:

A pesar de los esfuerzos realizados, México no ha podido colocar a la CTI<sup>1</sup> en correspondencia con la dimensión de su economía. En el reporte 2006 del Foro Económico Mundial, que considera a 125 países, el indicador de Educación Superior y Capacitación ubica al país en el lugar 71; el de Disponibilidad Tecnológica en el lugar 56; y el de Innovación en el lugar 58 (PECYT 2008-2012.).

Para que los centros contribuyan a la competitividad del país necesitan fortalecerse cuantitativa y cualitativamente. A partir de que los centros sean más productivos, es decir, que generen más con los mismos recursos o consuman menos para producir lo mismo, se canalizarán más recursos para su operación, así como contar con disponibilidad financiera para la creación de nuevas instituciones. Una mayor inversión en ciencia y tecnología implicará la posibilidad de brindar mayor apoyo a las empresas para fortalecer su competitividad, y en esta condición se mejorará en el grado de bienestar social de la población, en un alcance proporcional al esfuerzo que en este sentido deberán hacer tanto el gobierno como la iniciativa privada.

La magnitud de las necesidades de la industria clarifica la existencia de más centros en el país, que sean más y mejores, tanto en lo que se refiere a la pertinencia, como a la oportunidad de los productos y servicios científico-tecnológicos que generan. Sin embargo, es necesario que los tomadores de decisiones sobre el tema, particularmente sobre el financiamiento de ciencia y tecnología, tanto en el sector público como en la iniciativa privada, se decidan por una inversión significativamente mayor a la actual en los centros existentes, y para que esto suceda, necesitan estar en condición de constatar la rentabilidad social en el caso de la inversión gubernamental y, la comercial en el de las empresas; en ambos casos con

---

<sup>1</sup> Ciencia, Tecnología e Innovación.

una evaluación objetiva del impacto del conocimiento que hayan recibido de los centros.

Quienes deciden sobre los montos a invertir en ciencia, tecnología e innovación y la orientación de éstas, son altamente sensibles al nivel de productividad de los centros y esperan que la relación insumo-producto esté en condiciones similares, y aún mejores a las que existen en el medio internacional. Esta condición, implícita o explícita, según el caso, pero real, obliga a que los centros revisen a su interior el propio nivel de competitividad, de forma tal, que ésta se convierta en una práctica cotidiana en la vida institucional de las organizaciones y se difunda a los usuarios del conocimiento.

El análisis unitario, considerando los nacionales como la base con los *Principales Indicadores en Ciencia y Tecnología* que publicó la OECD (2008), da luz sobre situaciones importantes en el campo de la ciencia y la tecnología: es importante ver la relación que los indicadores para México guardan con relación a los de Estados Unidos y los de Canadá, por ser socios comerciales en los términos del Tratado de Libre Comercio; también es importante ver la evolución que han tenido los de países que en 1970 contaban con un PIB prácticamente igual al de México, entre otros, Corea y España.

Por cada dólar que invierte México en ciencia y tecnología, Estados Unidos invierte 58.1, y Canadá 4.0; Corea 6.1 dólares más que México y España 2.6. El país que está reportado en la lista con una inversión total inmediatamente inferior a la de México es Turquía que invierte 80 centavos por cada dólar que invierte México.

Un aspecto que llama la atención es que por cada dólar de inversión gubernamental mexicana en ciencia y tecnología, Estados Unidos invierte 37.6 dólares. En el caso del gasto que realiza la industria, por cada dólar que invierte la de México en Estados Unidos se invierten 81.1.

Por otro lado, vale la pena resaltar que por cada investigador que hay en México, en Estados Unidos hay 28.7; en Corea 4.1 y en Canadá 2.6, condición de una disparidad muy grave, difícil de remontar ni en el mediano plazo.



Otra diferencia sensible que resulta del análisis de los indicadores es el gasto que la *industria hace por investigador*, en el caso de Estados Unidos 2.8 veces más que en México en Corea 2.4 veces y en Canadá 1.6; este solo dato muestra la relación que tienen los investigadores de los centros de esos países con la industria, independientemente del número total de investigadores y consecuentemente de la inversión asignada (OECD, 2008).

En el caso de la inversión que realizan los *gobiernos por investigador*, prácticamente no hay diferencia entre los países considerados: en el caso de Estados Unidos hay 30% arriba del nivel de México y en el de Corea 30% abajo. Este último dato señala que la inversión que hace el gobierno mexicano en fomento de la ciencia y tecnología a nivel de investigador está a nivel de los países de referencia, y que el país necesita un mayor acercamiento entre la industria y los centros de investigación para que se canalicen nacionalmente los recursos que el desarrollo de la ciencia y tecnología requieren para alcanzar el nivel de competitividad-país que el entorno macroeconómico demanda actualmente.

Los indicadores sobre ciencia y tecnología que publicó en 2008 la OECD ponen de manifiesto la enorme brecha que México habrá que cubrir en el plazo más corto posible para recuperar una posición adecuada en el concierto internacional; sin embargo, ello no significa que se deban o inclusive se puedan copiar modelos de los centros de otros países, sino marca la necesidad de generar conocimiento sobre experiencias exitosas e integrar una base teórica que dé soporte a una faceta sensible en la operación de las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico del país.

## **I.5 ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

El desarrollo del presente trabajo se basa en un análisis detallado del marco teórico que sustenta al concepto de organización, destaca que los centros de investigación y desarrollo esencialmente son organizaciones intensivas en personal de alto nivel académico.

Desde el punto de vista metodológico, el empleo de los indicadores que publicó la OECD (2008), sobre los *Principales indicadores en ciencia y tecnología* han resultado de particular utilidad, porque permiten medir el desempeño que institucionalmente tienen los centros de investigación en los países que se reportan desde diferentes puntos de vista: en primer término la importancia que cada país le da al tema de la investigación y el desarrollo, lo que es un ponderador para orientar los demás análisis, eventualmente podría correlacionarse con el ingreso *per cápita* de la población de estos países destacando la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico de los países, tema fuera del alcance del presente trabajo; los indicadores del reporte también ilustran la relación que hay entre el origen de los recursos con que operan las instituciones y el número de personas que laboran en el sector, esto en términos llanos habla de la productividad, aun cuando para ciertos rubros, como los recursos presupuestales directos de gobierno, pueden no constituir, en el corto plazo, un referente de la productividad, como seguramente lo son los recursos que obtienen vía financiamiento del sector industrial, en cuanto representan la alineación de la actividad temática de los centros con las necesidades de la industria, la calidad de la investigación y en general la de los productos y servicios científico-tecnológicos que los centros realizan para las empresas.

El ingreso considerado a nivel *per cápita* compensa con creces la distorsión que el tamaño de las diferentes economías pudiera arrojar sobre el aglomerado de los centros de un país. La perspectiva global supera con creces la falta de especificidad que un dato a nivel país implica, sobre todo cuando se dimensiona el enorme trabajo y esfuerzo que requiere el recabar la información sólo del país, desde luego la visión global solamente una organización del tamaño de la OECD puede aportar.

La Teoría de la Organización (TO) y de la Administración constituyen el marco de referencia para el análisis del proceso de cambio organizacional, en cuanto son una herramienta para identificar las contribuciones que en un momento dado los centros que salieron de un estructura asimilada a la funcional, han tenido con otras

formas de organización, y permiten identificar elementos del contexto, que dan un complemento de valor al conocimiento que se derive del análisis.

Para contextualizar el análisis de la organización, en el marco teórico se presenta un apartado sobre los centros de investigación, particularmente sobre el modelo de los centros del Sistema CONACYT que constituyen una forma representativa de los centros en México por la variedad temática que abordan, su dispersión en el país, 27 centros con 43 subsedes; su vinculación con la industria, el nivel de participación en el SNI, etc. Se muestra un esquema genérico que es representativo principalmente de los centros de investigación aplicada y desarrollo tecnológico que tienen una contribución más directa a la actividad económica-industrial, y que sólo aplica parcialmente a los centros de investigación social y humanidades, porque estos últimos con frecuencia trabajan proyectos unipersonales que no coinciden con el punto de vista focalizado en el presente trabajo.

También incluye un apartado sobre la productividad en cuanto constituye la variable dependiente a estudiar en función de las modificaciones de la estructura organizacional. Así pues, para determinar la pertinencia de un modelo alternativo de estructura al funcional se propone a lo largo del presente trabajo de investigación conocer la relación que existe entre diversas estructuras organizacionales y la productividad que, por la adopción de una nueva estructura en la institución, se haya modificado y resulte medible.

Desde el marco teórico que soporta la investigación, se ha considerado, en primer término, definir los centros de investigación y desarrollo industrial como organizaciones, la forma en que se estructuran, operan e interactúan de manera general; en segundo lugar, se analizan las referencias sobre el cambio en la organización para identificar los factores que lo detonan y, finalmente, se recopilan algunos referentes para la evaluación de las organizaciones en los centros, identificando las variables de interés y resultados relevantes.

Se presenta un apartado con una síntesis de esquemas de evaluación en diversas instituciones, así como un anexo con el modelo de evaluación que en la actualidad, 2009, se ha implantado en los centros públicos de investigación sectorizados en CONACYT que en conjunto dan luz sobre la amplitud de opciones de

evaluación y la imposibilidad práctica de encontrar a nivel internacional un referente común; por lo complejo del conjunto de indicadores, la falta de uniformidad inducida por su diversidad, la forma en que se interpretan los conceptos, la frecuencia y los métodos para recuperar los datos, hacen inviable su adopción a nivel de conjunto.

El modelo ideal para la evaluación de la gestión de instituciones dedicadas a la investigación y al desarrollo debe tener una relación estrecha con el impacto que resulta de la generación y aplicación de conocimiento en la sociedad. La evaluación del impacto está condicionada, no sólo a factores internos del centro, sino de una manera significativa a las condiciones del receptor del proyecto y también del entorno micro y macro que rodea al receptor, que en el de la iniciativa privada se puede hablar de los proveedores, competidores, productos sustitutos, entre otros.

La medición estricta del impacto de la ciencia y la tecnología, proyecto por proyecto, es un tema sumamente complejo y de suyo constituiría una investigación tanto o más complicada que ésta, motivo por el cual no resulta aplicable. Sin desconocer, en forma alguna, la importancia de evaluación del impacto se plantearon de manera concreta las condiciones en las que la evaluación se realiza actualmente en los centros, y a partir de la enorme diversidad de criterios que existen, no sólo a nivel internacional, sino inclusive a nivel nacional, resulta apremiante simplificar la forma de medir el impacto de la estructura organizacional en la productividad como concepto genérico para estudiarlo como una variable relativamente más simple de medir.

Considerando que la investigación tiene una orientación de corte internacional, fue necesario que las variables bajo estudio pudieran obtenerse en los centros de cualquier parte del mundo. La variable dependiente es precisamente la productividad *per cápita*, considerada como un indicador indirecto del impacto, en tanto representa la adecuada orientación de la actividad de un centro a las necesidades de la sociedad, o al menos de un segmento ya que los productos de la investigación poseen la calidad adecuada y cumplen con las expectativas del usuario al punto que está en disposición de financiar el trabajo realizado.

No se pretende establecer que la productividad *per cápita*, relativa a la investigación bajo contrato, sea la única forma de medir la productividad ni posiblemente la óptima, como se señala en el apartado sobre su evaluación, pero sin lugar a dudas su análisis es factible y resulta representativa de la realidad institucional. Se adopta como medida de orden práctico que al mismo tiempo que garantiza la posibilidad de obtenerla, es comparable en un alto grado de confiabilidad entre los centros estudiados. El análisis se hizo sin descuidar otros elementos que influyen en la toma de decisiones para el cambio de organización, ni los que se modifican de manera simultánea con un cambio de estructura organizacional.

Los centros se agrupan en dos grandes grupos para efecto de la presente investigación: los que operan con una estructura funcional, y los que no. En el caso de los que poseen una estructura funcional formalmente definida o que operan apegados al modelo, no interesa conocer los motivos por los que siguen operando con ese modelo, y en el caso de los que tienen esa estructura, pero planean cambiarla, interesó saber en qué condiciones y cuándo lo harían. De los centros que cambiaron su estructura se analizaron las circunstancias que motivaron el cambio y los resultados que obtuvieron.

La investigación sobre el cambio organizacional y el diseño e implantación de nuevas estructuras organizacionales en centros de investigación y desarrollo tecnológico que sustenta el presente trabajo, se desarrolla en un enfoque multimodal de tres fases: una de corte cuantitativo y dos de cualitativo, como se detalla más adelante en el capítulo IV.

El enfoque multimodal o mixto ofrece varias ventajas, entre otras, se facilita la comprensión del fenómeno organizacional de los centros en virtud de que permite rescatar desde diferentes perspectivas la misma problemática, aportando a la vez el sustento de análisis de la variable dependiente, mecanismos de triangulación, así como la posibilidad de formular teorías contrarias que soporten la validez de las conclusiones.

La cobertura internacional de la investigación y la definición del objetivo demandaron el inicio del trabajo de campo con la formulación y aplicación del cues-

tionario que sirvió de base al conjunto de herramientas para orientar la fase cualitativa del proyecto.

El cuestionario se diseñó con una fase común, destinada a todos los centros en la que se recabó información de tipo genérico sobre temas como su origen, naturaleza de su actividad, tamaño, etc., y tres respuestas que dependían de la condición de cada centro respecto a su estructura organizacional: centros que aún no han tenido cambio en ella, los que los planean, y los que ya los realizaron.

En las tres respuestas se buscó determinar las causas y/o condiciones de la situación particular, los elementos que sustentaron, en su caso, la decisión de mantener una estructura determinada o de implantar uno o varios cambios. A partir de esa información correlacionar las consecuencias derivadas de tales acciones para sentar las bases de una teoría sobre la relación de la estructura organizacional y la operación de los CI+D+I, la cual se ve reflejada en la productividad, lo que a su vez permite abordar una línea de investigación que cubra otras facetas de repercusión relativas a la combinación de ambas variables con otros aspectos relevantes de la vida institucional.

El cuestionario se envió a 168 centros de investigación de los cuales se recibieron 31 respuestas provenientes de 14 países. La información recibida, de carácter estadístico-descriptivo, permitió verificar en qué medida los factores asociados a un cambio de estructura organizacional contribuyen en mayor o menor medida a cierto grado de productividad, considerada como indicador del nivel de respuesta a las necesidades de los usuarios de los productos y servicios científico-tecnológicos que los centros proveen, y por tanto, del grado en que generan recursos derivados de investigación por medio de contratos relacionados con la dimensión de la plantilla de personal con que cuenta la institución.

En la fase cuantitativa, la información aportó herramientas para conocer e interpretar el fenómeno del cambio organizacional identificando las E.O. que operan en las diferentes instituciones, y en particular los casos en que han adoptado o fueron diseñadas con estructuras de organización de modelos no funcionales.

Desde el enfoque cualitativo se incorpora la información obtenida de entrevistas directas a profundidad, así como de dos estudios de caso a instituciones de

investigación y desarrollo, una nacional y otra europea, lo cual corresponde a la primera de las fases que aportó elementos valiosos, originales y, en algunas condiciones, únicos por ser instituciones *sui géneris*, además de que las estrategias que han implementado, o no para cambiar la estructura organizacional, así como su percepción sobre los resultados obtenidos.

Se buscó establecer las relaciones prioritarias entre los factores que indujeron o inhibieron un cambio y los resultados obtenidos a partir de su instrumentación; desde este punto de vista, la forma cómo se interpretó y asumió el cambio dentro de las estructuras de organización, partiendo de las respuestas de los entrevistados y reconociendo en ello las interpretaciones directas a su propia vivencia del proceso.

Así, las entrevistas a directivos, funcionarios, investigadores permitieron captar las experiencias personales que aportaron las bases de una teoría que, por un lado, contribuya a la solución del problema de adopción de una estructura funcional en los centros y, en segundo lugar, un aporte valioso para proponer bases teóricas de diseño acorde a nuestras necesidades para una estructura propia para dichos centros de investigación.

Para concluir el trabajo de campo, se realizaron dos estudios de caso con un enfoque analítico de contraste, tanto por su ubicación geográfica, como por las condiciones de mercado y de gobernanza.

Dichos estudios mostraron la evolución histórica de variables críticas y las circunstancias que prevalecieron en el momento de la toma de decisiones, concernientes a los ajustes de la estructura organizacional y su repercusión en la operación institucional. Se ha buscó un análisis de contraste, por medio de un ejercicio de triangulación, a fin de fortalecer las conclusiones del trabajo de investigación.

La naturaleza compleja y cambiante de los proyectos que se llevan a cabo en los centros induce a cambios temporales en las formas de trabajo y que con el tiempo se vuelven permanentes. Las organizaciones que han realizado cambios estructurales han adoptado formas de organizaciones mixtas en las que permanece un modelo funcional para las áreas administrativas, y se combinan en las áreas técnicas con otros modelos organizacionales. Un elemento común a las tres eta-

pas metodológicas que engloban el enfoque multimodal del presente trabajo, es la necesidad de un alto grado de flexibilidad en la operación y el establecimiento de condiciones para trabajar multidisciplinariamente.

## I.6 RESUMEN

La mayoría de los centros de investigación, desarrollo e innovación en México y en otros países fueron constituidos y operan hasta la fecha con estructura funcional en especialidades temáticas independientes lo que puede ser adecuado para investigación individual o para grupos muy pequeños, pero no responde a los criterios de creatividad e innovación inherentes a la naturaleza de centros consolidados.

El problema sobre el cual se desarrolla la presente investigación, partiendo de la falta de adecuación de la estructura funcional para instituciones dedicadas a la generación y aplicación de conocimiento original, consiste en dimensionar el impacto en la productividad de centros de investigación y desarrollo derivado de la adopción de formas alternas de estructura organizacional.

Se investigaron los resultados en la operación de centros, a nivel internacional, por la adopción de diferentes tipos de estructura organizacional; las condiciones generales en que se han dado los cambios y las que los inhiben. La perspectiva internacional no significa que se deban o inclusive se puedan copiar modelos de los centros de otros países, sino marca la necesidad de generar conocimiento sobre experiencias exitosas.

Un panorama histórico de referencia sobre la conformación de centros de investigación en México se presenta en *el capítulo II*, de donde se desprende su conformación reciente, cuando se compara con instituciones similares, de Europa, por ejemplo.

En capítulo III se define a los centros de investigación y desarrollo como organizaciones, la forma en que se estructuran, operan e interactúan; en segundo lugar se analizan las referencias sobre el cambio en la organización para identifi-



car los factores que lo detonan, y finalmente, se recopilan algunos referentes para su evaluación.

El trabajo de investigación se ha desarrollado con enfoque multimodal de tres componentes: uno de corte cuantitativo y dos cualitativos; *el capítulo IV* trata sobre cada uno de ellos: el cuantitativo, de corte estadístico descriptivo con base en instituciones nacionales e internacionales; el primer cualitativo incorpora información obtenida de entrevistas directas a profundidad, también con una perspectiva internacional; y el segundo cualitativo, conformado con dos estudios de caso a instituciones de investigación y desarrollo, una nacional y otra europea.

*En el capítulo V* se analiza el resultado de cada uno de los componentes del modelo: el reporte estadístico descriptivo del cuestionario, un reporte sintético de los temas abordados con mayor profundidad por los ejecutivos entrevistados y el estudio de caso de CIATEJ, centro del Sistema Conacyt y de ROBOTIKER, centro que forma parte del Grupo TECNALIA en España que cierra el acopio de información de la investigación.

Finalmente, en *el capítulo VI* se presentan las conclusiones y proposiciones del trabajo, teniendo como elemento central la importancia que reviste el que las autoridades de los centros de investigación revisen su estructura organizacional y la adecuen a las actuales circunstancias de la propia institución y las que prevalecen en el concierto internacional.

## CAPÍTULO II

# LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MÉXICO. EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y PERSPECTIVA DEL SISTEMA CONACYT

### II.1 ANTECEDENTES CONSTITUTIVOS

Para ilustrar el alcance del fenómeno que representan los centros de investigación y desarrollo industrial es indispensable situar históricamente los momentos y elementos más importantes que los originaron en México en su perspectiva. Se describen las líneas generales más significativas y relevantes para el caso.

En el sexenio del presidente Lázaro Cárdenas, en 1935, se crea el Consejo Nacional de Educación y de la Investigación Científica como órgano de consulta del gobierno y cuyo objetivo era investigar sobre las necesidades en educación e investigación. En 1942 se crea la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica y en 1950, nace el Instituto Nacional de Investigación Científica. En 1951 se lleva a cabo el primer Congreso Científico Mexicano, que permite evaluar la investigación científica nacional. Veintiún años después, el 19 de diciembre de 1971, por decreto presidencial se crea CONACYT, cabeza de sector de los centros públicos de investigación, que en un primer momento dependería directamente de la presidencia de la República; en 1979 pasa a formar parte de la Secretaría de Programación y Presupuesto, y en 1992 se reubica a la Secretaría de Educación Pública, para finalmente en 2002 integrarlo de nueva cuenta a la presidencia de la República (Cabrero, Valadés y López 2006).

Las primeras políticas en materia de ciencia y tecnología tuvieron que ver con la expedición de la *Ley de Propiedad Industrial*, orientada a proteger la propiedad intelectual en México.

En 1961 se aprueba la *Ley General de Normas y de Pesas y Medidas*. En 1970 se debate en la Cámara de Diputados la emisión de una ley para el fomento de ciencia y tecnología. En materia de ciencia y tecnología se emiten dos leyes: una es la *Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico*, publica-

da en el *Diario Oficial de la Federación* de 21 de enero de 1985, que organiza el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, crea la Comisión para la Planeación del Desarrollo Tecnológico y Científico, otorga facultades a la Secretaría de Programación y Presupuesto para establecer y conducir la política de ciencia y tecnología, fija las bases para el funcionamiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, funda el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico y establece las facultades de CONACYT.

El 21 de mayo de 1999, se publica la *Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica*, que sienta las bases de las acciones gubernamentales federales para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica. Esta ley estableció los instrumentos y mecanismos de política científica y tecnológica, marcó las reglas sobre el financiamiento público, privado, nacional e internacional, estímulos e incentivos fiscales y las facilidades en materia administrativa y de comercio exterior. En materia de estímulos fiscales, la del Impuesto sobre la Renta establecía la deducción de las aportaciones que se destinaban a fondos para la investigación y desarrollo.

La *Ley Orgánica del CONACYT* se publicó en el *Diario Oficial de la Federación*, de 5 de junio de 2002, y le da carácter de organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica, operativa y administrativa. Sus objetivos son: asesorar al ejecutivo federal en materia de ciencia y tecnología; constituir el órgano especializado para articular las políticas públicas del gobierno federal, y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país.

Su objeto es constituirse en la entidad asesora especializada del ejecutivo federal para articular las políticas públicas del gobierno federal, y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica en todo el país, a través de los órganos regulados en la *Ley de Ciencia y Tecnología (LCyT)*, su ley orgánica y estatuto.

La *LCyT*, establece las instancias y mecanismos de coordinación con los gobiernos de las entidades federativas para la generación y formulación de políticas de promoción, difusión, desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología, así co-

mo para la formación de profesionales en la materia, a través del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que se integra por políticas, normas, programas y principios, y los órganos encargados de su operación.

Uno de los órganos encargados de la operación del sistema es la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación, el cual vincula los esfuerzos públicos, sociales y privados en ciencia y tecnología; de ahí que puedan adscribirse de manera voluntaria grupos y centros de investigación públicos, sociales y privados, independientes o pertenecientes a las instituciones de educación superior.

## II.2 LOS CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN

En el capítulo IX de la *Ley de Ciencia y Tecnología* se considera a los centros públicos de investigación como entidades paraestatales que de acuerdo con su decreto de creación, tienen por objeto realizar actividades de investigación científica y tecnológica, y las que se dediquen a esas actividades reconocidas por resolución conjunta de los titulares de CONACYT y de la dependencia coordinadora de sector al que corresponda, con la opinión de la SHCP.

En el artículo 48 de la misma ley establece que según su instrumento de creación:

... los Centros Públicos de Investigación gozarán de autonomía, decisión técnica, operativa y administrativa en los términos de la ley, sin perjuicio de las relaciones de coordinación sectorial que a cada Centro le corresponda y regirán sus relaciones con las dependencias de la administración pública y con CONACYT conforme a los convenios de desempeño que se celebren.

Los Centros públicos de investigación orientados a la modernización, innovación y desarrollo tecnológico, promoverán la conformación de asociaciones, alianzas, consorcios o nuevas empresas privadas de base tecnológica, en las cuales se procurará la incorporación de investigadores formados en los propios Centros (artículo 51, *LCyT*).

Los centros se registrarán por la *LCyT* y por sus instrumentos de creación (art. 53, *LCyT*), sin perjuicio de aplicar la *Ley de Entidades Paraestatales*, siempre que sea para fortalecer su autonomía técnica, operativa y administrativa. La anterior disposición, reviste una enorme complejidad práctica debido a las formas jurídicas que tienen actualmente las 27 entidades paraestatales reconocidas como centros públicos de investigación y que incluyen 14 asociaciones civiles, siete organismos públicos descentralizados, tres sociedades civiles, dos fideicomisos públicos y una sociedad anónima de capital variable. En otras palabras, la *autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa* que la ley les otorga resulta muy difícil de llevar a la práctica, especialmente cuando supone conflictos potenciales con otras disposiciones legales y administrativas aplicables. Es más complejo si se consideran las implicaciones presupuestales y administrativas derivadas de la sectorización de los centros en el CONACYT.

Los centros de investigación cuentan con un órgano superior denominado “órgano de gobierno”, cuya composición es variable de centro a centro, salvo la participación de las secretarías globalizadoras de Hacienda y Crédito Público, de la Función Pública, y de CONACYT, como cabeza de sector. Su ámbito de competencia comprende, entre otras, las siguientes atribuciones y responsabilidades:

- Aprobar y evaluar los programas, agenda o proyectos académicos y de investigación.
- Decidir el uso y destino de recursos autogeneradores, ya sea dentro del presupuesto de la entidad o canalizando éstos al fondo de investigación.
- Autorizar en lo general el programa y los criterios para la celebración de convenios y contratos de prestación de servicios de investigación o prestación de servicios técnicos, así como aprobar las asociaciones estratégicas y los proyectos, convenios o contratos que tengan la finalidad de establecer empresas de base tecnológica con o sin la aportación del centro en su capital social.
- Establecer el sistema de profesionalización de los investigadores con criterios de estabilidad y carrera en la investigación.

- Determinar las reglas y los porcentajes conforme a los cuales los investigadores podrán participar en los ingresos a que se refiere la fracción IV, del artículo 56 de la *LCyT*, así como, por un periodo determinado, en las regalías que resulten de aplicar o explotar derechos de propiedad intelectual.

## **II.3 NORMATIVIDAD DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Como muestra del alcance que tiene un CI+D+I a continuación se transcribe el artículo 1º del decreto emitido por la presidencia de la República el 11 de octubre de 2006, en el que se señalan el objeto del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, CIDESI, y las funciones principales a desarrollar para el propósito:

Artículo 1º El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, es un organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, con autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa.

El Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, tiene su domicilio en la ciudad de Querétaro, Querétaro, sin perjuicio de que la Junta de Gobierno pueda autorizar el establecimiento de unidades, subsedes y representaciones del Centro en otros lugares de la República Mexicana y del extranjero y tiene por objeto promover, apoyar y realizar actividades de investigación científica básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la formación especializada de capital humano en los campos de la metalmecánica y disciplinas afines, así como la de difundir los resultados de sus investigaciones.

En cumplimiento de dicho objeto, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial podrá realizar las funciones siguientes:

- I. Desarrollar e impulsar investigación científica básica y aplicada, así como desarrollo tecnológico en el campo de la metalmecánica y disciplinas afines, elaborar los estudios socioeconómicos que las fundamenten y contribuir a la solución de problemas nacionales, regionales y locales de nuestro país;
- II. Contribuir con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología a que se refiere la *Ley de Ciencia y Tecnología* para asociar el trabajo científico y la formación de

recursos humanos de alto nivel al desarrollo del conocimiento y a la atención de las necesidades de la sociedad mexicana;

- III. Formular, ejecutar e impartir enseñanza superior en programas para estudios de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado, así como cursos de actualización y especialización de personal profesional en los campos de su especialidad;
- IV. Otorgar diplomas y expedir constancias, certificados de estudio, grados y títulos relacionados con las actividades materia de su objeto, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;
- V. Difundir los avances en las disciplinas materia de su especialidad, así como publicar los resultados de investigaciones y trabajos que realice;
- VI. Prestar servicios de asesoría, actuar como órgano de consulta y realizar estudios en las materias de su especialidad, cuando se lo soliciten el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y dependencias o entidades de la administración pública federal, estatal o municipal, o instituciones sociales o privadas, de conformidad con las políticas que fije el Centro y apruebe la Junta de Gobierno;
- VII. Fomentar el trabajo en redes, nacionales e internacionales, tanto para la ejecución de proyectos de investigación, aplicación del conocimiento o formación de capital humano, así como para el desempeño institucional;
- VIII. Constituir, modificar o extinguir con el carácter de fideicomitente, los fondos de investigación científica y desarrollo tecnológico, de conformidad con las reglas de operación que apruebe la Junta de Gobierno, así como los ordenamientos aplicables, en los términos y condiciones que señala la Ley de Ciencia y Tecnología; dichos fondos deberán registrarse ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público;
- IX. Promover y realizar reuniones y eventos de intercambio tanto nacionales como internacionales con instituciones afines;
- X. Otorgar becas y créditos educativos para participar en proyectos de investigación y demás actividades académicas;
- XI. Otorgar reconocimientos, distinciones y estímulos a través de las disposiciones reglamentarias que para el efecto apruebe la Junta de Gobierno, contando con la validación jurídica que, en su caso, realice la Coordinadora Sectorial;
- XII. Vincularse con las organizaciones públicas y privadas de su entorno, de tal manera que los resultados de las investigaciones respondan de manera efi-

ciente a las demandas de la sociedad y promover el establecimiento de centros de investigación con otros sectores;

- XIII. Colaborar con las autoridades competentes en actividades de promoción de la metrología, el establecimiento de normas de calidad y la certificación en apego a la *Ley Federal sobre Metrología y Normalización*, y
- XIV. Prestar los demás servicios y realizar las funciones necesarias para el cumplimiento de su objeto conforme a este decreto y otras disposiciones jurídicas aplicables

Decreto que señala el objeto del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, CIDESI y sus funciones, *Diario Oficial de la Federación* de 11 de Octubre de 2006.

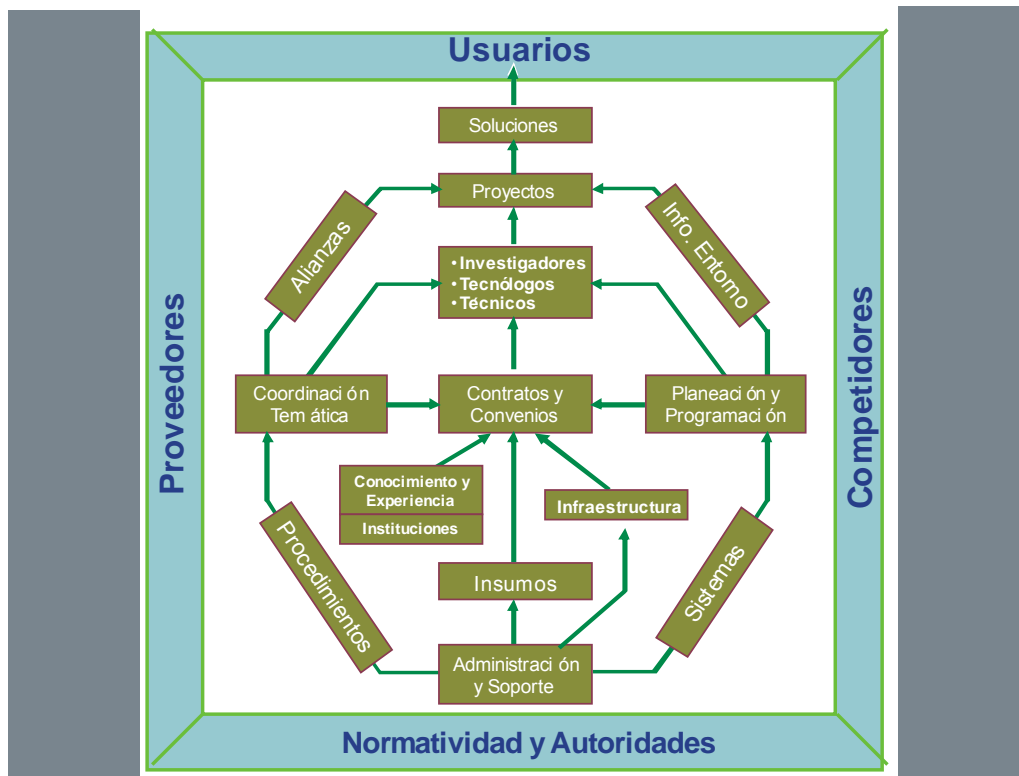
## **II.4 OPERACIÓN DE LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN**

Desde el punto de vista de los procesos que comprende la vida institucional, se muestra la actividad de un centro de investigación y desarrollo típico, así como las relaciones entre actores, procesos e insumos (V. figura II.1).

La razón de ser de los centros de investigación es el proveer soluciones, de cualquier naturaleza que sean, de corte social, económico, político, tecnológico o científico a los requerimientos de la sociedad, conforme con las necesidades del usuario o cliente. Para ese propósito se realizan proyectos que recogen la experiencia del grupo de investigadores, tecnólogos o técnicos que ha asimilado la institución a lo largo de su experiencia. La información del entorno y las alianzas complementan la experiencia institucional en una coordinación técnica que se realiza de acuerdo con los procedimientos y sistemas del centro. La actividad institucional no puede sustraerse del marco que establecen la normatividad y las autoridades directas, como tampoco es ajena a la condición de sus proveedores, o en su caso de aliados, ni del nivel de competencia que tenga en instituciones similares tanto nacionales como del extranjero.



FIGURA II.1 Diagrama Conceptual de la Operación de un CI+D+I



FUENTE: Elaboración propia.

La vida institucional gira alrededor de la realización de proyectos, por lo que a continuación se relaciona una cadena típica de desarrollo de un proyecto punto medular de la actividad institucional constituida por los siguientes procesos:

- *Consejo de administración.* Para efectos de simplificación, la estructura interna del centro, el marco organizacional se establece considerando que existe un Consejo de Administración, o Junta Directiva, que tiene como una de sus funciones la supervisión y el seguimiento de las actividades institucionales en general, así como la observancia de la misión, visión y objetivos, que son la guía de la institución.

- *Consejo técnico.* El grupo directivo del más alto nivel operativo de la institución, conformado por los directores de área, funciona como elemento rector de la calidad y contenido científico-tecnológico del centro para asegurar la pertinencia de los proyectos y demás actividad sustantiva que se lleva a cabo, y evaluar la congruencia de las propuestas con la vocación institucional, a fin de preservar el foco temático a lo largo del tiempo y asegurar que el riesgo tecnológico inherente a la innovación en proceso sea adecuado al riesgo financiero asociado.
- *Planeación de operaciones.* La realiza un grupo multidisciplinario de investigadores, tecnólogos y técnicos que cuentan con diferente grado de experiencia y nivel académico, participando en varios proyectos que se realizan de manera simultánea, en diferentes etapas de desarrollo, con cargas de trabajo de intensidades variables para atender compromisos técnicos con fechas de entrega rígidas, lo cual da idea de la complejidad que un nivel alto de cumplimiento demanda.
- *Compras y subcontratos.* Se considera también como un elemento importante, el área de compras y de subcontratos; las compras revisten una función relevante tanto por los montos que se manejan como por el riesgo de constituirse un cuello de botella si no se realizan de manera oportuna y eficiente, ya que limita al desarrollo de los proyectos en tiempo y costo. Este mismo grupo, más técnico que administrativo, maneja también el subcontrato de ciertas etapas del proyecto o fabricación de componentes especializados para los cuales la institución no tiene, por ser de uso poco frecuente, los elementos o la disponibilidad en un momento dado, para atender en tiempo y forma los requerimientos del desarrollo de los proyectos.
- *Finanzas.* El área de Finanzas es un elemento fundamental dentro de la consideración del proceso general de los proyectos por la imperiosa necesidad de contar con los recursos, en el momento oportuno para soportar convenios de colaboración, la adquisición de insumos o subconjuntos, así como de operación normal de la institución que considera de una manera prioritaria los costos asociados al personal que participa en los proyectos, como también en las diferentes áreas de la institución.

- *Director de proyecto.* Es el científico o tecnólogo que tiene la visión global de los aspectos tecnológicos en el desarrollo del proyecto y la capacidad para diagnosticar los requerimientos de la industria y transformarlos o guiarlos en especificaciones adecuadas; además posee una visión temática para estar al día respecto al tema requerido y la habilidad para conformar, con ayuda del gerente del proyecto, los requerimientos de personal, es decir, la conjunción de la planeación tecnológica que implica el proyecto, con el personal, los insumos, la maquinaria, etc., para proponer una solución adecuada al cliente.
- *Gerente de proyecto.* Lleva desde la relación con el cliente, el detalle operativo de la venta, del proceso de gestión tecnológica a lo largo de las diferentes etapas de la vida del proyecto hasta su culminación, teniendo la habilidad de constituirse en el líder del grupo a lo largo del proyecto.
- *Equipo de proyecto.* Son los que intervienen a lo largo de la vida del mismo, y que en un momento dado trabajan en equipo para tener una visión multidisciplinaria en diferentes etapas de la vida del proyecto. El equipo del proyecto incluye un grupo de ingenieros de alto nivel, quienes participan en diferentes etapas de la vida del proyecto aportando especialidades diferentes, según se requiere desde la parte de concepción, desarrollo, fabricación del prototipo, etc.
- *Técnicos especializados.* Están capacitados para incorporarse en ciertas partes del diseño, de recuperación de información, en el maquinado de componentes, en el ensamble, la prueba, en fin a lo largo de toda la vida del proyecto.
- *Servicios e infraestructura.* Son elementos de apoyo de la mayor importancia para la realización del proyecto, pueden incluirse desde cuestiones elementales como energía, aire comprimido, gases, hasta cuestiones más complejas como consecución de asesoría, transportación especializada, etc., y la cuestión de mantenimiento de maquinaria, entre otras.
- *Administración de calidad.* El grupo de calidad asegura la satisfacción real de los requerimientos de tiempo, en concordancia con las especificaciones pactadas en el contrato. La administración de calidad va desde la formulación de la propuesta que ampara el desarrollo del proyecto, hasta los servicios de posventa que puedan requerirse al concluir el proyecto.

- *Usuario del proyecto.* El foco central de la vida institucional es el cliente. El representante de la empresa puede tener diferentes facetas: el que detecta la necesidad, el que autoriza la contratación del proyecto, el que le da seguimiento y, por último, el usuario del desarrollo; para efectos de análisis del proceso, se considera como uno en diferentes momentos del desarrollo (Rubio, 2007, p. 124).

## II.5 RESUMEN

En el capítulo II se examina el nacimiento, la evolución histórica de los centros de investigación, desarrollo e innovación, los momentos más importantes de su historia que han conformado las bases de su condición actual, para enlazarla con el desarrollo del trabajo de investigación y las conclusiones del mismo.

El origen de CONACYT, cabeza de sector de los Centros Públicos de Investigación, data de 1935 con la creación del Consejo Nacional de Educación, su condición actual se ubica a través de varias figuras jurídicas hasta la Ley Orgánica de 2002 que lo rige a la fecha.

Las primeras políticas en materia de ciencia y tecnología se encuentran a partir de la expedición de la Ley de Propiedad Industrial orientada a proteger y fomentar la generación de propiedad intelectual en México, la actividad legislativa tiende a dar seguridad a quien invierta en conocimiento propietario, y a fortalecer las condiciones para que se desarrolle en el país acercando a los centros de investigación a la empresa establecida en el país.

Los considerandos del marco legislativo reflejan el espíritu que prevalecía en las diferentes épocas del proceso de conformación y consolidación de la ciencia y tecnología en México.

La Ley Orgánica del CONACYT se publicó en el *Diario Oficial de la Federación*, de 5 de junio de 2002, le da carácter de organismo descentralizado, asesora al Ejecutivo federal en materia de ciencia y tecnología, articula las políticas públicas del gobierno federal y promueve el desarrollo de aquellas.

En el capítulo se trata con detalle la conformación de los centros públicos de investigación por ser representativos de la mayoría de los centros sin contar los que están incorporados a las instituciones de educación superior por tener condiciones particulares debido a la autonomía de que gozan.

El marco normativo de los centros públicos se ejemplifica, sin que el modelo sea absolutamente generalizable, da una idea tanto del potencial, como de las limitaciones que tienen. Desde el punto de vista de los procesos que comprende la vida institucional, se aborda de manera enunciativa, no limitativa el marco de referencia de la actividad de un centro de investigación y desarrollo típico, y las relaciones entre actores, procesos e insumos.

## CAPÍTULO III

# MARCO TEÓRICO

### III.1 LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN COMO ORGANIZACIONES

#### III.1.1 CONCEPTO DE ORGANIZACIÓN

La palabra organización deriva del griego *órganon*, que significa instrumento. En español, *organizar*, como verbo, se refiere a una acción en sentido de proceso administrativo; y *organización*, como sustantivo, al conjunto de personas que utilizan determinados recursos, procedimientos y estrategias para cumplir una misión específica; es decir, como ente social (Pariente, 2000, p. 33). Las organizaciones, como ente social, son espacios creados en la dinámica de sociedades heterogéneas. La estructura de actividad no es rígida ni lineal, ya que se desarrolla mediante de esquemas interpretativos y de acciones estratégicas contingentes de un sinnúmero de actores al amparo de reglas, recursos y formas organizativas (Arellano y Cabre-ro, 2000).

Teóricamente se han desarrollado numerosas definiciones del concepto organización; cualquiera que sea su definición siempre remite a la necesidad de establecer orden.<sup>2</sup> Así, la organización se puede ver como un sistema racional cohesionado, como un agregado humano, como institución social, como arena política, como anarquía organizada,<sup>3</sup> etc.

---

<sup>2</sup> Aquí se presentan algunos de los modelos interpretativos de las organizaciones más importantes. Vale aclarar que esta clasificación se realiza con base en los enfoques que ven a las organizaciones como sistemas racionales, abiertos y naturales presentados en Coronilla y del Castillo (2000, p. 83).

<sup>3</sup> Con base en la perspectiva teórica que define a las organizaciones como sistemas flojamente acoplados; algunos autores han utilizado el concepto de *anarquía organizada* para describir a las organizaciones. Este concepto se refiere a una dualidad existente en la organización; ya que por un lado se encuentran factores formales que buscan establecer orden —misión y objetivos organizacio-

En su calidad de sistema racional, Stoner y Wankel (1989), Mintzberg (1989) entre otros autores conciben la organización como un grupo duradero de individuos unidos por objetivos y valores para realizar actividades; y donde existe estructura que proporciona entrenamiento y establece órdenes y control (Drucker 2001, p. 4).

Otros definen a la organización como una institución social en la que se establece un sistema de actividades para sus integrantes, y que se caracteriza por ser una *coordinación consciente* que crea expectativas fijas de comportamiento recíproco entre sus miembros. La organización tiende a fines específicos y sus características, comportamiento y objetivos se ven incididos por las características del medio donde se desenvuelve y, a su vez, su acción contribuye a moldear los rasgos del medio.

Como unidades sociales, en las organizaciones se construyen y reconstruyen metas; por lo general en ellas, existe uno o más centros de poder y se establece un orden normativo de autoridad y sistemas de comunicación.

Las organizaciones, como en la arena política, se encuentran en un constante movimiento porque sus actores y grupos interactúan en espacios donde son capaces de interpretar la norma o política, movilizar los recursos y aprovechar las oportunidades. Además la realidad en la que operan las organizaciones es muy compleja y dinámica; por lo que, si bien se persiguen ciertos fines generales, los individuos y los grupos que componen la organización negocian entre sí y se enfrascan en situaciones de conflicto, ya que persiguen objetivos distintos, muchas veces antagónicos e irreconciliables (Crozier y Friedberg, 1977).

La organización también puede ser vista como una anarquía organizada; es decir, es un agregado humano en que se carece de claridad en los objetivos perseguidos y los procedimientos de trabajo son indeterminados; pero que sin embargo, dentro de la indeterminación se consigue mantenerla unida y con cierto grado de estabilidad. Así, el proceso de toma de decisiones reporta un constante flujo de in-

---

nales, manuales de operación, entre otros— y la vida organizacional real en donde se tejen complejas relaciones entre actores que conservan autonomía y libertad lo que genera ambigüedad e indeterminación en el comportamiento humano.

dividuos por lo que la responsabilidad y la jerarquía de autoridad no están bien delimitadas.

Esta forma de percibir a las organizaciones subraya los aspectos de irracionalidad e indeterminación que pueden encontrarse en todo comportamiento humano y apela a que los estudios asuman que en las organizaciones a menudo no sucede lo que se quiere que suceda y las rutas de acción de los individuos tienden a ser ambiguas (Cohen 1972; March y Olsen 1976; Weick 1969, 1982; cit. por Coronilla y del Castillo, 2000).

Es importante mencionar que la organización tiene límites relativamente permeables y específicos, y se dan procesos concretos tales como: comunicación, poder, liderazgo, toma de decisiones, aprendizaje, etc., La organización también mantiene una influencia recíproca con el entorno, divide las tareas y responsabilidades y crea sistemas de incentivos (Pariente, 2000, p. 36). Asimismo, por el contexto complejo en el que interactúan e interrelacionan los individuos de las organizaciones siempre intentan negociar, cooperar y manejar su cuota de poder (Crozier, 1974) para alcanzar la supervivencia, por lo que están en un constante intento de adaptación (Pfeffer, 1981).

A manera de resumen, las organizaciones también pueden ser entendidas con base en las siguientes metáforas (Pariente, 2000). La organización es como una máquina, ya que pretende responder con precisión al logro y obtención de objetivos, así busca maximizar el flujo del trabajo y los resultados que serán obtenidos. Como ser vivo, las organizaciones actúan y existen en un ambiente del cual dependen para satisfacer sus necesidades. Funcionan como cerebros, pues cuentan con sistemas de información y generan aprendizaje e inteligencia que las lleva a convertirse en sistemas de toma de decisiones; y son también culturas, ya que cuentan con patrones de conducta y poseen cultura. Como política las organizaciones tienen un conjunto de intereses, conflictos y juegos potenciales.

Las organizaciones pueden concebirse como un flujo de cambio y transformación, pues en su vida social, se pueden recrear según su propia imagen, con base en los flujos circulares de retroalimentación, tanto positivos como negativos, además interactúan en una dialéctica por la que tienden a generar fenómenos



opuestos. Por último, las organizaciones pueden considerarse como un instrumento de dominación, debido a que emplean a su personal y bienes para conseguir sus propios fines (Morgan, 1990; Pariente, 2000).

### **III.1.2 ESTRUCTURA DE LAS ORGANIZACIONES**

Existen varios estudios y escuelas en teoría de la organización y en teoría de la administración sobre la forma en que las organizaciones se estructuran, los factores que influyen cuando adoptan u operan de determinada forma, las ventajas y desventajas de dicha estructura, tanto en el alcance de sus objetivos, en su capacidad de coordinación, la toma de decisiones y solución de problemas, como por su productividad y competitividad etc.

Sin embargo la noción "escuelas" aplicada a un campo de la ciencia es una idea pasada de moda que según Simon H. A. (1997, p. 26), ha perdido utilidad en la teoría de la administración y de la organización; a diferencia de esa postura, en las ciencias básicas no hay escuelas, sino dominios de conocimiento especializados y teoría que los soporta. Estos dominios no son teorías que compiten, sino conjuntos de fenómenos y conocimiento asociado a ellos que están suficientemente aislados de tal forma que pueden ser examinados para diferentes propósitos, de manera independiente, relacionarlos y darles un lugar adecuado en una estructura mayor.

Las teorías en la ciencia cambian gradualmente, pero en un punto dado en el tiempo solamente algunas quedaban en la frontera de las conjeturas y controversias. Más aún, sólo de manera muy rara los avances en la ciencia implican desear teorías básicas. Lo que normalmente sucede es una suave acumulación de teorías que al confrontarse con nuevos conocimientos o hechos y nuevos fenómenos, se fortalecen, aumentan y se modifican.

Gibson, Ivancevich y Nonnelly (2004, p. 367) señalan que la estructura organizacional resulta de decisiones gerenciales relativas a cuatro aspectos importantes de toda organización: la división del trabajo, bases para la conformación de departamentos, tamaño de los mismos y la delegación de la autoridad. Las decisiones que toman los gerentes están influidas por factores de diseño del trabajo y de la

organización, tales como diferencias individuales, competencia para la tarea tecnológica, incertidumbre del entorno, estrategia y ciertas características de personalidad de los gerentes.

La estructura organizacional es importante cuando se considera la influencia que tiene sobre el comportamiento de los individuos y grupos que forman parte de una organización. La estructura, como agente de influencia, está ampliamente aceptada, algunos estudiosos definen este concepto como el conjunto de características que sirven para controlar o distinguir las partes de la organización. La palabra clave de esta definición es el control. Cuando el análisis de la estructura organizacional se enfoca a las actividades realizadas como consecuencia de la definición de una cierta estructura, según la perspectiva de Gibson, Ivancevich y Nonnelly (2004, p. 369) el aspecto dominante es su padrón de regularidad, la persistencia y la regularidad de las actividades, que tienen una connotación diferente cuando se analizan desde la perspectiva individual o institucional.

Las definiciones que se enfocan en las actividades organizacionales recurrentes destacan los procesos organizacionales. Estos procesos ocurren con bastante regularidad y ciertamente es posible y útil analizar los padrones de comunicación, la toma de decisiones, además de otros procesos; pero también es conveniente distinguir la actividad entre los procesos y sus causas.

Las organizaciones poseen propósitos definidos y, por tanto, la estructura soporta un comportamiento intencional y orientado hacia las metas institucionales. Las estructuras organizacionales facilitan el logro de las metas, partiendo del hecho que los gerentes saben cómo fusionar la estructura organizacional con las metas, y desean hacerlo. En muchas instancias las estructuras organizacionales no contribuyen positivamente hacia el desempeño organizacional porque los gerentes no son capaces de diseñar una estructura que guíe el comportamiento de individuos y grupos a conseguir altos niveles de producción, eficiencia, satisfacción, calidad, flexibilidad y desarrollo.

El término estructura organizacional puede ser analizado por medio de dos conceptos fundamentales: la división del trabajo y la coordinación para alcanzar sus objetivos (Culebro, 1998, p. 3). El dividir el trabajo y coordinar las tareas, en opinión

de Mintzberg (1989, p. 116) son actividades necesarias en toda actividad humana organizada desde la fabricación de cerámica hasta poner en órbita un satélite artificial. Así la estructura de una organización se puede definir de forma simple, como la manera en que el trabajo se divide en diferentes etapas y la coordinación entre las mismas; existen varios mecanismos que describen las formas en que las organizaciones pueden coordinar su trabajo (Mintzberg, 1989):

- Por medio de la adaptación mutua se logra la coordinación del proceso simple de la comunicación informal.
- Con supervisión directa, la coordinación se logra haciendo que una persona emita órdenes o instrucciones a otras cuyo trabajo está interrelacionado.
- La normalización de los procesos de trabajo, se alcanza precisando los procesos de trabajo de cada una de las personas que desempeñan tareas interrelacionadas.
- Por medio de la normalización de los resultados, se logra la coordinación precisando los resultados esperados de los diferentes trabajos.
- La normalización de las habilidades —o de los conocimientos— permite que los diferentes trabajos se coordinen en virtud de la preparación correspondiente que han recibido los participantes.
- La normalización de las reglas, también conlleva a la coordinación, pues controlan generalmente a toda la organización al orientar el trabajo.

Estos mecanismos de coordinación son los elementos básicos de la estructura organizacional, pues aglutinan y mantienen unida a la organización. Vale destacar que las organizaciones no dependen de un sólo tipo de coordinación, por lo regular se desplazan de un mecanismo a otro de acuerdo con las circunstancias y su grado de especialización, pues de no ser así tenderían a politizarse a causa de los conflictos que surgen de manera natural cuando las personas tienen que rivalizar para ganar influencia o cuando hay un vacío relativo de poder (Mintzberg, 1989, p. 118).

Con este enfoque se puede concebir la estructura organizacional como las actividades de asignación de tareas, el ejercicio de autoridad y la coordinación de funciones. Así, la estructura puede ser entendida como una burocracia en sentido we-

beriano<sup>4</sup> e interpretada como un sistema eficiente de coordinación y control (Weber, 1947; cit. por en Culebro, 1998, p. 4). Así, la estructura organizacional condiciona el comportamiento de aquellos que componen una organización como medio para alcanzar los objetivos y metas (Drucker, 1974, p. 52) y coadyuva al alcance de los objetivos a través de tres formas:

- Mediante la estructura se distribuyen formalmente los recursos humanos y materiales a las tareas que deben ejecutarse.
- Por medio de órdenes permanentes o procedimientos de operación se delinea la forma en que deben ejecutarse las tareas.
- Mediante mecanismos de decisión se coadyuva a la toma de decisiones y los requisitos asociados con el procesamiento de la información (Child, 1990, p. 16).

Toda organización tiene una estructura con tareas específicas, por las cuales distingue a la organización de otras. Mientras que el elemento más visible de la estructura es el organigrama, no son necesarios para describir la estructura, aun cuando sí son útiles. En este sentido, el diseño de una estructura tiene que ver con la construcción de arreglos apropiados que distribuyan el trabajo, las responsabilidades y generen mecanismos para procesar información útil para la toma de decisiones (Culebro, 1998, p. 3).

Sin embargo, las organizaciones adoptan una gran variedad de formas en el tiempo y se alejan del tipo ideal de la burocracia. La estructura está influida y determinada por factores que inciden en las unidades que componen una estructura organizacional, y al mismo tiempo caracterizan su conformación (*Ibidem*, p. 8). En este sentido, (Mintzberg 1989, p. 107) en su trabajo titulado *Mintzberg y la dirección* describe que en el mundo de las organizaciones existen distintas especies que se

---

<sup>4</sup> La burocracia, en sentido weberiano, es una forma de organización racional porque los medios son diseñados para alcanzar los objetivos y es legal porque la autoridad es ejercida por un sistema de reglas y procedimientos, de manera que las órdenes son obedecidas voluntariamente por aquellos que las reciben (Weber, 1947).

deben estudiar de forma aislada para llegar a una correcta comprensión del por qué se comportan como lo hacen. Por lo anterior, a continuación se describen los factores que determinan a las organizaciones y su clasificación en cuanto a sus atributos y estructura.

Finalmente, una concepción posterior acerca de las organizaciones se generó sobre la base de que son sistemas. Un cambio en una parte del sistema producirá diferentes efectos como un todo, y debido a los frecuentes cambios en el ambiente de operación, si no continuos, las interacciones del sistema son inherentemente complejas.

### **III.2 ELEMENTOS DE LA OPERACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES**

Como se ha mencionado anteriormente la estructura organizacional comprende todas las características tangibles que ocurren con regularidad y ayudan a formar el comportamiento de los miembros de una organización (Child 1990, p. 17), pero dado que no son estáticas y adoptan una variedad de formas en el tiempo, resulta relevante identificar los determinantes que influyen en su diseño.

Los factores que influyen en la forma en que se estructuran las organizaciones pueden ser de situación o contingencia. Entre los primeros destacan la edad y tamaño de la organización y su sistema técnico de producción —tecnología— entre los de contingencia las características de su entorno o medio, tales como la estabilidad y la complejidad, su sistema de poder, etc. (Mintzberg, 1989, p. 122).

La edad y el tamaño<sup>5</sup> de la organización influyen en su comportamiento; p. ej., entre más grande y vieja es una organización, más formalizada se encuentra. También cuanto más grande es una organización, más elaborada es su estructura; esto se debe a que entre más especializados son sus puestos de trabajo u unidades, más desarrollados son sus componentes administrativos (*Idem*).

---

<sup>5</sup> El tamaño de una organización puede ser definido como el número total de sus miembros, como la cantidad de personas vinculadas a la organización —aun cuando resulta difícil saber con exactitud quién está dentro de ella—, o como la capacidad física, el personal a su disposición, los insumos y los productos, y la discrecionalidad de sus recursos.

Con relación a la edad de la organización, otro rasgo importante es que su estructura refleja la época de la fundación del sector industrial al que pertenece (*Loc. cit.*); así, las organizaciones tienden a reproducir los comportamientos, rutinas y vicios de su sector.

El tamaño de la organización tiene influencia en la estructura, aunque existe un debate acerca de si es el tamaño el determinante que precede a la estructura o viceversa; así el elemento más importante y vital para el diseño estructural se relaciona con su grado de diferenciación. Al respecto se observa que un aumento del tamaño está relacionado con una mayor estructuración de las actividades organizacionales y una disminución en la concentración de la autoridad. Es decir, el tamaño conduce al incremento de la diferenciación estructural y está influido negativamente con la centralización, pero positivamente relacionado con la formalización (Pfeffer, 1982). Esto se debe a que, por un lado, el incremento del tamaño brinda la oportunidad de beneficiarse con una mayor división del trabajo, y por otro, debido al número creciente de empleados se dificulta el control del personal (*Idem*).

El sistema técnico, por su parte, influye en la forma en que se estructuran las organizaciones ya que cuanto más regulado está el sistema técnico —esto es, cuando más controle el trabajo de los operarios—, más formalizado estará el trabajo de los operarios y más burocratizada será la estructura del núcleo de operaciones. Asimismo, cuanto más complejo sea el sistema técnico, más elaborada y profesional será la organización (Mintzberg, 1989, p. 123). También la naturaleza de los insumos utilizados, las características de las operaciones, los procesos de transformación, los productos generados y el estado del conocimiento durante el proceso de transformación influyen en la estructura que la organización adopta para su operación. Woodward (1958 y 1965) explica la tecnología como una variable determinante para el diseño estructural de una organización,<sup>6</sup> ya que su naturaleza no sólo influye fuertemente en la estructura, sino también en el éxito y supervivencia de la organización. Así, la tecnología en términos de carácter rutinario, de su posibilidad

---

<sup>6</sup> Woodward (1958, 1965) llegó a la conclusión, con base en dos estudios, de que los niveles jerárquicos, el número de responsables, la proporción de funcionarios, el número de subordinados, el tipo de autoridad y cooperación están ligados a la tecnología.

de ser analizada o de su complejidad, afecta las destrezas y discernimientos de la fuerza de trabajo y, en consecuencia, la estructura de control que debe utilizarse (Woodward, 1970).

Por lo anterior, dado que los distintos grados de centralización y formalización implican diferentes clases de estructuras y procedimientos de control, la tecnología se vincula con la estructura mediante sus requerimientos de procedimientos para controlar el trabajo (Pfeffer, 1982).

El medio también afecta a la estructura; ya que, para las diferentes condiciones ambientales y los distintos tipos de relación con entidades externas se requieren ajustes estructurales en aras de lograr un buen desempeño (Child, 1972). El entorno, que son las características del contexto externo de la organización —los mercados, el clima político, las condiciones, entre otras— posee gran influencia en la forma en que se estructuran las organizaciones. Cuanto más dinámico sea el entorno de una organización más flexible será su estructura. Cuanto más complejo sea el entorno de una organización, más descentralizada será su estructura. Cuanto más diversificados sean los mercados de una organización, tendrá mayor propensión a dividirse en unidades basadas en el mercado, o divisiones, dada una economía de escala favorable. También, la hostilidad extrema del entorno hace que una organización centralice su estructura provisionalmente (Mintzberg, 1989, p. 124).

La incertidumbre, como principal componente también incide en la toma de decisiones en las organizaciones (Pfeffer, 1982). Entornos más inciertos aumentan la complejidad del proceso de toma de decisiones. Por lo que, la complejidad es otro de los determinantes del tipo de estructura que adopta una organización. Las organizaciones tienden a volverse más complejas en la medida en que sus propias actividades y el medio que las rodea se vuelve más complejo; de manera que, la operación y estructura organizacional cambian en la medida en que se modifican los factores tanto internos como externos. Por ello, además de tener efectos en la estructura organizacional, la complejidad incide en el comportamiento de los miembros de la organización, en los procesos decisorios y en las relaciones entre la organización y su medio. El grado de complejidad además se relaciona con la

movilidad y propensión al cambio de una organización (Hatch, 2006, p. 78); en este sentido, entornos más complejos generan tasas de cambio más bajas.

Bowditch y Bouno (1990; cit. por Culebro, 1998, p. 9) identifican que entre mayor complejidad exista en una organización, entendida como el número de diferentes componentes o grados de diferenciación, existe una mayor necesidad de control y de mecanismos de integración; es decir; entre más compleja es una organización se adoptan estructuras específicas que tengan la capacidad de controlar y dar dirección a la complejidad.

El poder incide en la forma en que una organización se estructura, ya que cuanto mayor sea el control externo de una organización, más centralizada y formalizada será su estructura. A su vez, una coalición externa dividida hará aparecer una coalición interna politizada, y viceversa (Mintzberg, 1989, p. 126).

Entre los atributos que configuran la estructura de las organizaciones se encuentran la especialización del trabajo, la formalización del comportamiento, la formación, el adoctrinamiento, la agrupación y el tamaño de las unidades, el sistema de planificación y de control, los dispositivos de enlace y la descentralización (Mintzberg, 1989).

Un concepto complementario al de la estructura organizacional se encuentra en la cita que en Davies, A. & Hobday M., (2005, p. 60) refieren de Chandler, (1990, p. 594) quien definió como capacidades organizacionales al conjunto de instalaciones físicas y habilidades del personal, orientadas en la misma dirección estratégica y funcional de la compañía. De acuerdo con lo que ahora es “sabiduría popular”, en la teoría basada en recursos, las capacidades estratégicas se refieren a la habilidad de una empresa para moverse dinámicamente a nuevas tecnologías o mercados, de una manera más rápida y también salir de los obsoletos más rápida y efectivamente que sus competidores.

Los conceptos que tipifican la naturaleza de las organizaciones por la forma en que se relacionan e interactúan sus miembros cubren una amplia gama de conceptos, entre los que vale la pena resaltar los que se describen a continuación.

- La *especialización del trabajo* se refiere al número de tareas por realizar en un proyecto dado y el control del trabajador sobre estas tareas. Para Druker (2001,



p. 42) cada empleado debe centrar su atención, única y exclusivamente, en las actividades que han sido definidas para el puesto de trabajo que ocupa, lo que lo llevará a lograr la máxima productividad en el desarrollo de las mismas. Así, la especialización se puede dar de manera horizontal o vertical. Un trabajo está especializado *horizontalmente* cuando el encargado abarca tareas que requieren de un alto grado de concentración y conocimiento, por lo que el trabajo se concentra en pocas tareas pero éstas se encuentran estratégica y claramente definidas —p. ej., diseño—, y conservan la mayor parte del control sobre el producto final. Un trabajo se encuentra especializado *verticalmente* cuando el trabajador rota en unas pocas tareas principalmente mecánicas —p.ej., ensamblado—, con las cuales no tiene control sobre el producto final. Los trabajos que requieren mayor habilidad o profesionales están especializados horizontalmente pero no verticalmente.

- La *formalización del comportamiento* se refiere a la normalización de los procesos de trabajo, imponiendo instrucciones operativas, descripciones del puesto de trabajo, reglas, reglamentos y similares. Las estructuras que dependen de cualquier forma de normalización para su coordinación se pueden llamar *burocráticas*, las que no lo sean; orgánicas.
- La *formación* se refiere al uso de programas formales de instrucción y actualización que se proporcionan a las personas y normalizan las habilidades y los conocimientos requeridos para hacer trabajos concretos en las organizaciones.
- El *adoctrinamiento* tiene que ver con los programas y técnicas por medio de los cuales se normalizan las reglas de los miembros de una organización, para que sean sensibles a las necesidades ideológicas de la misma y, por tanto, se pueda confiar en ellos para tomar decisiones y realizar actividades.
- La *agrupación de unidades* se refiere a la elección de los criterios, según los cuales los trabajos se agrupan en unidades, y esas unidades en otras más complejas. El *tamaño de la unidad*, por su parte, se refiere al número de puestos contenidos en una sola unidad.
- Los *sistemas de planificación y control* se utilizan para normalizar los productos. Se pueden dividir en dos tipos de sistemas: *los de planificación de accio-*

nes y los de *control del rendimiento*. Los *dispositivos de enlace* se refieren a toda una serie de mecanismos utilizados para fomentar la adaptación dentro de las unidades. Van desde los puestos de *enlace*, tales como el ingeniero de compras que se encuentra entre compras e ingeniería.

- La *descentralización* se refiere a la difusión del poder para tomar decisiones. Cuando todo el poder reside en un solo punto de la organización, su estructura está centralizada; en cambio, si el poder está disperso entre muchos individuos, la estructura está descentralizada. La descentralización puede darse de forma horizontal o vertical.

Las configuraciones que dan estructura a las organizaciones, por su parte, son una simplificación idealizada de la realidad, y están compuestas por: *núcleo operativo*, *ápice estratégico*, *línea media*, *tecnoestructura*, *staff o personal de apoyo e ideología*. El núcleo operativo conforma la base de cualquier organización, pues en él se encuentran los operarios y quienes realizan el trabajo básico de fabricar los productos y prestar los servicios. El ápice estratégico se encuentra conformado por áreas donde se supervisa todo el sistema, los cuales pueden ser identificados como directivos; conforme crece la organización, se necesita más directores para los directivos por lo que se crea una línea media y una jerarquía de autoridad entre el núcleo operativo y el ápice estratégico (Mintzberg, 1989).

A medida en que las organizaciones son más complejas se requiere de grupo de personas conocidas como analistas, quienes además de realizar tareas administrativas, planifican y controlan formalmente el trabajo de otros; dado que su naturaleza es diferente se les denomina *staff* o personal de ideología. Los analistas conforman tecnoestructura en opinión de Mintzberg (1989), pues se encuentran fuera de la línea jerárquica de autoridad. La mayoría de las organizaciones también se valen de otras unidades de personal diferentes, denominadas de apoyo, para suministrar servicios internos: cafetería, servicio de correos, asesoría jurídica, oficina de relaciones públicas, entre otras.

Por último de acuerdo con la clasificación de Mintzberg (1989, p. 113) toda organización activa posee una sexta parte, llamada ideología o cultura, que se con-

forma por las tradiciones y creencias de una organización, que le infunden una cierta vida al esqueleto de su estructura, y la distingue de otras organizaciones.

Esta clasificación ha sido utilizada para identificar a las organizaciones en siete tipos: empresarial, maquina, diversificada, profesional, innovadora, misionera y política. Más adelante se definirán los dos tipos de organizaciones (profesional e innovadora) con los que los CI+D+I mantienen cierto grado de semejanza de acuerdo con sus atributos y configuraciones.

Vale aclarar que el éxito de las organizaciones no consiste en el uso de algún atributo organizativo como un sistema de planificación o forma de descentralización, sino en la forma cómo interrelacionan sus atributos. Por ello, hay caminos alternativos para llegar al éxito, basados en la habilidad de una organización para configurar los atributos que utiliza (Mc Gill y Khandwalla; cit. por Mintzberg, 1989)<sup>7</sup>.

Mintzberg realizó una clasificación de las organizaciones de acuerdo con la forma en que combinan sus atributos e interrelacionan sus mecanismos de coordinación y los factores de situación y contingencia. Estos modelos de clasificación organizacionales son de utilidad para identificar las características de los CI+D+I como organizaciones profesionales e innovadoras. A continuación se describirá cada tipo:

- *Organización profesional.* La estructura de la organización profesional es burocrática, pero descentralizada, debido a que el trabajo es complejo, realizado y supervisado por profesionales, por lo que depende de las habilidades y conocimiento de éstos. La coordinación se alcanza mediante la preparación formal en donde los profesionales tienen control sobre su trabajo, ya que lo hacen independientemente de sus colegas, pero muy unidos con los clientes (Culebro, 1998).

Generalmente, la tecnoestructura y la línea media son mínimas; pues hay un grupo grande de apoyo que brinda ayuda a los profesionales. La formación está orientada a la interiorización de un conjunto de procedimientos y las nor-

---

<sup>7</sup> Véase Anexo 1 para mayor información acerca de autores que abordan el tema.

mas que se originan fuera de la estructura en asociaciones de profesionistas o académicas (*Idem*).

El núcleo de operaciones es la parte clave de esta organización, la supervisión directa es mínima y generalmente son descentralizadas, por lo que los profesionales no sólo controlan su trabajo, sino que además forman una estructura administrativa bastante democrática. El contexto es simple y estable generalmente; por ejemplo, las decisiones se resuelven en procesos interactivos entre profesionales y administradores de varios niveles. Estas organizaciones aparecen en hospitales, escuelas, universidades, despachos jurídicos, etc. (*Loc. cit*).

Existen problemas de coordinación cuando se hace uso indiscriminado de la libertad de los profesionales, ya que suele haber resistencia de éstos a cooperar entre sí. La complejidad de los procesos puede producir inercia a innovar, ya que no son estructuras creadas para resolver problemas y crear nuevos programas para necesidades no previstas. Es decir, son estructuras altamente descentralizadas en las cuales los profesionales conservan una buena cantidad de poder, primero, individualmente y, luego, en pequeñas unidades de especialistas.

- *La organización innovadora.* La estructura innovadora es fluida, orgánica, con poca formalización de su comportamiento y selectivamente descentralizada. Los operarios son desplazados en equipos multidisciplinarios de personal y directivos para llevar a cabo proyectos innovadores. La coordinación no depende de ninguna normalización y se logra por medio de la adaptación mutua fomentada por el personal de enlace. El contexto de la innovación aparece en condiciones de cambios constantes y la organización debe enfrentarse a tecnologías o sistemas complejos (Culebro, 1998, p. 24).

En esta organización se innova y se resuelven problemas directamente para sus clientes. Asimismo, el trabajo administrativo y operativo tiende a mezclarse en uno solo. También, se realizan proyectos para sí misma y hace una clara distinción entre el componente administrativo y el núcleo de operaciones. Estas organizaciones frecuentemente son jóvenes se desenvuelven en ambien-

tes dinámicos complejos que exigen una estructura descentralizada y dinámica. El entorno en el que se desenvuelven incluye alta tecnología, cambios continuos de productos y de proyectos especiales y gigantescos (*Idem*).

En opinión de Mintzberg (1989), dado el contexto tan cambiante en que se desenvuelven las organizaciones innovadoras no se puede realizar una estrategia deliberada, sino se lleva a cabo un proceso de conformación de estrategias que crecen desde la base de la organización, con raíces en sus operaciones más que una abstracción de la administración, denominado *proceso radicular*. Este proceso se conforma por los siguientes pasos:

- En la organización puede buscarse un proceso de formación de estrategias, pero a veces es más importante dejar que emerjan desde la base.
- Estas estrategias pueden arraigar en todo tipo de lugares, prácticamente en cualquier parte donde las personas tengan capacidad de aprendizaje y dispongan de los recursos que apoyan esa capacidad.
- Estas estrategias se hacen organizativas sólo si son colectivas.
- Las estrategias nuevas, que pueden estar emergiendo continuamente, tienden a impregnar la organización durante los periodos de cambio, que se intercalan con periodos de continuidad integrada.
- La dirección de este proceso no es preconcebir estrategias, sino reconocer su materialización e intervenir cuando sea conveniente.

En ocasiones esta configuración combina más democracia con menos burocracia y es eficaz en cuanto a la innovación, pero puede resultar bastante politizada, ambigua y poco competente. Logra su eficacia a costa de la ineficiencia ocasionada por el elevado costo que constituye una alta comunicación entre las personas (*Loc. cit*).

### **III.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA OPERACIÓN DE LAS ORGANIZACIONES**

Las organizaciones tienen vida, su propio contexto, situaciones y espacios coyunturales específicos. Por ello, se requiere analizar a las organizaciones desde esta perspectiva para comprender que aun cuando tienen objetivos particulares y específicos, operan e interactúan en una situación contextual e interna particular y específica (Arellano, 1994, p. 3) que influye en su desempeño.

En la dinámica de las organizaciones existe una lógica en la cual el conflicto y el poder no son patologías o escollos en los procesos de acción y decisión, sino su principal fuente de entendimiento; las interrelaciones de los elementos, en situaciones variadas, son entendidas en su parcialidad, en sus interconexiones y en las diversas posibilidades de acción que generan; la dirección que se da a los procesos se realiza no sólo desde la lógica de la racionalidad administrativa u operativa, sino que también se entiende por las contradicciones y oposiciones que una misión y la búsqueda de un objetivo provocan en los actores, lo que afectará el desenvolvimiento de la organización (Arellano, 1994, p. 6).

La complejidad es la naturaleza permanente de la vida humana, de los actores y sus sistemas. Por ello, la organización no es un espacio lineal, sino multidimensional; donde actúan el individuo, el organismo, el poder, la lucha, la información, el efecto, la reproducción, la cultura. Es en la organización donde se encuentra la dinámica de su interrelación, tanto en su interior como externamente (Arellano, 1994).

Por lo anterior, a continuación se presentan algunos determinantes en la operación de las organizaciones.

#### **III.3.1 El contexto**

Estos factores tienen gran influencia en la forma en que las organizaciones se estructuran; pero además, las organizaciones se enfrentan a contextos tanto externos como internos que influyen en su actuar y en el proceso de toma de decisiones (Stoner y Wankel, 1989, p. 62). Las características del ambiente interno tales como el clima organizacional, la naturaleza heterogénea de los integrantes —propensión

a cooperar, capacidad de negociación—, la capacidad tecnológica y administrativa, así como los objetivos y metas establecidos en la organización explican e inciden en las decisiones y en la operación de la organización.

Entre los factores externos en la operación de las organizaciones destaca la atmósfera política de la sociedad, las fluctuaciones económicas, las actitudes cambiantes de los consumidores, las exigencias de los organismos internacionales, los aumentos en los costos de energía, materiales y mano de obra, entre otros. La influencia puede ser directa o indirecta. Los principales componentes de acción directa son los proveedores, clientes, competidores, sindicatos, instituciones financieras, accionistas y organismos gubernamentales. Todos ellos inciden en las decisiones que se tomen en una organización y en la composición que ésta adquiere a través del tiempo (Stoner y Wankel, 1989, p. 64).

Los componentes de acción indirecta del ambiente externo son las variables tecnológicas, económicas socioculturales, político-legales e internacionales. Estos factores influyen en el actuar de la organización de dos formas. Primero, los grupos externos que no tienen un interés personal pueden influir indirectamente por medio de uno o más elementos de su ambiente de acción directa. Segundo, los elementos de acción indirecta crean el ambiente en el que existe la organización y al que hay que responder; —por ejemplo, ante tecnología rápidamente cambiante, crecimiento y declinación tecnológica se generan cambios de actitudes del trabajo, necesidades constantes de capacitación del personal, etc.) (Stoner y Wankel, 1989, p. 68).

### **III.3.2 La cultura**

La cultura es usualmente definida como el “adhesivo” social o normativo que mantiene unida a la organización; esto expresa los valores, ideales o creencias sociales que los miembros de la organización comparten. Estos valores o patrones se manifiestan en dispositivos simbólicos como mitos, rituales, historias, leyendas y lenguaje especializado. Así, la cultura se concibe, en primera instancia como el conjunto de valores clave que compartidos generan sentido de identidad a los miembros de una organización; en segunda, como generador del comportamiento socialmente

aceptado, y, en tercera instancia, como propulsor de estabilidad para el sistema por ser una guía para el comportamiento (Smircich, 1983, p. 343).

La cultura es una variable tanto dependiente como independiente en las organizaciones, pues es tanto interna como externa. La cultura de manera interna es un sistema de símbolos compartidos que son interpretados, leídos y descifrados para ser comprendidos. Así, en las organizaciones se interpretan estos discursos para que las personas actúen y reaccionen de acuerdo con las posiciones conocidas (Smircich, 1983).

De manera externa la cultura influye en las organizaciones dado que tienen una fuerte relación con su medio; y el medio presenta imperativos para el comportamiento a través de significados simbólicos (Pfeffer, 1981; cit. por Smircich, 1983, p. 344). Vale mencionar que el contexto cultural se desarrolla a la par que se desarrolla la organización. En estudios comparativos de organizaciones, la cultura es considerada como el factor de antecedente que explica e influye en el desarrollo y cambio organizacional (Smircich, 1983, p. 343).

### **III.3.3 El poder**

Tradicionalmente el poder ha sido visto como la capacidad de influir en otros para que hagan incluso, de ser necesario, algo en contra de su voluntad (Weber, 1974; cit. por Ramírez, 2000). En este sentido, el análisis organizacional en el marco del poder se ha basado en la sociología de la dominación weberiana y en los modelos de burocracia y burocratización que derivaron de ella; se destaca el carácter relacional del poder como una capacidad o recurso distribuido diferenciadamente, capaz de producir y reproducir relaciones de autonomía y dependencia estructuradas jerárquicamente al ser desplegados con el grado apropiado de estrategia y destreza táctica por parte de los actores sociales (Clegg, 1989; cit. por Ramírez, 2000, p. 39).

Es importante subrayar que es natural que el poder surja en las organizaciones ya que son estructuras complejas de interacción entre los individuos. El poder se ejerce sobre los empleados y empleadores. Es una herramienta para lograr los ob-



jetivos propios, pero tiene un componente motivacional propio de cada persona (Simon, 1997; cit. por Ramírez, 2000, p. 39).

El poder no tiene que ver de manera directa con autoridad; aunque la autoridad es una forma de poder formal. Crozier<sup>8</sup> identificó que la fuente de poder es la capacidad de control de un espacio de incertidumbre. Esto significa que dado que en las organizaciones se requiere de una participación activa de los actores en relaciones de intercambio y negociación, el poder no es una capacidad o un atributo de ellos, sino el resultado de su interacción.

Recientemente las investigaciones sobre el poder en las organizaciones han coincidido en que, por un lado, el poder es alcanzado, rutinizado y disputado; y, por otro, el poder es una de las grandes restricciones y las determinantes del comportamiento organizacional (Ramírez, 2000, p. 40).

### **III.3.4 El liderazgo**

El liderazgo gerencial se define como el proceso de dirigir e influir en las actividades laborales de los miembros de un grupo y de influir en ellas (Stoner y Wankel, 1989). Existe una relación importante entre las fuentes de influencia o de poder que tienen algunos agentes de la organización y su capacidad de liderazgo. Por lo anterior, resulta relevante señalar que las fuentes mantienen una estrecha relación en la medida en que los subordinados acepten las instrucciones.

En la vida de una organización es frecuente que gerentes de un mismo nivel de jerarquía organizacional muestren una gran diferencia en su capacidad para influir, motivar y dirigir el trabajo de los empleados. Esto se debe a que aun cuando las personas de un mismo nivel tengan igual poder legítimo, no sean iguales en cuanto al ejercicio del poder para recompensar, poder coercitivo, poder de referencia o poder de experto (Stoner y Wankel, 1989).

---

<sup>8</sup> Crozier (1963, p. 140) en el estudio realizado en una compañía tabacalera de propiedad estatal de Francia identificó que los trabajadores de mantenimiento y desentrañados contaban con un alto grado de poder, pues eran el corazón del flujo de trabajo. Este poder se ejercía incluso sobre la gerencia pues la frecuencia de las averías de la maquinaria estaban a cargo de los trabajadores de producción.

Existen tres enfoques fundamentales en su estudio. En el primero, el liderazgo se considera procedente de una combinación de rasgos. El segundo trata de identificar los comportamientos personales relacionados con un buen liderazgo. Estos dos enfoques suponen que los que poseen los rasgos apropiados o muestran las conductas adecuadas, destacaran como líderes en cualquier situación de grupo. El tercer enfoque se refiere a la perspectiva situacional del liderazgo. Según esta perspectiva, las condiciones que determinan la eficiencia del liderazgo dependen de la situación: las tareas por realizar, las destrezas, las expectativas y experiencias pasadas de los subordinados y del líder, el ambiente organizacional, entre otras. Una persona que es un líder eficaz en una situación, fracasará tal vez en otra. Esta perspectiva ha dado origen a los enfoques de contingencia, los cuales intentan especificar los factores situacionales que determinan la eficiencia de un estilo particular (John, French y Bertram, 1959).

La definición de liderazgo tiene cuatro implicaciones importantes. En *primer* término, el liderazgo involucra a otras personas, a los empleados o seguidores. Los miembros del grupo, dada su voluntad para aceptar las órdenes del líder, ayudan a definir su posición y permiten que transcurra el proceso del liderazgo. Si no hubiera a quien mandar, las cualidades del liderazgo serían irrelevantes (Stoner y Wankel, 1989, p. 507).

En *segundo* el liderazgo entraña una distribución desigual del poder entre los líderes y los miembros del grupo. Sin embargo, los miembros del grupo que carecen de poder pueden dar forma a las actividades del grupo de distintas maneras. No obstante, por regla general, el líder tendrá más poder (Stoner y Wankel, 1989, p. 109).

El *tercer* aspecto del liderazgo es la capacidad para usar las diferentes formas del poder a fin de influir en la conducta de los seguidores.

Algunos líderes influyen en los empleados para que hagan sacrificios personales en provecho de la organización. El poder para influir nos lleva al cuarto aspecto del liderazgo (Stoner y Wankel, 1989, p. 510).

El *cuarto* aspecto es una combinación de los tres primeros, pero reconoce que el liderazgo es cuestión de valores. El liderazgo moral se refiere a los valores y re-

quiere que se ofrezca a los subalternos suficiente información sobre las alternativas para que, cuando llegue el momento de responder a la propuesta del liderazgo, puedan elegir con inteligencia (Stoner y Wankel, 1989, p. 524).

### **III.3.5 LA COOPERACIÓN**

El papel de la cooperación es resolver los problemas que plantea la acción colectiva, en la cual participan actores autónomos con recursos y capacidades diferentes, a fin de cumplir objetivos comunes. En el interior de la organización los individuos cooperan porque están condenados a vivir en colectividad, y reconocen que para conservar sus privilegios es necesario sostener los privilegios de los demás; por ello, están en constante negociación y regateo de forma explícita e implícita (Crozier, 1964).

La negociación y el regateo son elementos importantes para la cooperación; ya que inciden en el tiempo que toma a la organización definir objetivos, estrategias, planes y proyectos. El proceso no es sencillo pues lleva consigo relaciones de poder, dependencia, restricción e incertidumbre (Crozier y Friedberg, 1974).

La cooperación, en términos de Crozier, aporta una visión del poder no como puramente negativa, sino como una dimensión fundamental de la acción social. La cooperación busca que el individuo haga propia la necesidad de afiliación y el logro de objetivos de la empresa, y que esto debe ser mayor que su necesidad de poder.

Para operar eficientemente las organizaciones requieren que sus integrantes tengan valores organizacionales comunes, pues el trabajo organizacional exige un lenguaje de trabajo de diálogo y expresión que genere comunicación (Aktouf, 1997, p. 416).

### **III.3.6 Toma de decisiones**

Las personas en las organizaciones interpretan el medio y la cultura; y con base en las rutinas deciden en circunstancias determinadas y de acuerdo no sólo con el rol que desempeñan en la organización, sino también con base en su coto de poder (Aktouf, 1997, p. 411). Investigaciones en antropología social describen que los in-

dividuos deciden regidos por sus sentimientos, intuiciones (Evans-Pritchard 1950, cit. por Aktouf, 1997, p. 415). Así también, la decisión de actuación del personal está influido por la creatividad, compañerismo, interés, la existencia o no de una cultura de rendir cuentas, el diálogo, iniciativas y compromisos personales (Aktouf, 1997, p. 418).

En resumen, el proceso de toma de decisiones se encuentra influido por la capacidad de las organizaciones de interpretar la cultura —tanto interna como externa— y el medio —contexto interno y externo—, de generar cooperación y de construir y flexibilizar las rutinas.

### **III.3.7. Las rutinas**

Las rutinas son las costumbres o hábitos adquiridos que permiten que en una organización los procedimientos se realicen en forma automática; es decir, por práctica y aprendizaje adquiridos. Así, en las organizaciones se plantean ciertas reglas del juego, que han sido creadas para estructurar el comportamiento. Estas reglas definen el tipo de comportamiento que es socialmente aceptado. Las rutinas son construidas en la historia de toda organización y facilitan la toma de decisiones, pues sería muy complicado definir soluciones a cada situación que enfrentan. De esta forma las rutinas generan procedimientos constantes que definen la acción individual y la colectiva (March y Olsen, 1997).

## **III.4 ESTRUCTURAS FORMALES DE ORGANIZACIÓN**

La estructura organizativa varía considerablemente de una organización a otra, incluso del mismo sector industrial; y dentro de una empresa, especialmente si es de gran tamaño; pues las relaciones entre las diferentes funciones y subfunciones experimentan continuas transformaciones para adaptarse a los cambios en el medio, los objetivos y las necesidades organizacionales (Heyel 1986, p. 762). Tradicionalmente, las organizaciones pueden estructurarse formalmente de cinco maneras: por función, en forma matricial, por producto o proceso, por proyecto y en forma mixta.

### **III.4.1 Estructura funcional**

La organización *por función* reúne en un departamento a todos los que realizan una actividad o varias actividades relacionadas entre sí. Por ejemplo, una organización estructurada con este criterio puede tener departamentos individuales de producción, mercadotecnia y ventas; así, el gerente de ventas es el responsable de la venta de todos los productos fabricados por la compañía (Stoner y Wankel 1989, p. 283).

Las organizaciones funcionales se establecieron originalmente para industrias que operaban con grandes lotes, con producción masiva y procesos continuos para llevar a cabo tareas rutinarias involucradas en la producción de altos volúmenes de productos y servicios estandarizados (Woodward, 1965).

La relación que guarda la estructura funcional con los CI+D+I se trata con mayor detalle en el apartado IV.1, sin embargo baste señalar de momento que poseen un formato altamente tradicional derivado del punto de vista taylorista y con frecuencia se encuentran en organizaciones con un alto grado de ejercicio de autoridad y control. Están focalizadas a maximizar los márgenes de utilidad a través de economías de escala y optimizar la experiencia funcional (Stanford 2006, p. 49).

Las estructuras funcionales son efectivas cuando operan en mercados estables, no diferenciados con requerimientos claros de los clientes; existe una cultura empresarial exitosa focalizada en el control; se comparten los estándares de operación y hay, entre otros elementos una línea de productos limitada, o inclusive única.

Puede apreciarse con claridad, que este tipo de estructura fue concebido desde su origen para empresas, con algunas características enunciadas, y que por asimilación cultural se han adoptado en otro tipo de empresas e instituciones cuyas necesidades de organización no satisfacen plenamente.

### **III.4.2 Estructura matricial**

En la organización matricial existen simultáneamente dos tipos de diseño. Los departamentos funcionales permanentes que poseen autoridad para las actividades y estándares profesionales de sus unidades; pero se crean equipos de proyectos,

según se necesite, para poner en práctica programas específicos. De varios departamentos funcionales se seleccionan los miembros del equipo que están subordinados a un gerente de proyectos, responsable por los resultados del trabajo del equipo.

Los empleados se encuentran bajo una autoridad dual; tienen, de hecho, dos jefes; es decir, trabajan con dos cadenas de mando. Una cadena de mando es la de funciones o divisiones. La segunda es una disposición horizontal que combina al personal de diversas divisiones o departamentos funcionales para formar un equipo de proyecto o negocio, encabezado por un gerente de proyecto o un grupo, que es experto en el campo de especialización asignado al equipo (Minsal y Pérez, 2007, p. 4). Es decir, su cadena de mando es funcional pero cuenta con equipos de proyecto, encabezados por un gerente de proyecto o de grupo, quien es experto en el área asignada de especialización. Por tal razón, a la estructura matricial a menudo se le da el nombre de “sistema de comandos múltiples”. En matemáticas, la matriz es un arreglo de columnas verticales y de reglones horizontales; de ahí que el nombre se aplique a esta estructura organizacional de dos direcciones.

Las organizaciones matriciales fueron desarrolladas originalmente en la industria aeroespacial por firmas como la TRW. El impulso inicial fue la petición del gobierno de un solo gerente de enlace para cada programa o proyecto, quien sería responsable ante el gobierno de su avance y realización. Para satisfacer esta necesidad, se nombró a un jefe que compartía la autoridad con los de los departamentos anteriores de tipo técnico o funcional. Esta estructura temporal evolucionó después, convirtiéndose en una organización matricial formal. Actualmente la organización matricial se utiliza en las unidades de muchas compañías publicitarias y en otros tipos de negocios. En algunas compañías la estructura matricial se encuentra en todos los niveles, mientras que en otras se usa sólo en ciertos departamentos (Stoner y Wankel, 1989).

Entre las ventajas de la adopción de este tipo de estructura, se encuentra que a menudo es un medio eficiente para reunir las diversas destrezas especializadas que se requieren para resolver un problema complejo. Aquí el problema de coordinación, que afecta la mayor parte de los diseños funcionales, se reduce al mínimo, ya

que el personal más importante para un proyecto trabaja en grupo. Esto produce un beneficio secundario: al trabajar en equipo, llegan a entender las exigencias que afrontan quienes están a cargo de diferentes áreas de responsabilidad.<sup>9</sup> Otra ventaja de este tipo de estructura estriba en que genera en la organización una gran flexibilidad que le ahorra costos; pues a cada proyecto se asigna únicamente el número de personas que se necesitan, con lo cual se evita duplicaciones innecesarias.

Una desventaja consiste en que los miembros del equipo requieren mayor destreza para relacionarse entre sí o habilidades de liderazgo, ya que también se relacionan con otros integrantes para conseguir la ayuda que brindan los de otros departamentos funcionales. Esta incapacidad puede limitar la eficiencia en la operación de la organización, y la moral puede verse afectada con la asignación del personal para proyectos, por no reunir estas características.<sup>10</sup>

### III.4.3 Estructura por producto

La organización por producto, reúne en una unidad de trabajo a todos los que intervienen en la generación y mercadotecnia de un producto o grupos afines de productos, ya sea porque se encuentran en cierta región geográfica o porque se especializan en un determinado tipo de cliente. Por ejemplo, la organización podría incluir divisiones individuales de productos químicos, de detergentes o de cosméticos. El jefe de cada división será el responsable de las actividades de producción, mercadotecnia y ventas en su unidad (Stoner y Wankel, 1989, p. 283). También, este tipo de estructura congrega, a integrantes de divisiones distintas de acuerdo a las nece-

---

<sup>9</sup> Por ejemplo, un informe de las AT&T indicó que los ingenieros y planificadores de sistemas superaron sus ideas preconcebidas acerca de su trabajo y adquirieron actitudes más realistas ante los compañeros, después de trabajar juntos en equipo de proyectos. *Central Office Equipment Reports For Stored Program Control System*. Bell System Technical Journal 62, pp. 2365-2395.

<sup>10</sup> Véase Harold, Kerzner, "matrix Implementation: Obstacles, Problems, Questions and Answers", en Cleland, ed., *Matrix Management Systems Handbook*, pp. 307-329; y William Jerkovky, "Functional Management in Matrix Organizations", *IEEE Transactions on Engineering Management in Management* 30, núm. 2 (mayo de 1983):89-97.

sidades de los proyectos de la organización (Pieter Van Donk y Molloy, 2008, p. 136).

La mayor parte de las grandes empresas de productos múltiples están organizadas conforme a una estructura por productos; debido a que llega el momento en que el tamaño y diversidad de los productos hacen difícil trabajar con departamentos funcionales. Cuando la organización se torna demasiado compleja para la estructura funcional, los ejecutivos de alta gerencia generalmente crean divisiones semiautónomas, en la cuales cada una diseña, produce y comercializa sus propios productos (Stoner y Wankel, 1989; Minsal y Pérez, 2007, p. 4).

Vale mencionar que, las organizaciones que se estructuran por producto pueden seguir alguno de los siguientes patrones (Stoner y Wankel, 1989):

- Dividirse *por producto*. Aquí cada departamento es responsable de un producto o de una familia de productos semejante. Por ejemplo, la *General Foods* tiene una división para cada uno de sus principales tipos de productos alimentarios. La división por producto es el patrón lógico que se aplica cuando un tipo de producto exige una tecnología de manufactura y métodos de mercadotecnia que difieren notablemente de los que se utilizan en el resto de la organización.
- Dividirse *por región geográfica*. Reúne en un departamento todas las actividades ejecutadas en la región donde la unidad realiza su negocio. Esta estructura se aplica lógicamente cuando una planta debe ser situada lo más cerca posible de: a) sus fuentes de materia prima, como ocurre en las compañías mineras y petroleras; b) sus mercados principales, cuando se vende la mayor parte de sus productos en el extranjero, y c) sus fuentes fundamentales de mano de obra especializada.
- Dividirse *por cliente*. Se presenta cuando una división vende la mayor parte de sus productos o todos ellos a una clase particular de clientes. Así, una firma electrónica tendrá divisiones individuales para los clientes militares, industriales y consumidores. Generalmente, las empresas industriales con una línea muy diversificada de productos tienden a estar organizadas por clientes o producto.



A diferencia de la organización funcional, cada división se asemeja a una empresa independiente. El jefe de cada línea de producto o productos se concentra primordialmente en las operaciones de su división, y es el responsable de sus utilidades o pérdidas; incluso los proyectos pueden competir con otras unidades similares de la misma firma (Stoner y Wankel, 1989, p. 287).

La organización por producto tiene varias ventajas. Todas las actividades, destrezas y pericia requeridas para generar y comercializar determinados productos están agrupados en un lugar con una sola cabeza, por lo cual un trabajo completo puede coordinarse más fácilmente y mantenerse un alto desempeño. Además, se puede mejorar la calidad y la velocidad de la toma de decisiones, porque se está más cerca de la acción. A su vez, la carga de la gerencia central se aligera porque los gerentes divisionales por proyecto tienen mayor autoridad (Stoner y Wankel 1989, p. 287).

Entre las desventajas destaca que intereses de la división sean antepuestos a las necesidades - meta de la organización total. Por ejemplo, dado que son vulnerables a las evaluaciones del desempeño basadas en pérdidas y utilidades, los jefes de proyecto algunas veces obtendrán ganancias a corto plazo, a costa de las utilidades a largo plazo. Además, tienden a aumentar los gastos administrativos, pues cada división tiene su propio staff y especialistas (Stoner y Wankel 1989, p. 287).

#### **III.4.4 Estructura por proyecto**

Una organización por proyecto tiene como misión crear un producto —una pieza de avanzada tecnológica—, o generar un servicio que requiere una serie de programas de avanzada tecnológica. Su principal herramienta de trabajo es la agudeza de sus profesionales especializados en diversos campos, y usa esa herramienta en todas las fases de su producto, desde la concepción hasta la ejecución final, pasando por la prueba inicial (Heyel 1986, p. 291). Cada proyecto dentro de la organización es una unidad dedicada a la consecución de un objetivo: la realización de un producto o servicio nuevo, a tiempo, dentro de un presupuesto, y de conformidad con determinadas especificaciones de realización.

La estructura por proyectos se utiliza principalmente en organizaciones muy técnicas que requieren investigación, coordinación y planificación. Entre las principales características de este tipo de estructura se destaca que los proyectos desarrollados se diseñen de manera *ad hoc* con las necesidades, ya sea del cliente o de los objetivos establecidos previamente en la organización y los integrantes de cada proyecto pueden estar integrados a varios proyectos al mismo tiempo.

La estructura por proyectos se refiere a la administración y control de proyectos y organizaciones temporales. También se le denomina organización temporal para destacar la variable tiempo en este tipo de estructura; ya que el proyecto debe terminarse en un periodo determinado (Clegg y Bailey, 2008, p. 1318). Así, el término organización temporal se emplea como referencia de un proyecto que enfrenta ambientes específicos tal como lo hace cualquier organización en su operación (Clegg y Bailey 2008, p. 1319).

El personal del proyecto es una mezcla de especialistas que variará de acuerdo con la misión y el avance del proyecto. Así, un proyecto que exija un alto desarrollo profesional, requerirá un mayor número de especialistas. Los proyectos están típicamente organizados por tareas —estructura vertical— en vez de por funciones —organización horizontal—; la ventaja relativa de las organizaciones por proyectos estriba en el control y ejecución de asociados con una acción directiva autónoma y por medio de un grupo de técnicos; así se logrará mayor continuidad, flexibilidad y utilización de escasos talentos (Heyel 1986, p. 291).

Las empresas que trabajan en contextos inciertos reaccionan, generalmente, creando pequeños grupos de trabajo que mediante la improvisación y experimentación generan paso a paso una solución para las problemáticas que van surgiendo (Weik, 1996; cit. por Lindkvist 2008, p. 17). Por ello, la estructura por proyecto se ha utilizado en mayor medida en las organizaciones contemporáneas debido a que han aumentado los desafíos y la complejidad que enfrentan.

Las organizaciones tienden a adoptar una estructura por proyectos porque ofrece mayor capacidad y flexibilidad para manejar los constantes cambios del mercado y el ambiente general.

Esta capacidad y flexibilidad se debe a que las organizaciones estructuradas por proyecto tienden a investigar y generar mayor conocimiento mediante el desarrollo de sus proyectos, logrando organizaciones más profesionales.

Los proyectos pueden ser vistos como instancias relativamente puras de organización (*Idem*); pues los proyectos tienen un ciclo completo de organizar, diseñar, seleccionar alternativas, y poner en práctica acciones en un contexto dado.

Pieter van Donk y Molloy (2007) por su parte, analizaron los factores que influyen en el éxito de las organizaciones que operan con estas estructuras e identifican que destaca la capacidad que alcanzan para relacionarse con su contexto, entre ellas, la capacidad adquirida para equilibrar el poder; la dinámica, la estabilidad, la integración o diversificación de los mercados; la hostilidad general. Estas capacidades aunadas a la correcta delimitación de las características requeridas para el proyecto —grado de especialización, tecnología, duración, sofisticación requerida— y la capacidad para controlar los proyectos y rendir cuentas de los resultados, influyen para llevar los proyectos a buen término. Así también, en otro estudio de White y Fortune<sup>11</sup> (2003, p. 9) se identifica que los factores críticos para el éxito de los proyectos se relacionan principalmente con que se tengan objetivos claros, una agenda de trabajo realista y apoyo del director general.

Otra ventaja importante es que la responsabilidad es muy clara. El desempeño de los gerentes divisionales puede medirse en términos del alcance de los objetivos del proyecto, de sus utilidades o pérdidas (Pieter van Donk y Molloy, p. 2008).

Se identifica también que existe una alta tasa de proyectos que exceden su presupuesto inicial. En gran parte el fracaso de los proyectos se asocia con la falta de previsión de sucesos inesperados del medio;<sup>12</sup> o en ocasiones, debido a que el diseño de los proyectos es demasiado complejo y por ende inadecuado a la dificultad para modelar el mundo real, y a que la realización de proyectos requiere demasiada documentación y tiempo (White y Fortune, 2002).

---

<sup>11</sup> White y Fortune (2002, p. 1) realizaron un estudio de empírico en 995 organizaciones, donde se practica la administración por procesos, con el fin de identificar criterios comunes que definen que un proyecto sea exitoso.

<sup>12</sup> Cerca de 70% de los entrevistados respondieron que el fracaso de los proyectos se debió a la falta de proyección de cambios en el ambiente.

### III.4.5 Estructura por proceso

Como su nombre lo indica, la atención se centra en los procesos cuyos servicios medulares se realizan a lo largo de la empresa. Los servicios de soporte interno frecuentemente se organizan de esta manera, aun cuando los servicios de contacto directo con el cliente también tienden a adoptar esta estructura, que es una buena alternativa a la estructura funcional.

Las estructuras por proceso funcionan bien en opinión de Naomi Stanford, (2007, p. 53) cuando hay:

- Potencial para nuevos procesos o un cambio radical en los mismos.
- Procesos bien definidos para atender a clientes diferentes tanto internos como externos.
- Un requerimiento para reducción del capital de trabajo.
- Necesidad de reducir los tiempos de ciclo de los procesos.
- Poca interdependencia entre los procesos medulares.
- Diferentes culturas o equipos de trabajo entre los procesos medulares.

La naturaleza de la manufactura o del servicio prestado puede hacer necesario o conveniente dedicar parte de sus instalaciones a proveer cierto tipo de bienes, particularmente cuando la organización es intensiva en infraestructura y por tanto altamente especializada, como las plantas petroquímicas, las cementeras, la generación de energía eléctrica, etc.

### III.4.6 Estructura mixta

Una organización que opera con estructura mixta se basa en la idea de Henry Fayol quien sugirió la incorporación de “estados mayores” compuestos de asesores especialistas, preservando la unidad de mando pero no se proporciona autoridad a los especialistas para dar órdenes a nadie de línea, el subordinado recibe órdenes, asistencia e instrucciones de un sólo jefe, que toma decisiones tras escuchar las opiniones de los asesores especialistas (Montesa 2004, p. 20). Las organizaciones

que operan con estructura mixta mantienen como estructura central el modelo jerárquico, pero aplican una mayor especialización. Sin llegar al modelo funcional, las organizaciones mixtas se complementan con un conjunto de unidades de apoyo o auténticos especialistas llamados *staff* que asesoran a los distintos escalones jerárquicos tales como al asesor fiscal, gabinete de consultoría de ingeniería, etcétera,

El concepto de línea jerárquica se caracteriza por un matiz eminentemente ejecutivo, mientras que el *staff*, desposeído de autoridad, tiene como misión asesorar, apoyar técnicamente a la unidad de gestión correspondiente. Entre sus desventajas presenta la falta de coordinación de funciones entre la línea jerárquica y el *staff* con posibles interferencias, por tanto es importante coordinar las tareas de las unidades de apoyo para que emitan informes y asesoren bajo una unidad de dirección (Min-sal y Pérez, 2007, p. 7).

### **III.5 EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS CI+D+I CON BASE A SU PRODUCTIVIDAD**

#### **III.5.1 Los centros como organizaciones**

Los CI+D+I son organizaciones que congregan profesionistas y académicos unidos en una estructura estable mediante objetivos y valores relativamente comunes. En el periodo de fundación su estructura, como la de cualquier otra organización, se ve influida por factores de situación y contingencia. Es así que centros más antiguos tienden a contar con una estructura más formal, centralizada y rígida que centros más recientes, surgidos en contextos globales competitivos y flexibles. El tamaño de los centros y el tipo de tecnología que utilizan y desarrollan también influyen en la estructura que adoptan; de manera que centros que desarrollan productos muy diferenciados tienden a contar con más departamentos divisionales y, por ende, mayor personal.

Las exigencias del mercado también juegan un papel preponderante en la forma en que operan los CI+D+I. Por ejemplo, contextos complejos les exigen una mayor capacidad de adaptación, debido a que si no logran superar los constantes

cambios en los mercados —preferencias de los consumidores—, tipos de tecnologías —innovación— es menos probable que sobrevivan. La capacidad de adaptación se encuentra directamente asociada con la existencia de una estructura flexible en los CI+D+I.

Como en cualquier organización, para comprender el comportamiento de los CI+D+I, es necesario identificar cómo intervienen el ambiente externo y su clima organizacional, la cultura desarrollada tanto en su interior, como la del país en el que se desenvuelven y del sector en el que se desarrollan, las relaciones de poder y autoridad en las que interactúan, la propensión de sus integrantes a cooperar y las rutinas que se han elaborado con base en su historia.

De acuerdo con las tipologías de organización realizadas por Mintzberg (1989), los CI+D+I mantienen algún grado de semejanza con las organizaciones profesionales e innovadoras. A continuación se describirán las características que comparten y en las que difieren los centros con estos tipos de organización para avanzar en su comprensión.

Los CI+D+I pueden definirse como organizaciones profesionales, pues su organización tiende a ser burocrática, en sentido weberiano, y generalmente operan con una estructura descentralizada, para desarrollar proyectos de investigación dependen directamente de las habilidades y los conocimientos de sus profesionales y académicos, para generar sus productos. Asimismo, usualmente se encuentran muy unidos a sus clientes, demandantes de tecnología e innovación; así como de recursos humanos capacitados en el área de competencia industrial.

Los CI+D+I se encuentran influenciados en gran medida por el medio de profesionistas y académicos de la rama industrial; de manera que los cambios globales en las tendencias de innovación tecnológica, estándares de calidad, especialización, etc., son determinantes en la forma en que operan y desarrollan sus proyectos.

Otra similitud de estos centros radica en que se pueden presentar problemas de coordinación entre especialistas, así como resistencia a cooperar entre sí. Es decir, al estar conformados por profesionales existe una tendencia a que desarrollen un alto grado de especialización y competencia que genere resistencia para

coordinarse con áreas de especialidad distintas a las suyas. Esta resistencia a la cooperación limita la flexibilidad y capacidad de adaptación.

Por último, los CI+D+I presentan una gran diferencia con este tipo de clasificación, ya que en opinión de Mintzberg (1989), las organizaciones profesionales se presentan en contextos relativamente simples. En este sentido, destaca el grado de complejidad que enfrentan los CI+D+I como organizaciones insertas en mercados mundiales, donde la capacidad de adaptación, de generar conocimiento de punta, etc., determina su productividad y eficiencia y, por consiguiente, su supervivencia.

Con las organizaciones innovadoras, los CI+D+I también guardan un alto grado de semejanza. El medio en el que se desarrollan es complejo debido a los constantes cambios en tecnologías y sistemas. Se está en contacto directo siempre con sus clientes y se innova para satisfacer sus necesidades y requerimientos.

La estructura de las organizaciones innovadoras es flexible y fluida; asimismo, se requiere de flexibilidad estructural en los CI+D+I para poder adaptarse a los proyectos que se estén desarrollando, y una gran capacidad para conformar equipos de acuerdo con los requerimientos de los proyectos. También las organizaciones innovadoras se caracterizan por ser más democráticas que burocráticas. En los centros, por su parte, también debe existir un gran componente democrático para la toma de decisiones, principalmente en la selección de alternativas de desarrollo para un proyecto determinado.

En resumen, las principales características de los CI+D+I, en su calidad de organizaciones profesionales e innovadoras, son: por un lado, flexibilidad estructural que les permita adaptarse a los cambios constantes del medio; y por otro, una estructura que permita la coordinación entre profesionales para el desarrollo de proyectos según las necesidades de sus clientes.

### **III.5.2 Modelos de evaluación de la productividad de CI+D+I**

Los centros de investigación y desarrollo tecnológico se han orientado cada vez más a proveer productos de alto valor agregado para aumentar la competitividad del sector productivo.

Aunque un buen diseño organizacional no garantiza el éxito comercial de los productos, es un factor crítico para determinar la habilidad del centro en extraer el valor de la inversión en investigación y desarrollo y la orientación a proyectos acordes con las necesidades del mercado.

El diseño óptimo organizacional debe constituirse con base en el entorno de negocios de cada centro, y la productividad del centro tecnológico puede ser medida de acuerdo con los diferentes productos esperados de la investigación, ya sea básica o aplicada, de corto, mediano o largo plazo, y por su valor comercial.

La evaluación de los productos del centro permite monitorear la evolución organizacional y la medida en la que con el modelo organizacional implementado se alcanzan los resultados esperados. Además, permite descubrir nuevas relaciones causa-efecto, que se tendrán que integrar para mejorar la productividad del centro.

El modelo en consideración, por tanto, debe de permitir evaluar:

- *La excelencia* de la investigación y el desarrollo experimental (IDE) en la organización y el nivel de competitividad del centro. Representa el reconocimiento de la calidad y el valor del trabajo por la comunidad global de investigadores y los usuarios de la investigación, que puede ser el sector productivo.
- *La capacidad de desarrollar IDE*. En la creación y desarrollo de la infraestructura de IDE se incluyen las habilidades individuales del investigador, la infraestructura física y la integración de recursos.
- *El valor económico y social generado para la sociedad*. Los resultados de la investigación representan cambios, no necesariamente económicos, que benefician a la sociedad y a la competitividad del país, las regiones o las empresas.
- *El uso industrial*. Los resultados de la investigación interesan a la industria y contribuyen a la capacidad y viabilidad del sector productivo, incrementando su interés en la inversión en IDE.

Al seleccionar el instrumento de evaluación más apropiado, se requiere tomar decisiones clave. La primera, es determinar cuándo debería llevarse a cabo la evaluación, y establecer el marco apropiado, el tipo y la calidad de información que se



necesita. El marco debe reflejar la naturaleza de lo que se evalúa y los requerimientos para iniciar la evaluación.

Hay tres tipos de evaluación, de acuerdo con las etapas en las que se aplica:

- retrospectiva *ex-post*;
- intermedia de monitoreo, y
- prospectiva *ex-ante*.

Adicionalmente, hay dos grandes separaciones entre técnicas cualitativas y cuantitativas.

La evaluación *ex-ante* está basada en la estratificación y el manejo del análisis subjetivo. Los métodos son muchas veces complicados, pueden consumir mucho tiempo para implementarse y depender de la exactitud de las principales hipótesis referentes a un conjunto de variables diverso, como el desarrollo del conocimiento científico y el cambio pronosticado de los mercados.

La evaluación *ex-post* está basada en métodos de datos duros y que se consideran más confiables, aunque tal vez no sean los más adecuados para evaluar proyectos futuros. Por ejemplo, los resultados de la evaluación *ex-post* se pueden utilizar como un argumento de soporte e identificación de tendencias en la evaluación *ex-ante*. En algunos casos, los métodos cuantitativos reflejan mucho mejor los resultados de ciertos sectores, mientras que los métodos cualitativos son más aplicables en sectores que los resultados esperados son intangibles.

Ambos métodos se pueden utilizar para evaluar el mismo proyecto o programa. La combinación de los diferentes métodos depende, por supuesto, de las circunstancias, de las fuentes de información disponibles, de las características del sector o proyecto examinado, etc. Por ejemplo, es práctica común combinar evaluación por pares, caso de estudio y análisis de costo-beneficio.

Muchos de los resultados más importantes de la inversión en IDE e innovación —nuevo conocimiento, habilidades y experiencias— son intangibles e incuantificables y sus beneficios pueden no ser reconocidos por algunos años, mientras que su impacto se puede notar en áreas que pareciera no tienen relación (Swann, 1996; y SPRU, 1996). Esto ilustra la complejidad del tema de evaluación, pero no significa

que no se pueda experimentar con diferentes métodos y ser innovadores en los intentos por crear un método que sirva para nuestras necesidades.

Un resumen de los diferentes métodos se presenta en el cuadro III.1.

<b>CUADRO III.1</b> Métodos de evaluación.				
<b>Métodos</b>	<b>Cualitativos y semicuantitativos</b>		<b>Cuantitativos</b>	
<i>Ex-ante</i>	<i>Evaluación por pares</i>	<i>Predicción de Tecnología</i>	<i>Análisis Costo-Beneficio</i>	<i>Calificación por Puntuación</i>
	-Cuestionarios -Entrevistas	-Escenarios -Análisis morfológico -Matrices de impacto cruzado	-Tecnométricas -Precio opcional	<i>Enfoque por matrices:</i> -Análisis matricial -Toma de decisiones -Análisis multicriterio -Árboles de relevancia  <i>Enfoque sistémico:</i> -Análisis de sistemas -Modelado dinámico
<i>Monitoreo intermedio</i>	<i>Reportes de avance sobre hitos preestablecidos</i>			
<i>Ex-post</i>	-Casos de estudio -Trazo histográfico de logros -Eventos científicos críticos		<i>Indicadores cuantitativos</i> -Bibliometría -Indicadores CyT, IDE -Patentes -Modelos econométricos	Métodos financieros -Relacionales -Perfil de riesgos -Modelos de programación -Modelos de portafolio
FUENTE Piric y Reeve. N. (1997, p. 59).				

### III.5.3 Experiencia internacional de evaluación de la productividad de CI+D+I

La importancia que reviste la evaluación de los centros de investigación y desarrollo con base en su productividad, llevaron a CONACYT a realizar una investigación, a través de una alianza internacional con la Universidad de Illinois, bajo la dirección de la Dra. Julia Melkers, sobre los esquemas de evaluación que emplean 19 reconocidos centros a nivel internacional de nueve países, entre ellos, Estados Unidos, Canadá, el Reino Unido, Australia, Francia y Japón.

Adicionalmente a otros objetivos del estudio, se consideró que el proceso de valoración podría proporcionar una retroalimentación importante para la asignación de recursos y la determinación de los procesos de selección de proyectos de investigación y desarrollo. Cabe destacar que los grupos de proyectos a evaluar tienen concepciones de referencia independientes en los diferentes países, que pueden incluir desde términos como "portafolio", "iniciativa" o "programa".

En el cuadro III.2, se presentan las categorías y subcategorías de métricas de evaluación utilizadas en IDE, ciencia y tecnología e Innovación. Resume los modelos de evaluación analizados que constituye una propuesta para atender las necesidades de CONACYT a nivel operacional, así como las de otras agencias de fomento, empleando portafolios de investigación como unidad de análisis.

El modelo es una muestra simplificada de la complejidad del proceso de evaluación y de la naturaleza de largo plazo inherente a la investigación y al desarrollo. Por la naturaleza propia, las metas y los objetivos de la investigación y el desarrollo tecnológico pueden tomar años para ser evidentes los resultados y sus posibles contribuciones. El reto, en opinión de Melkers, J. *et al.*, es desarrollar un proceso de evaluación que refleje el hecho de que los cambios significativos producto de la investigación, que se conviertan en una realidad después de muchos años, al tiempo que provea información adecuadamente en tiempo y forma a los directivos que la requieran en la toma de decisiones de corto plazo.

Los productos de investigación van más allá de los beneficios científicos y económicos, también impactan a nivel social y humano. Así, una forma adecuada de evaluar el desarrollo no sólo debe de tomar en consideración los productos de largo plazo derivados de la investigación financiada, sino también considerar los productos de corto plazo en las esferas social, humana, económica y científica.

Resulta claro de esta experiencia la complejidad que implicaría encontrar un común denominador entre los procesos de evaluación, e intentar aplicarlos, aun suponiendo la disposición para el efecto, debido a las diferencias de nivel de desarrollo entre los centros de los países, y más aún con respecto a instituciones de países con un menor nivel de desarrollo económico y cuantitativamente, sino cualitativamente más limitado en el campo científico.

<b>CUADRO III.2</b> Resumen de categorías y subcategorías de métricas de evaluación utilizadas en IDE, Ciencia y Tecnología e Innovación		
<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Ejemplo de métricas</b>
Ciencia	Calidad de la ciencia	Patentes, citas, artículos, métodos, competencias personales
	Infraestructura/ Cooperación	Desarrollo de la red humana; interdisciplinariedad; cooperación regional e internacional
	Avance del tema: calidad emergente	Mayores recursos adicionales; nuevos métodos; nuevos modelos
	Apropiación/Riesgo	Metas y riesgos dentro de límites razonables
	Transferencia del conocimiento	Transferencia del conocimiento a la industria
	Exposición Internacional	Colaboración internacional; coautoría; importancia internacional
	Impacto regulatorio	Citas legales del trabajo científico
Industria y economía	Participación de la industria/red	Inversión industrial; colaboración de la industria; planes futuros de colaboración
	Eficiencia de Producción	Mejora en el desempeño; reducción de costos; reducción de tiempo al mercado
	Mercado	Ventas; participación de mercado; nuevos ingresos esperados (económicos con línea de tiempo)
	Desarrollo Tecnológico	Desarrollo de Producto/proceso; usabilidad; tiempo de ciclo de IDE
	Transferencia de Tecnología	Licencias; transferencia de los resultados a la industria; consultoría y proyectos con la industria
	Capital Humano	Trabajos creados; creación/expansión de empresas; transferencia de personal
	Apropiación	Utilidad; escalabilidad; practicabilidad; necesidad; urgencia
	Desarrollo Regional	Creación de pequeña y mediana empresas de alto impacto social/local
	Crecimiento de exportaciones y sustitución de importaciones	Nuevos productos, procesos, servicios e inversiones conjuntas
Infraestructura	Facilidad de uso de instalaciones	Compartir laboratorios, contabilidad híbrida, uso de equipo
	Transferencia de tecnología	Creación de organizaciones puente formales o informales; transferencia de personal entre industria-centro
	Propiedad intelectual	Reglas claras para transferencia o licenciamiento de la propiedad intelectual
	Modernización, mantenimiento o reconstrucción	Inversión en edificios, laboratorios, otras instalaciones, equipo
Social (no económico)	Impacto en salud	Mejoras en salud y bienestar
	Impacto ambiental	Reducción de contaminación, uso de energía y materiales
	Valor social / público	
Educación y Capacitación	Producción de estudiantes	Artículos; disertaciones; conferencias
	Becas	Soporte de estudiantes y posdoctorados
	Calidad de investigadores y estudiantes	Participación en el sistema nacional de investigadores y colocación de egresados
Políticas	Relevancia estratégica de la misión	Enunciado de la visión/misión, políticas, reglas
Diseminación y visibilidad (no académico)	Notoriedad pública	Conferencias, comunicados de prensa, reconocimiento de marca
	Intercambio de experiencias	Revistas de Innovación, fórums empresariales, publicación en páginas web
Administración Administración de proyectos / procesos	Programa / calendario	
	Presupuesto	
	Esquemas de colaboración	

## Barreras organizacionales

FUENTE CONACYT. (2004, 29). *Assessing the Outcomes of Mexican Federally Funded Research*. Chicago, IL., Melkers, J., Welch et al.

Cuadro III.3 Ejemplos de indicadores

<i>Categorías</i>	<i>Métricas</i>	<i>Evaluación</i>	<i>Tipo de datos</i>	<i>Fuente de los datos</i>
Calidad de la ciencia	Número de Publicaciones	Ex-ante, monitoreo, ex -post	Listas y citas cuantitativo	ISI (datos bibliométricos), reportes de los investigadores Nivel proyecto/programa/centro
	Historias de éxito	Monitoreo, ex-post	Cualitativo	Reportes de los investigadores Nivel proyecto/programa/centro
	Número de Colaboraciones internacionales	Ex-post	Cuantitativo	Reportes de los investigadores Nivel centro
Desarrollo de capital humano	Número de Personal capacitado o en posgrado	Monitoreo, ex-post	Cuantitativo	Reportes de los investigadores Nivel proyecto/programa/centro
	Número de investigadores en el SNI	Ex-post	Cuantitativo	Reportes de los investigadores Reportes SNI Nivel programa/centro
	Número de proyectos o colaboraciones con otros centros involucrando capacitación de personal			
Impacto económico	Número de patentes, licencias y compañías spin-off, y recursos obtenidos.	Ex -post	Cuantitativo Cualitativo, historias de éxito	Encuestas Reportes de los investigadores Finanzas Nivel proyecto/programa/centro
Colaboración con la industria	Número de socios industriales en proyectos o consorcios	Ex-ante, monitoreo, ex-post	Cuantitativo	Reportes de los investigadores Finanzas Nivel proyecto/programa/centro
	Monto de las contribuciones financieras de la industria			

FUENTE Adaptado de Australian Research Council (2002-2003).

El cuadro III.3 facilita la visualización del sistema de indicadores con base al utilizado por el ARC.

Un ejemplo específico de categorías y métricas es el adaptado de los indicadores utilizados por Australian Research Council (ARC). La misión del consejo australiano es avanzar la investigación y desarrollo de Australia a la excelencia, para ser competitivo globalmente y generar beneficios a la comunidad. Un programa relevante a su cargo, es el de los Centros Australianos de Excelencia en Tecnología y Ciencia.

Los objetivos de ARC son:

- Construir la escala y el enfoque de la investigación;
- promover enfoques interdisciplinarios en la investigación, y
- facilitar la colaboración en la investigación.

#### **III.5.4 El modelo del Sistema de Centros CONACYT**

Finalmente, en el cuadro III.4., se muestra un resumen de los indicadores de desempeño, metodología empleada por CONACYT como cabeza de sector de los 27 centros del sistema para la evolución de la productividad. Sobre el particular cabe mencionar, que por la naturaleza temática y consecuentemente vocación diferenciada, los indicadores no tienen una aplicación generalizada, a pesar de ser un sistema con gobernanza, normatividad y una serie de elementos comunes, y requiere aplicación específica por cada subsistema, Ciencia Básica; Ciencias Sociales y Humanidades, Desarrollo Tecnológico y, dentro de cada uno, ponderadores diferentes dependiendo de la orientación y mercado al que atienden.

Como conclusión sobre la evaluación de la IDE realizada en los CI+D+I se sostiene que los sistemas de evaluación revisados —19 instituciones a solicitud de CONACYT por Melkers J. *et al*, 2004, y otros sistemas como ARC, 2002— pueden ser más efectivos cuando están vinculados a la planeación estratégica, organizacional y de líneas de investigación, que incluyan metas y objetivos articulados y claros. Generalmente, los sistemas de evaluación más completos se caracterizan por una combinación de metodologías, de monitoreo regular del desempeño y por evalua-

ciones periódicas más a fondo que permitan un mejor examen de los impactos, a fin de estimar con mayor detalle, por ejemplo, los beneficios socioeconómicos de la investigación.

CUADRO III.4 Resumen de los indicadores en los Centros Conacyt		
Conjunto de indicadores		
<i>Marco lógico</i>	<i>Desempeño y evaluación de resultados</i>	<i>Convenio de desempeño</i>
Patentes otorgadas, modelos de utilidad, del total de patentes solicitadas por el centro	Número de patentes otorgadas y/o derechos de autor / total de patentes y/o derechos solicitados.	Ingresos propios / Gasto corriente con Rec. Fiscales
Proyectos de transferencia de conocimiento en relación al total de proyectos desarrollados	Proyectos de transferencia de conocimiento/total de proyectos desarrollados	Ingresos por I+D / Ingresos propios
Número de proyectos aprobados en fondos mixtos y sectoriales en relación al total de proyectos del centro	Número de proyectos aprobados en fondos mixtos y sectoriales / total de proyectos	Ingresos por servicios C y T / Ingresos propios
(Número de maestros y doctores graduados / total de investigadores del Centro)*100	Número de maestros y doctores graduados / total de investigadores	Ingresos propios / Personal C y T de planta
Alumnos graduados por cohorte en relación al total de alumnos matriculados por cohorte del centro	Alumnos Graduados por cohorte / Alumnos Matriculados por cohorte	Alumno graduado
(Número de posgrados en el PNPC / total de posgrados del centro)*100	Número de posgrados en el PNPC / Total de posgrados	Empresas atendidas en más de una ocasión / No. de empresas atendidas
Número de usuarios de los servicios/total de personal C y T	Número de usuarios de los servicios / total de personal C y T	Satisfacción de clientes (proyectos de mejora)
((Clientes en el año n / Clientes en el año n-1 del centro)-1)*100	Número de empresas apoyadas con proyectos de I+D/Total de proyectos de I+D	
Monto de recursos autogenerados / monto de presupuesto total	Monto de recursos autogenerados / Monto de presupuesto total	
(Número de tesis del posgrado concluidas orientadas al desarrollo socio-económico / Total de tesis concluidas)*100	Número de publicaciones arbitradas/Total de publicaciones generadas por el centro	
(Alumnos graduados insertados en el mercado laboral / Alumnos graduados)*100		
Productos de vinculación en relación al total del personal C y T del centro		
Población atendida o beneficiada a través de proyectos para el bienestar social/total de la población de la localidad o comunidad		

(Total de proyectos / Total de personal C y T del centro)*100		
FUENTE: Elaboración propia.		

Los resultados estimados del programa o proyecto se requieren para la evaluación ex-ante, que se mide generalmente por la evaluación por pares y cualitativa, y no se vincula fuertemente a la evaluación ex-post, que debe ser cuantitativa.

La composición del sistema de evaluación dependerá entre otras cosas de la naturaleza del sector de investigación, qué tan grande es el portafolio de proyectos del centro y los objetivos de la investigación. Encontrar los indicadores más adecuados es quizás la principal dificultad que enfrentan todas las propuestas de sistemas de evaluación, porque muchas veces hay que distinguir entre lo medible y lo interesante.

Adicionalmente a la complejidad propia de un sistema de evaluación requiere producir la información preliminar y refinar las métricas, el mantenimiento de los datos y los procedimientos de reporte, y desarrollar herramientas de recolección de datos adicionales o nuevas.

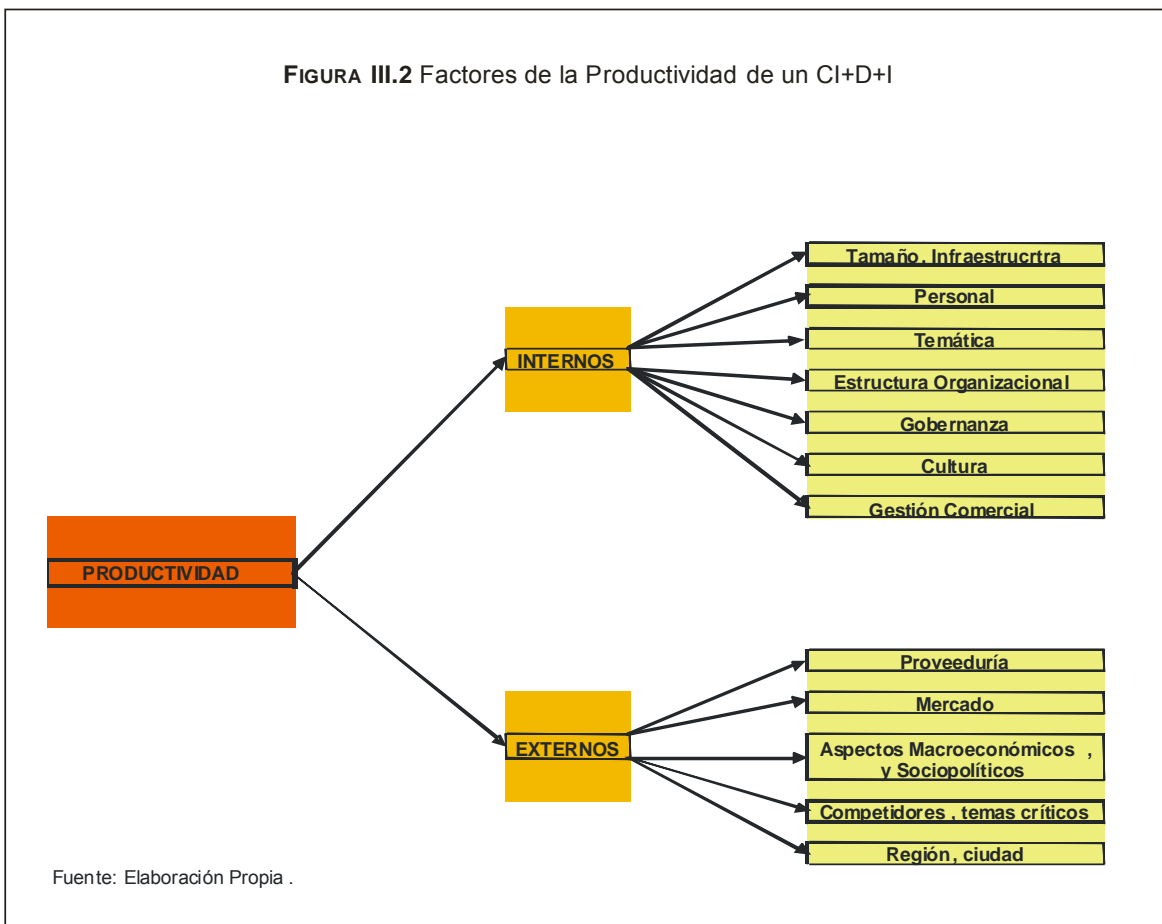
### III.5.5 Productividad, versión generalizable del concepto

La *productividad*, en términos comúnmente aceptados, es la relación que existe entre los resultados obtenidos de un proceso determinado y los recursos o insumos aplicados en tal consecución. Para el caso de los CI+D+I hay una enorme variedad de criterios y relaciones que caben dentro del término de productividad institucional; estas formas de medir la productividad tienen un peso relativo diferente, dependiendo de la naturaleza del centro, poseen formas distintas de interpretar los conceptos, debido a la variedad de herramientas para coleccionarlos y de no haber uniformidad en los ciclos de medición.

Independientemente del tipo de indicadores, que inclusive a nivel del cuadro en que se concentraron, es importante hacer hincapié que el propósito del proyecto de investigación sólo considera a la productividad como una herramienta para medir una de las muchas contribuciones que puede tener el que los CI+D+I trabajen con una estructura organizacional adecuada a su naturaleza y condiciones.



FIGURA III.2 Factores de la Productividad de un CI+D+I



Para los fines del presente trabajo se considerará como *productividad* a la relación de ingresos obtenidos por proyecto de I+D o por servicios científico tecnológicos realizados bajo contrato con entidades públicas o de la iniciativa privada.

Esta consideración, si bien es un indicador válido de la producción, evidentemente no es el único, y en apariencia resulta una sobresimplificación del tema, pero sin lugar a dudas, es el más representativo a nivel institucional, porque su condición es comparable respecto a ejercicios calendario previos sin mayor distorsión; además, la productividad medida así es común a todas las instituciones, hay forma de estandarizar las unidades monetarias actualizando su valor adquisitivo, cuando se trata de horizontes de tiempo marcadamente diferentes, y porque es una información existente en la inmensa mayoría de los casos, aun cuando, como en cualquier parámetro, se requiera el consentimiento de quien dispone de ella, por motivos regulatorios, estratégicos o de otra índole.

La productividad, tiene la influencia de una serie de factores, como se aprecia en la figura III.2, se detalla el grupo de variables de la estructura organizacional que inciden en la productividad y sus indicadores, que se estudian tanto para centros que operan con estructura funcional, como para los que lo hacen con otro modelo. Sin embargo, los centros que se estudian mantenían esos factores sin cambio significativo en el lapso en que, en su caso, hubo un proceso de innovación organizacional.

La gobernanza podría incluirse dentro de los factores de la organización, sin embargo se ha separado por la importancia o influencia que puede tener sobre la estructura en un tiempo relativamente corto y con impacto de largo plazo.

### **III.6 EL CAMBIO EN LAS ORGANIZACIONES**

El cambio organizacional puede darse en cuatro niveles: funcional, estructural, del comportamiento y relacional (Culebro, 1998). Pero para que pueda darse cualquier cambio se requiere una transformación en la estructura para que la organización pueda adaptarse a las nuevas situaciones. Por lo anterior, es de crucial importancia analizar el cambio en la estructura organizacional como factor importante para la adaptación de las organizaciones a contextos en constante cambio.

El cambio puede ser entendido como una modificación de las estructuras organizacionales y en las acciones que derivan en modificar funciones, procedimientos, normatividad y diseños estructurales (Coronilla y Del Castillo, 2000). El cambio, entendido así, tiene que ver con la necesidad de eficiencia. El interés reside, por un lado, en los procesos decisorios, en las estructuras de poder y el juego de intereses; por otro lado, propone cambios en la estructura normativa con el fin de alcanzar los objetivos organizacionales (Cabrero, 1995, p. 16).

No obstante para que exista el cambio organizacional se requiere una transformación estructural, pero no es suficiente. Cambiar es modificar ciertas reglas internas (Aktouf, 1997, p. 419); iniciar una reestructuración, sustituir valores, símbolos, también, reglas y normas y manuales de procedimiento. Cambiar, pues, implica un conjunto de actos que se suceden en la organización y que reportan distintos

niveles y formas de hacerse evidentes u observables. En suma, el cambio organizacional no es sólo iniciar un proceso de reestructuración, oficialmente autorizado y objetivamente “planeado”; el cambio tiene que ver con todo lo que sucede en la cotidianidad (Coronilla y Del Castillo, 2000).

### **III.6.1 Concepto de cambio**

En las organizaciones existe una dualidad o antagonismo; por un lado, se encuentra la estabilidad, expresada en forma de rutinas, normas y procedimientos de trabajo preestablecidos y, por el otro, el constante devenir de la gente, de las estrategias, las decisiones y objetivos específicos que se persiguen (Coronilla y Del Castillo, 2000, p. 77). El cambio organizacional sucede en distintos niveles y grados de complejidad. Entender el cambio en organizaciones formales requiere de establecer la relación que existe o puede existir entre los individuos, por un lado, y la organización como un conjunto, por otro. Esta dicotomía nos remite a pensar en la larga discusión que en el ámbito de las ciencias sociales ha existido entre actor y sistema, entre orden y acción (Arellano, 1997; Arellano y Cabrero, 2000). Visto así, el cambio organizacional es un proceso *híbrido* que describe a un tiempo múltiples lógicas y racionalidades, no siempre compatibles entre sí y congruentes con los objetivos generales de la organización.

El cambio organizacional, en términos generales, se entiende como un proceso social amplio, más allá de la estricta lógica normativa o legal, de la económica o política. El cambio organizacional se entiende también por el comportamiento de los actores involucrados en el alcance de sus objetivos y la movilización de sus recursos. Los actores están insertos en una dinámica organizacional con estructuras de acción en constante negociación. Actúan con patrones relacionales de poder, cuya lógica no es únicamente política, sino dada por sus posiciones en las reglas e interpretaciones que los espacios organizacionales definen (Arellano y Cabrero, 2000).

Los diferentes enfoques que conforman a la teoría organizacional describen el cambio organizacional como tres procesos: planeado o racional; adaptativo, intencional o emergente o como un proceso accidental.

Con base en el enfoque que concibe a la organización, como *un sistema racional*, se identifica la existencia de arreglos estructurales que están establecidos de forma deliberada y diseñados para obtener eficientemente ciertos fines previamente establecidos (Coronilla y Del Castillo 2000, p. 84). Así, la racionalidad se encuentra en la organización, no en los individuos que la componen.

El cambio organizacional como *proceso adaptativo* hace referencia a las transformaciones incrementales o radicales, anticipadas o emergentes, que llevan a cabo las organizaciones con el objeto de ajustar su funcionamiento a nuevos requerimientos de su medio, o a desequilibrios generados por las rivalidades existentes entre los individuos o grupos que la componen. Este tipo de cambio se explica porque la organización no sólo se adapta en función de las fuerzas externas, sino que también se produce por la necesidad que tiene la organización de adaptar algunos de sus componentes a un nuevo equilibrio de sus fuerzas internas.

El enfoque del cambio como *proceso accidental* describe que en el mundo de las organizaciones el cambio organizacional tiene fundamento en la interrelación individuo-organización-ambiente. En este contexto, al momento que un individuo o grupo emprende una acción cualquiera, ésta queda fuera de su control, pues entra en un universo de interacciones. También, el ambiente influye en el proceso decisivo, aspecto que ayuda a explicar por qué muchas veces se observa que el cambio siguió un curso distinto al expresado como intención inicial. Las acciones que emprende el medio afectan las expectativas y preferencias de los individuos (March y Olsen 1976, p.13).

### **III.6.2 Factores que detonan el cambio organizacional**

Como ya se ha mencionado, el medio surgido a causa de la globalización, la competitividad y los nuevos requerimientos de tecnología y calidad, generan exigencias para los CI+D+I. Estas exigencias estriban principalmente en la capacidad de adaptación y reacción al entorno; capacidades que usualmente requieren generar cambio en algunos aspectos de la organización.

Para lograr el cambio se presentan al menos dos problemas, uno debido a que las personas conciben intereses diferentes, y el otro las restricciones institucionales. En esta etapa se dan problemas de asimetría de información, de riesgo moral y de agente-principal, en la cual los participantes en ocasiones no entienden o simplemente no comparten los objetivos del cambio, por lo que utilizan sus espacios de poder para desviar el cambio (Weimer y Vining, 1999).

El concepto de organización remite a pensar en una dualidad que, en principio, aparenta ser una contradicción: la estabilidad aparejada al cambio (Arellano y Cabrero, 2000, p. 12). Organizar, en uno de sus sentidos básicos, significa dar orden, pero ese orden aparece como una expresión parcial debido al constante devenir que se registra en toda organización.

La necesidad de supervivencia es quizás uno de los principales factores detonadores del cambio organizacional. Cuando se dan cambios radicales en el ambiente, las organizaciones reaccionan ante ellos mediante un proceso de adaptación.

En resumen, las características de entorno —mercado, competitividad, globalización—, cultura, tecnología, innovación, entre otros determinan la propensión y la necesidad de cambio para las organizaciones. El cambio se orienta en función de la planeación, de la capacidad de adaptación de sus integrantes y de la experiencia adquirida en solución de problemas, pero también está en función de la estructura con que opere.

### **III.6.3 El cambio de estructura organizacional en CI+D+I**

La estructura de tipo funcional con que cuentan los CI+D+I no es la adecuada, como ya se ha visto, para instituciones que realizan actividades creativas, de naturaleza única y diferenciada, es decir, generación y aplicación de conocimiento original.

La falta de una estructura organizacional adecuada para los CI+D+I constituye uno de los factores que ha pasado desapercibido a pesar de que son instituciones intensivas en personal altamente calificado, y que la estructura establece las formas de interrelación para la consecución de sus fines.

El estudio acerca de los resultados de cambios aplicados en de estructura de centros internacionales y el impacto que formas alternas de estructura organizacional, adoptadas por en su productividad, permitan generar conocimiento la sobre relación existente entre la estructura y la productividad institucional y en su caso, definan las bases para conceptualizar una figura organizacional que contribuya a mejorar la productividad de centros que aun operan con un régimen funcional, como es el caso de la inmensa mayoría de los centros mexicanos.

El horizonte de la investigación arrojará luces sobre los elementos que deberán tomarse en cuenta para dictaminar el cambio organizacional en los CI+D+I y, a grandes pinceladas, las referencias para decidir sobre la implantación y circunstancias adecuadas hacia la optimización de la operación institucional.

El estudio de la estructura y sus relaciones con otros componentes de la organización puede convertirse a partir de este análisis una línea de investigación sobre el tema, que permita continuar con estudios más profundos sobre los procesos asociados a la organización de los CI+D+I, no sólo en el ámbito interno de la institución, sino en su relación con usuarios, con proveedores, aliados e inclusive con organizaciones con las que compiten.

### **III.7 RESUMEN**

La estructura organizacional en centros de investigación y desarrollo cobra su importancia real cuando se considera la influencia que tiene sobre el comportamiento de los individuos y grupos que forman parte de una organización.

Las organizaciones tienen propósitos definidos y por tanto la estructura soporta un comportamiento intencional y orientado hacia las metas institucionales. Las estructuras organizacionales facilitan el logro de las metas de la institución suponiendo que los gerentes saben cómo fusionar la estructura organizacional con las metas de ésta, y desean hacerlo.

En el capítulo se enuncian las principales características de las estructuras organizacionales, que en forma parcial o amplia se encuentran en centros, y son: funcional, matricial, por producto, por proyecto y mixta.

La organización es un espacio multidimensional; donde actúan diversos factores: individuo, el organismo, el poder, la lucha, la información, el efecto, la reproducción, la cultura, que se describen brevemente en el capítulo para tener una perspectiva más completa al analizar su relación con la estructura de organización y sus efectos.

Entre los factores externos del ambiente que influyen en la operación de las organizaciones destaca la atmósfera política de la sociedad, las fluctuaciones económicas, las actitudes cambiantes de los consumidores, las exigencias de los organismos internacionales, los aumentos en los costos. Merecen especial atención la cultura, en general y en particular alrededor de la formación de grupos de trabajo, el manejo del poder y liderazgo.

#### **Problema central de la presente investigación:**

- La mayoría de los centros adoptaron al momento de ser constituidos una estructura funcional, lo que no implicó mayor complicación por no contar con grupos grandes porque los trabajos realizados etapas de conformación generalmente son investigaciones individuales.
- La organización funcional no es adecuada para líneas múltiples, ni con productos que tienen ciclos de vida muy cortos; no operaría adecuadamente cuando se tiene una amplia gama de productos únicos, servicios, tipo de clientes ni en mercados en los que se manejan productos con ciclos de vida muy cortos, o la necesidad de innovarlos rápidamente, lo cual no es el *modus operandi* de los centros de investigación y desarrollo. El estudio de las implicaciones del cambio de estructura organizacional constituye el objeto central del presente trabajo de investigación.

#### **Evaluación de la organización de los CI+D+I:**

- La evaluación de los centros de investigación y desarrollo en base a su productividad es un considerando importante para los tomadores de decisiones sobre el devenir de los centros en especial en temas de inversión. El capítulo hace un

recorrido sobre experiencias nacionales e internacionales internacional de evaluación de la productividad de los centros.

- La complejidad implica encontrar la *productividad por investigador*, que en términos comúnmente aceptados, es la relación que existe entre los resultados obtenidos de un proceso determinado y los recursos o insumos aplicados en tal consecución, llevó a buscar un elemento común, representativo y de posible obtención primero para identificar las diferencias entre centros y después para buscar una asociación entre la estructura organizacional y tal indicador.

### **El cambio en las organizaciones:**

- Para determinar la relación entre el cambio de estructura organizacional y la productividad, se trata en el capítulo el cambio como fenómeno de la organización en un contexto amplio que puede darse en cuatro niveles: a nivel funcional, estructural, del comportamiento y relacional, para después asociar específicamente el estructural a la productividad.



## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **IV.1 EL PROBLEMA CENTRAL DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN: LA ESTRUCTURA FUNCIONAL EN CI+D+I**

##### **IV.1.1 Antecedentes y condición actual de la estructura funcional**

Debido a una condición generalizada de cultura empresarial, e inclusive del sector público, la mayoría de los centros adoptaron al momento de ser constituidos una estructura funcional, que fue fortaleciéndose en la medida que los centros se ampliaban. Esta condición no implicó mayor complicación cuando sus condiciones de operación no demandaban una configuración compleja para sus grupos de trabajo, ni la conformación de grupos significativamente grandes porque las investigaciones en esas épocas eran prácticamente de orden individual.

El problema organizacional que enfrentan actualmente las instituciones de investigación y desarrollo, que es el objeto de trabajo, tiene dos vertientes: la primera, la voluntad para generar circunstancias y consensos para dejar de lado la estructura funcional, y, la segunda, establecer las bases teóricas que permitan seleccionar la mejor opción para adoptar una estructura organizacional acorde a su naturaleza y condiciones.

##### ***IV.1.1.1 La estructura en organizaciones de sectores tradicionales***

La estructura organizacional que adoptan diferentes tipos de instituciones empresas, etc., tiene un impacto significativo en su operación y, consecuentemente, en sus resultados. Entre otros elementos que caracterizan la condición actual de la sociedad y el marco socioeconómico en el que actúa, es la alta tasa con que los factores que definen el entorno se modifican, y derivado de ello encontramos que a la fecha, hay varias razones por las cuales las estructuras tradicionales, ampliamente-

te apoyadas desde finales del siglo XIX y explicadas en el libro de Frederick W. Taylor, *Los principios de la administración científica*, ya no son válidas. Están basadas en una perspectiva del mundo que *ya no existe*, las cuales están tipificadas por Naomi Stanford (2006, p. 47), entre otros conceptos por:

- el control y la coordinación de la administración son esenciales para mantener la productividad y el desempeño;
- existe una "óptima" estructura para cada organización, y
- la especialización y división del trabajo incrementan la calidad y la cantidad de la producción, y
- el cambio de la estructura es la mejor forma para atacar los problemas que se detecten.

Esta perspectiva, llamada mecanicista, dio origen a la estructura funcional, caracterizada por una clara jerarquía sobre la fuerza laboral; una perspectiva impulsada por un estatus concatenado al avance real o aparente de posiciones personales y un énfasis focalizado en el contenido vertical de la tarea.

También a la fecha existen una gran variedad de industrias, en opinión de Davies, A. y Hobday M. (2005, p. 1), que están encontrando que las organizaciones tradicionales, incluyendo departamentos funcionales, unidades de negocio, y divisiones, se asfixian por falta de innovación. Conformadas como estructuras permanentes o semipermanentes, estas formas organizacionales son adecuadas para altos volúmenes de productos estandarizados y servicios, así como para la toma de decisiones repetitivas en un ambiente tecnológico y de mercado relativamente estables. Pero en un ambiente turbulento, incierto y cambiante estas empresas enfrentan una condición y problemática únicas que no pueden manejar.

#### ***IV.1.1.2 Historia***

En su origen las organizaciones funcionales se crearon para atender las necesidades de industrias que operaban con grandes lotes, producción masiva, procesos continuos y servicios estandarizados para llevar a cabo tareas rutinarias involucradas en su producción (Woodward, 1965).

Las estructuras funcionales para Naomi Stanford (2006, p. 49) poseen un formato altamente tradicional, derivado del punto de vista taylorista y con frecuencia se encuentran en organizaciones con un fuerte mando y control, como en las fuerzas armadas. La estrategia central de organizaciones funcionalmente focalizadas es maximizar los márgenes por medio de nivelar las economías de escala y la experiencia funcional. Las estructuras funcionales son efectivas cuando:

- existen mercados estables y no diferenciados con requerimientos;
- claros de los clientes y bien comprendidos;
- existe una cultura empresarial exitosa focalizada en el control;
- hay una línea de producto pequeña, o inclusive única;
- hay experiencia dentro de cada función;
- hay desarrollo de producto de largo plazo con ciclo de vida duradero, y
- la organización trabaja con estándares compartidos.

A pesar de que la organización funcional es la forma básica de organización, aplicación es bastante amplio, debido a que, como se verá más adelante, puede formar parte de nuevos diseños de reestructura organizacional, particularmente en instituciones de gran tamaño. Por su diseño, permite reunir en un departamento a un grupo de personas que se dedican a una actividad o a varias relacionadas, que se denominan funciones, de las cuales proviene la designación de la estructura.

Este tipo de organización se basa en el principio de la especialización de las funciones para cada tarea y se caracteriza (Minsal y Pérez, 2007, p. 4) entre otras consideraciones, por:

- *Presentar autoridad funcional o dividida.* Es una autoridad que se sustenta en el conocimiento y ningún superior tiene autoridad total sobre los subordinados, sino autoridad parcial y relativa.
- *Las decisiones se delegan a los órganos o cargos especializados.* Se hace hincapié a la especialización de todos los órganos a cargo.

El diseño funcional de la organización recibe ese nombre porque agrupa actividades de acuerdo con una lógica de similitud en las funciones de trabajo; es decir, a la naturaleza del trabajo que el personal realiza, pero la similitud funcional usualmente también implica altos niveles de interdependencia y metas comunes; por ejemplo, las funciones de una organización típica de manufactura que incluye producción, ventas, compras, personal, contabilidad e ingeniería, y puede incluir también finanzas, comercialización, entre otras. Con cada una de esas funciones el personal realizará tareas similares, interrelacionadas o interdependientes y lo que motivará para lograr sus metas.

#### ***IV.1.1.3 Aplicabilidad para la estructura funcional***

Como se señaló, la estructura funcional tiene una aplicación con resultados positivos en determinadas condiciones de las organizaciones mismas, así como del entorno en el que se encuentran operando. Las formas de administración mecanicista usadas en las organizaciones funcionales son aplicables en condiciones estables; sin embargo, señalan que la administración de tipo orgánico se adapta mejor para condiciones tecnológicas o de mercado rápidamente cambiantes.

La necesidad de incrementar los niveles de estandarización de los productos, asociados a la generación de altos niveles de manufactura, así como a la reducción de costos, llevan a buscar la especialización funcional y economías de escala y según Davies y Hobday (2005, p. 67), ejercen presión para que una compañía cambie hacia una organización funcional con diseño apropiado para trabajo perfectamente estandarizado, no para procesos de innovación.

Las organizaciones que crecen demasiado y mantienen la esencia de productos con alto volumen, pero en nuevas líneas, nuevos productos o mercados por atender, llevan implícito un incremento en la complejidad de su administración, por lo cual un diseño organizacional simple no cumple con los requerimientos de esas organizaciones, y según March (2006, p. 297), usualmente adoptan un diseño funcional para enfrentar las demandas crecientes de diferenciación, o fortalecen la estructura existente.

La estabilidad del entorno en el que opera una organización, en particular cuando el ambiente tecnológico reviste un carácter incremental, como relativamente estable y mercados crecientes de alto consumo, las organizaciones funcionales han provisto por tradición una forma efectiva de asegurar que los recursos de la empresa se empleen plenamente para lograr los altos volúmenes de producción esperados.

Los diseños funcionales maximizan, como señala Hatch (2006, p. 298), las economías de escala que resultan de la especialización y, por tanto, son eficientes en cuanto limitan la duplicidad de esfuerzos; la lógica de este tipo de organizaciones es altamente transparente para los empleados que pueden con facilidad identificar las conexiones que existen entre las tareas desarrolladas dentro de su función y las que otros desarrollan.

Un lado positivo del diseño funcional es que provee a la alta dirección de la organización un control rígido debido a que una sola persona está en posición de controlar un amplio panorama con respecto a lo que diferentes grupos están realizando. Es un control rígido, sin embargo, puede ser un problema serio debido a que en la soledad, el director general puede fácilmente quedar sobresaturado en la toma de decisiones a medida que la organización crece.

Ocasionalmente, en instituciones creadas por una estructura funcional, la necesidad de realizar cierto tipo de proyectos, ajenos al *modus operandi* tradicional, impone condiciones que inducen a una operación asimilada al proceso, empero, estos casos se encuentran con frecuencia muy limitados por las barreras existentes entre las funciones jerárquicas de los diferentes grupos que conforman la institución, así como por la falta de formalidad organizacional, de manera que no tienen consistencia a lo largo del tiempo ni la flexibilidad que su naturaleza requiere, limitando así el potencial inherente a la capacidad de los investigadores y tecnólogos que participan en la realización de tales proyectos.

#### ***IV.1.1.4 Debilidades y problemas de la estructura funcional***

La organización funcional, que operó con éxito durante décadas, en la actualidad tiene debilidades que inducen a la adopción de alternativas de organización. Se re-

quiere que permitan alcanzar el grado de competitividad que demanda, en todos los órdenes, el fenómeno de la globalización.

Algunas de las principales desventajas de la estructura funcional es que hace más difícil llegar a decisiones rápidas o tomar medidas inmediatas respecto a un problema, dado que los gerentes funcionales deben “reportar” a las oficinas centrales y quizás necesiten esperar mucho tiempo antes que se atienda una solicitud de ayuda (Stoner y Wankel, 1989, p. 282). Además, a menudo resulta más difícil determinar la responsabilidad y juzgar el desempeño; ya que si un nuevo producto fracasa, al haber sido elaborado en la interrelación de varios departamentos, es complicado determinar qué departamento falló. Por último, coordinar las funciones de los miembros de la organización puede ser un problema, ya que los integrantes de cada departamento están aislados de los de otros.

El rígido control de la alta dirección de una organización es un aspecto negativo de la estructura funcional, incluso se ha visto que los empleados puedan desarrollar una mayor lealtad a su propia función, más que a la organización como un todo, originando el problema de los silos funcionales. Otra limitación de la organización funcional es que nadie más en la organización tiene la misma perspectiva y responsabilidad, de tal forma que si el director general se retira repentinamente de la organización, no existen otras personas lo suficientemente preparadas para responsabilizarse del cargo.

En las estructuras organizacionales (Naomi Stanford, 2006, p. 46) este problema puede verse en empresas maduras —aquéllas con alrededor de dos décadas o más—, debido a que se fundamentan en la teoría clásica de la organización de la administración científica. Así, las organizaciones se estructuraron para alcanzar economías de escala y la estandarización del trabajo. El capital se veía como un recurso escaso y las oficinas corporativas ejercían control operacional sobre las divisiones, unidades de negocio y departamentos. Actualmente, muchas organizaciones grandes están pasando por un mal momento tratando de actualizar y renovar el legado estructural que heredaron.

## **IV.2 LA FALTA DE COMPATIBILIDAD DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL CON LA NATURALEZA DE LOS CI+D+I Y SU NECESIDAD DE INNOVACIÓN**

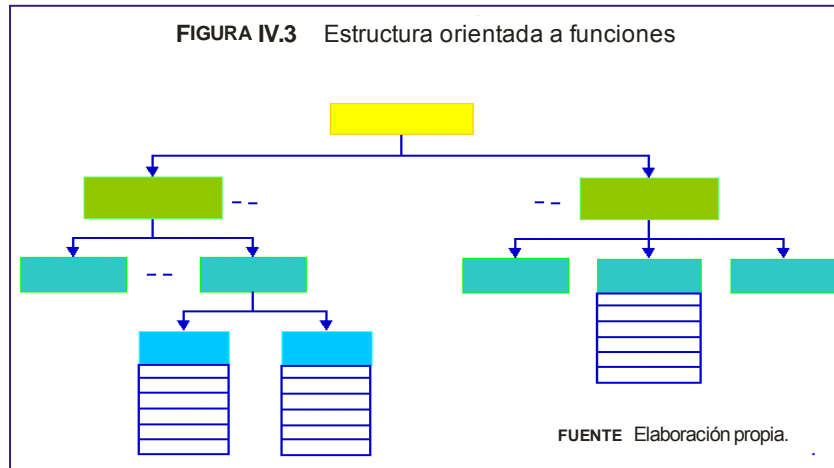
La organización funcional no opera adecuadamente cuando se tiene una amplia gama de productos, servicios, tipo de clientes, ni en mercados en los que se manejan productos con ciclos de vida muy cortos o la necesidad de innovarlos rápidamente, lo cual no es el *modus operandi* de los CI+D+I.

En las organizaciones funcionales hay una tendencia a establecer objetivos de manera independiente, y esto lleva a perder de vista los objetivos de la organización como un todo. Se forman barreras entre las diferentes funciones, lo cual impiden procesos interfuncionales, en particular en los casos de proyectos complejos con participación interinstitucionales o multidisciplinarios.

En CI+D+I las cargas de trabajo en labores creativas, con frecuencia resultan dispares por la falta de integración. La distribución e intensidad del trabajo de los integrantes de una organización están condicionadas por el liderazgo y por el grado de motivación que exista en cada departamento o función; sin embargo, esa diferencia se acentúa cuando las cargas de trabajo resultan de magnitudes marcadamente diferentes. La imposibilidad práctica de integrar grupos de forma tal que se logre un equilibrio en el esfuerzo demandado, ahonda aún más las diferencias entre ellos, mermando los resultados institucionales y las relaciones interpersonales.

En la mayoría de los CI+D+I de naturaleza multidisciplinaria la estructura es funcional y, por tanto, su operación se basa en especialidades temáticas claramente definidas con procesos independientes, integrados al interior de aquéllas, que generalmente sólo se comunican entre sí a través de una superestructura jerárquica, que ha operado adecuadamente para el modelo de investigación individual o para grupos muy pequeños.

La mayoría de los centros están estructurados verticalmente con líneas de autoridad (figura. IV.3), que ligan las diferentes funciones que las integran; la relación entre ellas se establece en el nivel jerárquico más alto de la organización.



Los silos de los molinos de trigo (figura. IV.4) constituyen una metáfora representativa de la organización funcional; en los silos existe solamente conexión en el nivel superior y descargas individuales, sin que medie conexión alguna entre ellos. Naomi Stanford (2006, p. 312), define a los silos organizacionales como:

...divisiones o departamentos que trabajan en forma independiente, resistiéndose a la cooperación y colaboración con otras funciones de la organización. Existe falta de información compartida entre ellas que conduce a la duplicidad, superposición y a una mayor lentitud para conseguir el trabajo se realice. Lo más peligroso es que también puede conducir a cometer errores y falta de acción cuando la ocasión lo requiere...

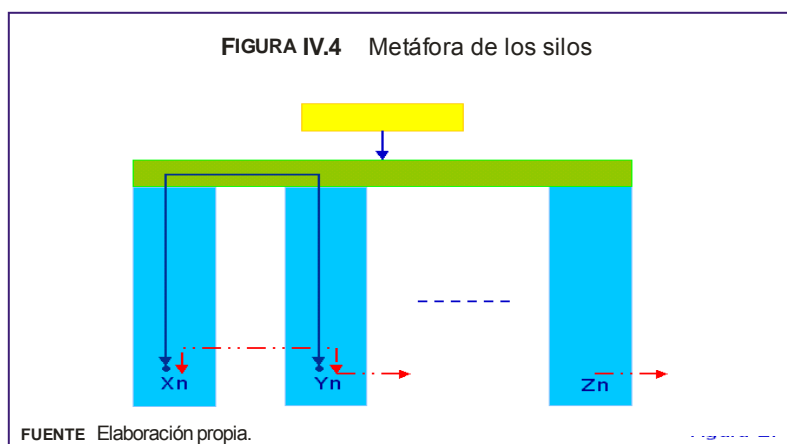
En ocasiones, los silos organizacionales no existen estructuralmente, pero a nivel individual o de pequeños grupos se genera *la mentalidad de silo*, también definida en el mismo glosario como:

...una percepción estanca, con frecuencia incentivada por la estructura jerárquica y reforzada por los sistemas de incentivos y reconocimiento. Personas con una mentalidad de silo son reticentes a compartir información, a establecer conexiones entre su trabajo y el trabajo de otros departamentos, o a visualizar dónde la colaboración podría implicar un beneficio mutuo...



Ambas condiciones son negativas para la operación institucional, pero son particularmente graves cuando se yuxtaponen limitando seriamente las interacciones del personal, que constituyen la esencia de una estructura organizacional, en detrimento de la productividad.

El trabajo a realizar presupone (figura. IV.4) un flujo horizontal de actividades de  $x_n$  a  $z_n$ , desde el primer paso a  $y_n$  tiene que subir, por el diseño de la estructura, al nivel de la coordinación para autorizar la realización de las actividades intermedias, como se ejemplifica con  $y_n$  hasta cumplir con la cadena de valor agregado del proceso total en  $z_n$ .



El flujo de la actividad a nivel operativo, muestra discontinuidades, paradójicamente, por efecto de la coordinación misma de las funciones que intervienen en una tarea.

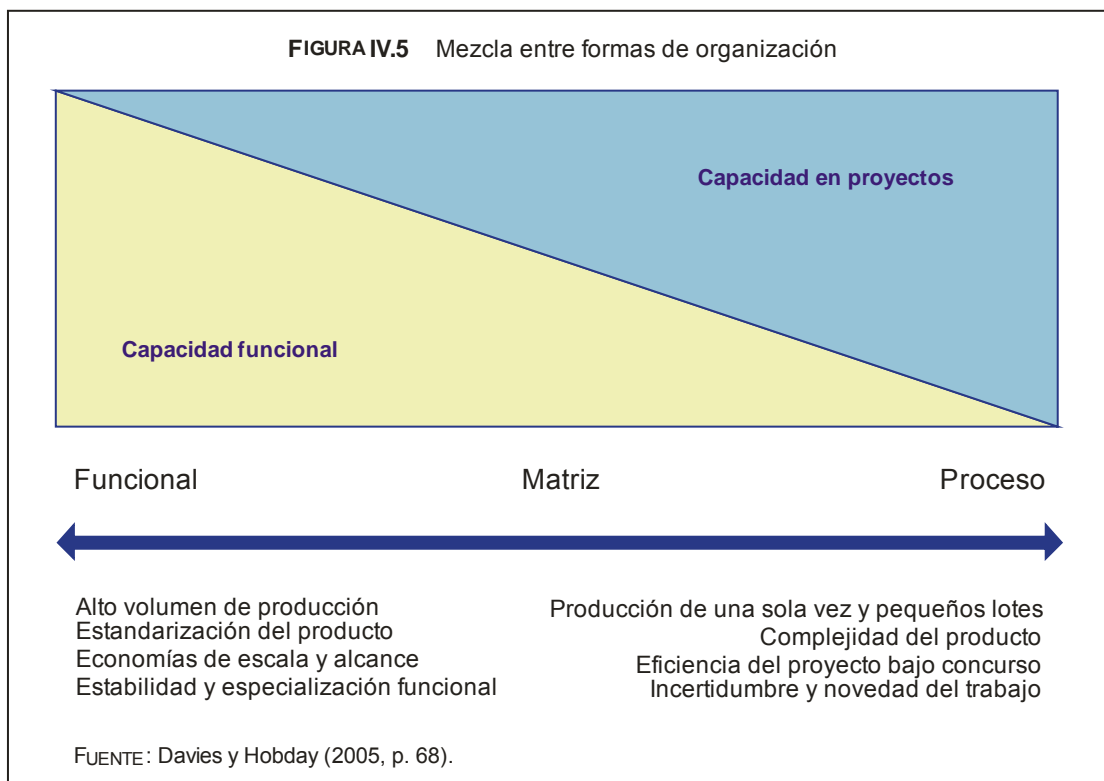
En el Anexo I se muestran algunos organigramas de CI+D+I nacionales como ejemplos de estructuras organizacionales.

En contraste con las estructuras jerárquicas y mecanicistas, empleadas en organizaciones funcionales que son adecuadas para condiciones estables, un proyecto atrae al personal a una estructura orgánica adaptativa y plana, o *adhocracia* que es capaz de generar soluciones innovadoras a necesidades específicas de los clientes, aún en condiciones rápidamente cambiantes.

Algunas de las innovaciones más importantes en la administración y en la organización de proyectos fueron desarrollados por compañías en los sectores aero-

espacial y militar de Estados Unidos, para sobreponerse a las debilidades de la administración funcional (Gaddis, 1960; Middleton, 1967).

La figura IV.5, propuesta por Davies y Hobday (2005, p. 68), muestra el continuo entre formas de organización de una institución en que se mezcla la forma de operar, dependiendo del nivel de complejidad, volumen de los productos que genera; en la cual se puede apreciar que existe una relación diametralmente opuesta entre una organización diseñada para alto volumen de producción, estandarización de productos, economías de escala y un horizonte estable, con una marcada especialización que se tiene dentro de la estructura funcional; en tanto que las organizaciones orientadas al desarrollo de proyectos están exactamente al otro extremo en que se consideran entregas únicas, o pequeños lotes de producción, con productos de alta complejidad tecnológica y requerimientos de alta eficiencia, enmarcados en un horizonte de incertidumbre e innovación de la tarea.



### **IV.3 El problema para la presente investigación: la situación organizacional actual de los CI+D+I y las opciones de solución**

La situación organizacional de los CI+D+I constituye la esencia del presente trabajo de investigación, se ha señalado la importancia de la ciencia y la tecnología en el contexto actual de la economía del conocimiento, como un fundamento sólido para la construcción de condiciones favorables para el desarrollo socioeconómico de la población.

Por una condición inercial, la mayoría de los centros adoptaron una estructura funcional, particularmente cuando sus condiciones de operación no demandaban una configuración compleja en sus grupos de trabajo ni significativamente mayor a trabajos realizados prácticamente en el orden de investigaciones individuales.

El problema que enfrentan actualmente las instituciones de investigación y desarrollo tiene dos vertientes: la primera, generar las circunstancias y consensos para dejar de lado la estructura funcional, validar las condiciones que así lo demandan, definir las prioridades y etapas para hacerlo, y, la segunda, es definir, considerando los antecedentes ya mencionados, cuál es la mejor opción para adoptar una estructura organizacional acorde con su naturaleza, sus condiciones prevalentes en el grupo de investigadores y tecnólogos que lo conforman, sus esquemas de gobernar, entre otros, y para ello se ha formulado una investigación a nivel internacional a fin de seleccionar la estructura organizacional adecuada que permita la operación de los CI+D+I con base en conocimiento derivado de experiencias internacionales.

Se ha tomado a la productividad institucional como posible indicador de una mejoría en la adopción de una estructura organizacional determinada. Para que el índice de productividad pueda ser aplicado, es necesario un cambio en la estructura organizacional que permita correlacionar de manera uniforme la experiencia que otros centros han tenido en el proceso de adopción de una nueva estructura y en la variación respecto a su condición previa de la productividad.

En el capítulo V se mencionan las herramientas aplicadas para establecer las mejores opciones de estructura organizacional para los centros de investigación,

ante determinadas circunstancias de origen y un rango de expectativas de contribución a la mejora operativa de las instituciones de investigación y desarrollo.

### **IV.3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

El estado del conocimiento analizado en el capítulo previo, “Marco teórico” se basa en un análisis detallado del concepto de organización, destacando que los centros de investigación y desarrollo esencialmente son organizaciones intensivas en personal de alto nivel académico.

La situación organizacional de dichos centros constituye la esencia del presente trabajo de investigación, y se ha señalado con anterioridad la importancia de la ciencia y la tecnología en el contexto actual de la economía del conocimiento, como un fundamento sólido para la construcción de condiciones favorables para el desarrollo socioeconómico de la población.

El problema que enfrentan actualmente las instituciones de investigación y desarrollo es contar con elementos teóricos que permitan definir, considerando los antecedentes ya mencionados, cuál es la mejor opción para adoptar una estructura organizacional acorde a su naturaleza y condiciones.

Se ha tomado a la productividad institucional como posible indicador de una mejoría en la adopción de una estructura organizacional determinada, para este índice pueda ser utilizado en el trabajo de campo detallado en el presente capítulo, como indicador de las distintas opciones que los centros han tomado. Un cambio en la estructura organizacional que permita correlacionar de manera uniforme la experiencia de varios centros sobre el proceso de adopción de una nueva estructura organizacional y en la variación respecto a su condición previa de la productividad.

Desde el punto de vista metodológico, el empleo de los indicadores que publicó la OECD (2008), sobre los *Principales Indicadores en Ciencia y Tecnología* han resultado de particular utilidad, porque permiten establecer relaciones con una cobertura global, del desempeño que institucionalmente tienen los centros de investigación: en primer término, como referencia genérica, la importancia que cada país le da al tema; también ilustran la relación que hay entre el origen de los recursos con

que operan las instituciones y el número de personas que laboran en el sector, esto en términos llanos habla de la productividad institucional, que constituye un referente firme para la interpretación de la información obtenida en campo.

El presente trabajo se desarrolla con un enfoque multimodal con el concurso de tres metodologías: una de corte cuantitativo y dos cualitativas integradas con un modelo que se detalla más adelante.

Esta investigación, de acuerdo con lo señalado por Moses (1985), pretende ser una contribución distinta al cuerpo de conocimientos sobre la estructura organizacional en los centros de investigación y desarrollo, por medio de una investigación original, que aporte ideas dignas de ser publicadas.

La pregunta de investigación del presente trabajo, se formula en los términos que siguen:

***¿Cuál es la estructura organizacional de elección para CI+D+I usando como indicador el cambio en la productividad de otros centros asociado a la adopción de una estructura organizacional?***

Los elementos para responderla se detallan en el capítulo V.

### **IV.3.3 Relevancia, pertinencia y factibilidad**

En la conceptualización de la investigación se analizaron, entre otros elementos que justificaran el trabajo, la relevancia y pertinencia del tema, así como la factibilidad de su realización.

*La relevancia* del proyecto de investigación se deriva de que el tema es una aportación original a la mejora de las condiciones en que se desarrolla la ciencia y la tecnología. Es un tema crítico que no ha sido estudiado, a pesar de tener un alto potencial de contribución al fortalecimiento de la I+D+I que actualmente son un factor determinante del progreso de las naciones, en particular para aquéllas con un menor grado de avance en sus economías.

Los centros de investigación y desarrollo son, por naturaleza, el medio idóneo para la generación y aplicación del conocimiento, por ello constituyen una base de la mayor importancia para la conformación del bienestar futuro de la sociedad en que están inmersos.

El proyecto de investigación tiene *pertinencia* para México, en particular porque al insertar su economía en los esquemas globales, el país no invirtió suficiente en ciencia y tecnología y su nivel de competitividad ha bajado del nivel 47, que ocupó en el reporte de 2007, hasta llegar al nivel 50 de 55 países, según informe del IMD (The World Competitiveness Scoreboard, 2008).

A la fecha, el gasto interno en investigación y desarrollo experimental, GIDE, sigue bajo, para 2005 fue de 0.46% del Producto Interno Bruto (PIB), según los Indicadores de Actividades Científico Tecnológicas (2007) CONACYT; cuando Banco Mundial recomienda al menos una inversión de 1%; los países con que compite México invierten arriba del 3%. Urge hacer más eficiente la inversión e incentivarla con resultados positivos.

La realización de este proyecto de investigación se considera *factible* desde el punto de vista académico, en primer término, porque el tema central no ha sido tratado de manera integral, y los temas que conceptualmente comparten con otro tipo de organizaciones, en particular del sector manufacturero y de servicios, sólo tocan tangencialmente el concepto, de manera que el trabajo de investigación constituye una aportación original.

El tema de estudio es de interés para los centros de investigación y desarrollo que se encuentran en una etapa incipiente en su trayectoria, o bien que inician el periodo de consolidación institucional que puede estar entre los 20 y 30 años de haber sido fundados, por lo que han manifestado disposición a compartir su experiencia.

Este conjunto de centros constituye una parte significativa de los ya existentes en países que, como México, iniciaron en época reciente este tipo de instituciones y en no pocos casos de organizaciones en países desarrollados que tienen apertura hacia la innovación, no sólo desde el punto de vista científico-tecnológico, sino del administrativo que repercute en el nivel de resultados que pueden alcanzarse.

El tema, además de ser complejo, reviste aspectos sensibles profesionalmente para los funcionarios e investigadores a quienes se dirigió el cuestionario, sin embargo, haciendo un planteamiento claro de los objetivos y destacando la secrecía a nivel institucional de la información proporcionada, se pudo obtener una respuesta satisfactoria que permite, desde el punto de vista estadístico descriptivo, un panorama amplio de la situación del tema a nivel internacional.

El diseño multimodal con que se trabaja este proyecto constituye un sólido soporte de los resultados que permiten combinar metodologías que aplicadas a diferentes aspectos de la relación que tiene la estructura organizacional en la operación de los centros, complementen cada una de las tres metodologías, permitiendo al mismo tiempo, funcionar como un esquema de triangulación para corroborar la compatibilidad de los resultados que las tres metodologías aportan.

El apoyo de medios electrónicos hace factible el acceso a funcionarios de centros ubicados en países remotos. Aun cuando el proceso tomó tiempo, se obtuvo una muestra representativa desde el punto de vista de la tipología, temática, tamaño, país de origen, etc., lo que aporta una riqueza de consideración.

Las entrevistas a profundidad ahonden en detalles finos sobre el proceso de toma de decisiones en temas estratégicos alrededor de la estructura organizacional, tanto en la detección de las condiciones que promovieron un cambio para las organizaciones que en realidad lo tuvieron, así como en la interpretación de los resultados de tales cambios, y las vivencias directas o referidas de centros que en no han dejado de operar con una estructura funcional, además de conocer las razones que han llevado a que la organización no haya pensado adoptar una forma alterna de estructura y, en general, las condiciones que la rodean.

Los casos de estudio aportan una visión detallada del proceso de gestación de la evolución institucional y permiten conocer los pasos intermedios y la evolución de indicadores importantes, no sólo por el conocimiento que aportan de la vivencia de un centro y el resultado después de este ciclo, sino que permiten a través de un análisis de contraste, cerrar el ciclo de análisis y proponer conclusiones del mismo.

Así, el enfoque multimodal con estas tres aproximaciones metodológicas hace analíticamente factible el proceso y garantiza, como ya se mencionó, la cobertura de ángulos diversos del problema en estudio.

### **IV.3.2 Propositiones de la investigación**

#### **Objetivo general**

Generar conocimiento, con base en la experiencia internacional, sobre la estructura organizacional de los CI+D+I y la relación que tiene con sus resultados, que conduzca a integrar elementos para que los tomadores de decisiones puedan pronunciarse por la alternativa de implantación estructural más adecuada a determinadas circunstancias de un centro.

#### **Objetivos específicos**

Determinar los resultados derivados de procesos asociados a la conformación o variaciones de la estructura organizacional en los CI+D+I.

Integrar, a partir de la experiencia internacional exitosa, las bases para modelar la estructura organizacional para centros de I+D+I con elementos comunes a los encontrados en casos de éxito.

#### **Condiciones de la investigación**

Para el desarrollo del trabajo de investigación se estableció un marco de referencia con los criterios siguientes: Cobertura global de los CI+D+I analizados, con vocación multitemática, y que hayan manejado proyectos con al menos *una* de las siguientes características:

- de más de un millón de dólares;
- realizados con 15 o más investigadores, y
- de naturaleza multinacional.

Los centros que operan con una base cercana a la figura de un proyecto por investigador, o con grupos muy pequeños, no se consideran para efecto de la pre-



sente investigación, debido a que en esos casos la relación interpersonal para la consecución de cierto nivel de resultados no es relevante, o inclusive, no existe.

#### **IV.4 DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

Se desarrolló con un enfoque multimodal, que implica un proceso de recolección de datos cuantitativos y cualitativos para dar respuesta al problema propuesto. El enfoque multimodal permite, por la diversidad de sus aproximaciones, obtener una visión más precisa del fenómeno, por lo mismo, ayuda a sortear las debilidades que los diversos métodos que pudiesen presentar, particularmente en un estudio complejo, como es el caso tanto por el objeto de estudio en sí mismo, como por la cobertura que se pretende alcanzar.

En el contexto de la metodología multimodal, la investigación tiene una mayor orientación cualitativa; la fase cuantitativa constituye un elemento que proporciona medios para la interpretación de los resultados de las entrevistas de profundidad y de la información derivada de los estudios de caso.

Caracterizar el universo de los centros no es el objetivo de la investigación, lo cual, adicionalmente, no es factible modelar ni aún a nivel nacional, mucho menos a nivel internacional, por la pluralidad de circunstancias, temática y *modus operandi* inherentes a la esencia, entre otras consideraciones.

A partir de los resultados de la investigación del estado del arte, señalada en el capítulo correspondiente al marco teórico sobre el cambio organizacional y el diseño e implantación de nuevas estructuras organizacionales en los CI+D+I, se delinean a continuación las partes que integran en conjunto la metodología multimodal en la que se desarrolla el presente trabajo de investigación:

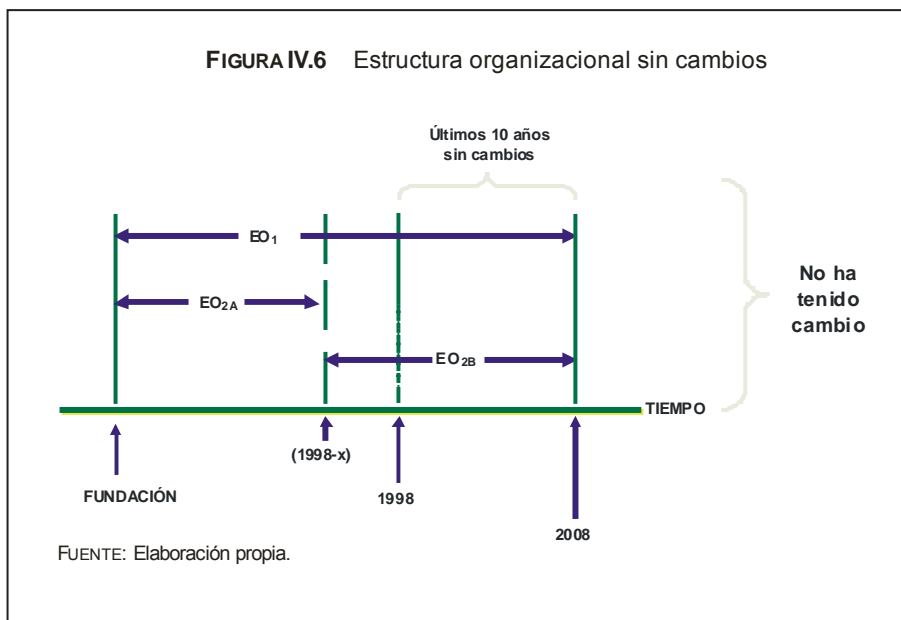
- *El componente cuantitativo*, que se trata en el apartado IV.7, está orientado a recabar información de centros de diferentes países del mundo para conocer e interpretar el fenómeno del cambio organizacional, contando con una serie más amplia de puntos de vista.

- *El primer componente cualitativo*, descrito en el apartado IV.8 está constituido por entrevistas de profundidad en instituciones selectas que aportan detalles sobre la estructura organizacional con que operan y establecen las relaciones prioritarias entre los factores que indujeron o inhibieron un cambio y sus consecuencias, con un enfoque estratégico.
- *El segundo componente de tipo cualitativo*, tratado en el apartado IV.9, se integra con dos estudios de caso de instituciones de investigación y desarrollo, una europea privada y una nacional de carácter público, que son representativas de las condiciones organizacionales determinantes de los centros de I+D+I.

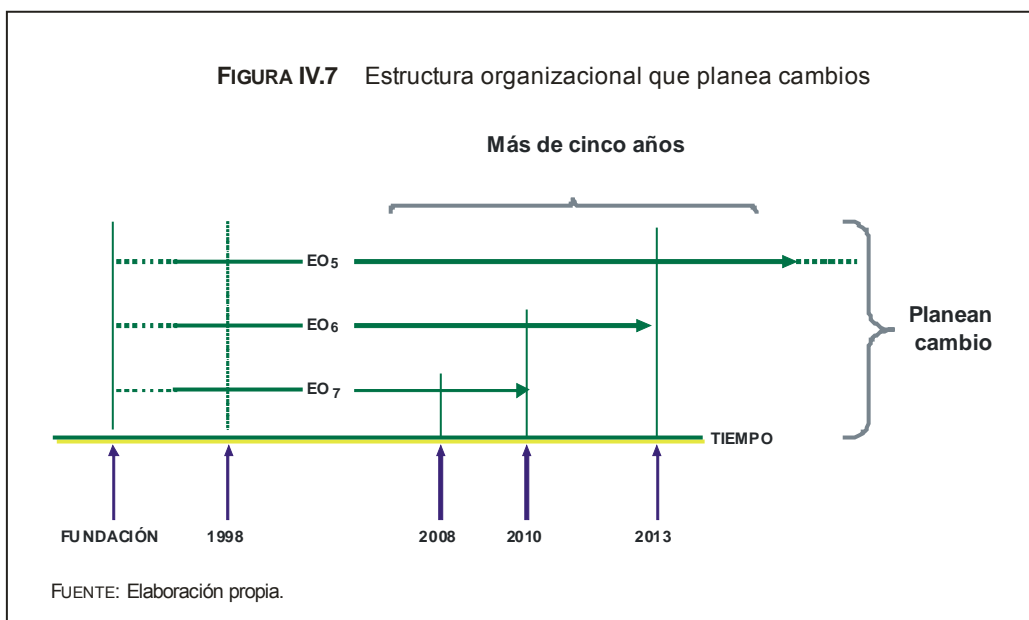
El propósito de esta investigación es aportar conocimiento sobre la estructura organizacional de elección para los CI+D+I, partiendo de que la funcional no es adecuada a su naturaleza, y considerando como indicador el cambio de productividad de otros centros asociado a la adopción de una nueva estructura organizacional. Para este fin fue necesario estudiar centros que tuvieron un cambio en su estructura organizacional y el impacto que hubo en su nivel de productividad.

Se ha tomado a la productividad institucional como indicador de una mejoría de la adopción de una estructura organizacional determinada. Para que el índice de productividad pueda ser aplicado, se requiere que ambos cambios se presenten de manera simultánea o estrechamente concatenados y sea posible correlacionar con bases uniformes la experiencia de varios centros sobre el proceso de adopción de una nueva estructura organizacional y en la variación respecto a su condición previa de la productividad.

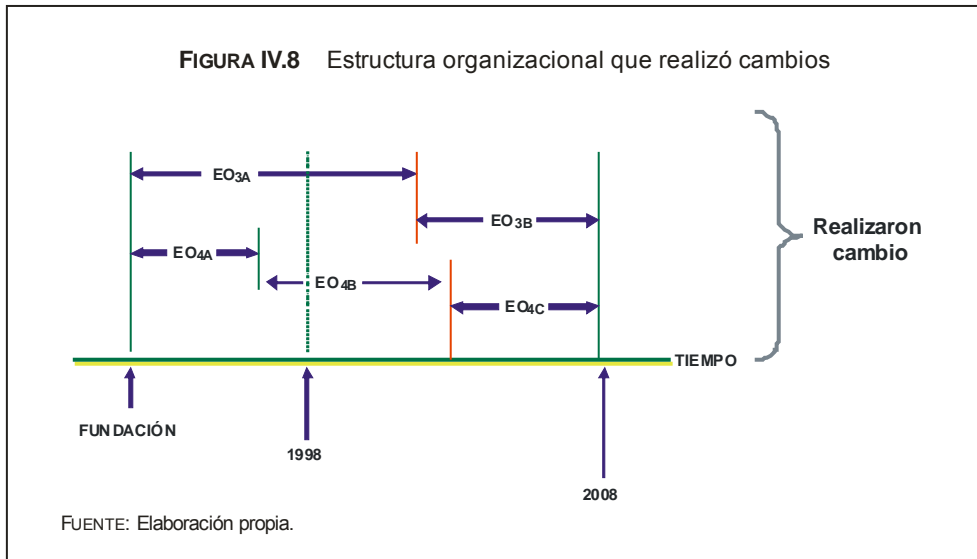
Para ilustrar las diferentes condiciones en las que se pueden presentar los cambios de estructura, se muestran representaciones esquemáticas de las diferentes circunstancias. En la figura IV.6, el diagrama muestra la estructura organizacional de un CI+D+I que no ha tenido cambios desde su fundación, ( $EO_1$ ) o que no tuvo cambios en los últimos diez años ( $EO_{2B}$ ).



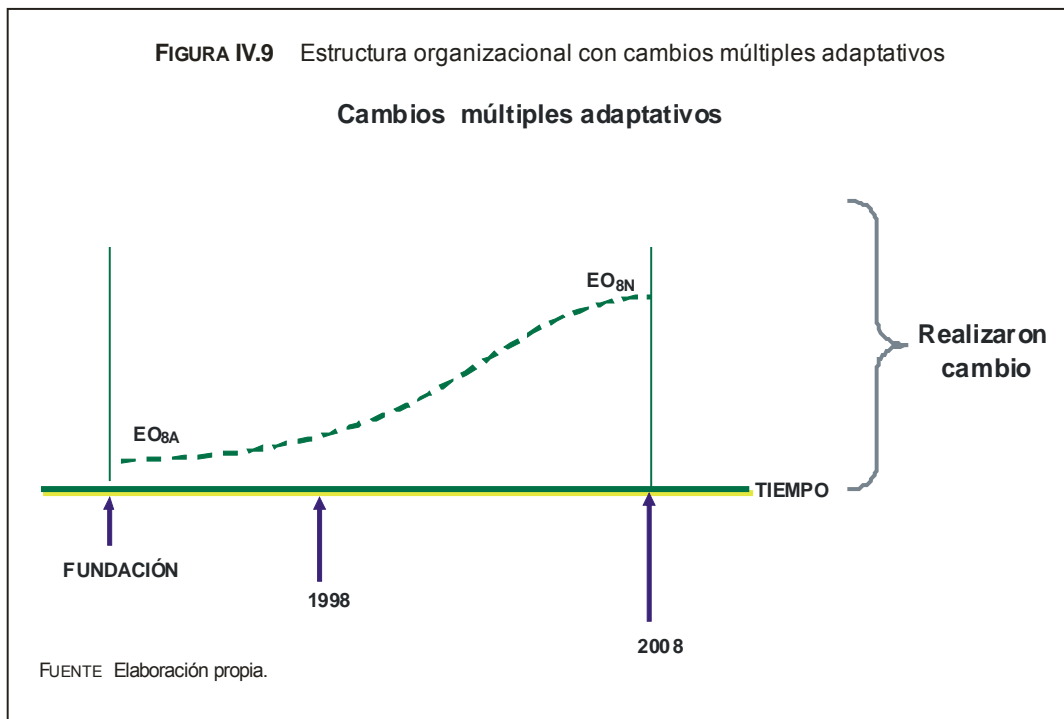
La institución contempla modificar su estructura organizacional (figura IV.7) a corto, mediano o largo plazo, sin depender de su fecha de fundación (EO<sub>5</sub> a EO<sub>7</sub>).



En la figura IV.8, el diagrama representa dos casos de modificación de la estructura organizacional de un CI+D+I, (EO<sub>3B</sub>) con un solo cambio desde su fundación, y (EO<sub>4C</sub>) con varios.

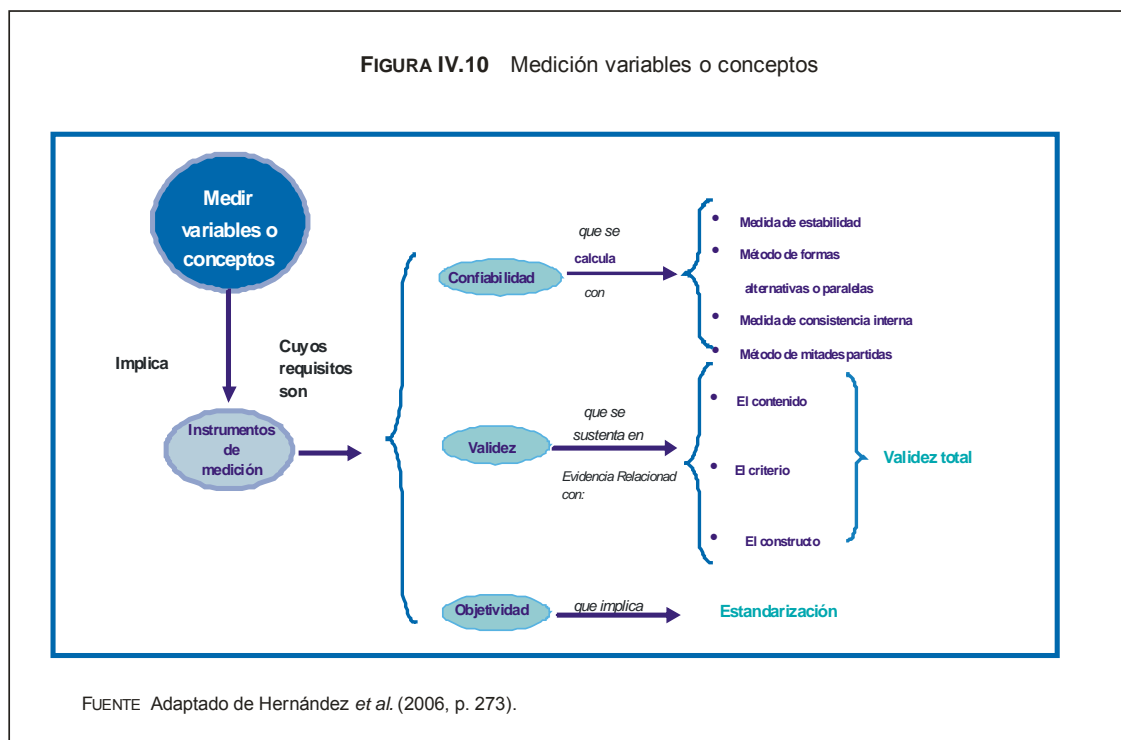


Finalmente, en la figura IV.9, se muestra una situación en la que la estructura organizacional ha experimentado cambios múltiples adaptativos ( $EO_{8N}$ ).



## IV.5 VALIDEZ, CONFIABILIDAD Y OBJETIVIDAD

La aplicabilidad del conocimiento que se genere como fruto de la presente investigación, se ha estructurado para satisfacer los parámetros que el rigor académico demanda, y a efecto de tener un modelo referente para el propósito, a continuación se analizan los requisitos que en opinión de Hernández *et al.* (2006), un instrumento debe cubrir para recolectar apropiadamente datos cuantitativos: *validez, confiabilidad y objetividad*, así como el concepto de medición y los errores que pueden cometerse al recolectar datos.



Se presenta el proceso base para el diseño del cuestionario, formas para evaluar los contenidos y el procedimiento de codificación de datos cuantitativos y la forma básica con que se prepararán para su análisis.

En la figura IV.10 se aprecia de manera gráfica la relación entre la medición, que supone la disponibilidad de datos y los elementos fundamentales para su evaluación y análisis.

### IV.5.1 Validez

La *validez*, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento, realmente mide la variable, es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia relacionada con: el contenido, el criterio y el constructo, Hernández et al. (2006).

La validez del *contenido* denota el grado en que un instrumento refleja un dominio específico de la naturaleza de lo que se mide. Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida.

La validez del *criterio* de un instrumento de medición se establece al compararla con algún criterio externo que pretende medir lo mismo. Cuanto más se relacionen los resultados del instrumento de medición con el criterio, la validez será mayor. El principio de la validez de criterio es sencillo: si diferentes instrumentos o criterios miden el mismo concepto o variable, deben arrojar resultados similares.

Un constructo es una variable que tiene un lugar dentro de la hipótesis, teoría o esquema teórico. Es un atributo que no existe aislado sino en relación con otros y debe ser inferido de la evidencia que proviene del instrumento que se utiliza para su análisis. La validez del *constructo* es la más importante, sobre todo desde una perspectiva científica, pues se refiere a la eficacia de un instrumento para representar y medir un concepto teórico.

La estructura organizacional idónea para cierto tipo de CI+D+I puede considerarse como un constructo dentro de la vida institucional, y es válido reconocer respuestas distintas ante insumos organizacionales diferentes, lo que podría cuestionarse, desde el punto de su validez, sería la productividad, si se considerase en términos absolutos, por las diferencias existentes entre las economías de los diferentes países en que se ubican los centros estudiados, y los puntos de divergencia; de ahí que la productividad sea tomada como un indicador relativo, ya que los cambios se estudian para cada centro respecto a sí mismo, condición que valida tanto el contenido, como los criterios en su determinación.

### **IV.5.2 Confiabilidad**

*La medición* es “el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos”. Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que se desea conocer.

*La confiabilidad* de un instrumento de medición es el grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados similares.

Los términos en los que se mide la productividad *per capita*, y sus elementos integrantes, tienen parámetros de referencia internacionalmente aceptados, y en algunos casos, en que pudiese haber condiciones especiales, normalmente se especifican, como por ejemplo la participación de personal eventual, de tiempo parcial o subcontratado se integra en el Informe de la OECD como investigadores equivalentes a tiempo completo, lo que uniforma el criterio.

### **IV.5.3 Objetividad**

La objetividad se refiere al grado en que un instrumento de medición es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador o de investigadores que lo administran, califican e interpretan (Mertens, 2005). La productividad *per cápita* que reportan los centros es un instrumento objetivo, porque se deriva de los procedimientos oficiales con que los propios centros reportan de manera clara y transparente a sus autoridades, ya sean del sector privado o público. Otra ventaja es que en la inmensa mayoría de los casos es información disponible si no de naturaleza pública, sí mediante una solicitud, considerando en algunos casos premisas de confidencialidad sobre la fuente.

## **IV.6 VARIABLES E INDICADORES**

Para este propósito se considera como variable central a la estructura organizacional, cuyas alternativas de solución fluctúan entre las estructuras desarrolladas recientemente y aceptadas en diferentes aplicaciones y circunstancias, estas formas

organizacionales fueron tratadas en el capítulo II: matricial, por producto, por proceso, mixtas, etc.

La complicación no estriba en la determinación de los criterios para adoptar una estructura diferente a la funcional, sino a que un cambio de esta naturaleza tiene implicaciones mayores y no es una decisión que pueda revertirse rápidamente. Aun cuando en principio no implica un costo financiero significativo sí puede presentar problemas en caso de no seleccionar la mejor opción, en ese sentido falta conocimiento que sustente la relación entre la estructura organizacional y la operación de la institución.

El hecho de considerar la perspectiva internacional es por que sus centros tienen una trayectoria mucho más larga en su operación; los centros en México y de muchos otros países en desarrollo tienen una vida relativamente corta.

El criterio por adoptar se fundamenta en los resultados obtenidos por los centros que cambiaron su estructura organizacional en un periodo relativamente corto, considerando los casos con una aportación positiva, neutra o negativa. Para evaluar la contribución del cambio con una base amplia de centros, se buscó un indicador común y con posibilidades de ser obtenido en los centros en estudio.

Este indicador es la productividad, considerada *per cápita*, y es definido como los ingresos que la institución obtiene por el desarrollo de productos de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o servicios científico tecnológicos bajo contrato, entre el número total de personas que laboran en la institución, calculado con una base anual.

Manejar el ingreso *per cápita* tiene por objeto minimizar el efecto que el tamaño de una institución pudiese tener respecto a las otras, y se considera el cambio como la relación obtenida de un periodo respecto al anterior en el que ocurrió el cambio, aplicando el criterio para todos los casos. Esta forma de calcular el indicador reduce también los efectos que los valores absolutos de productividad total pudiesen representar, orientando el análisis de la variación del indicador para cada institución en particular respecto a sí misma:

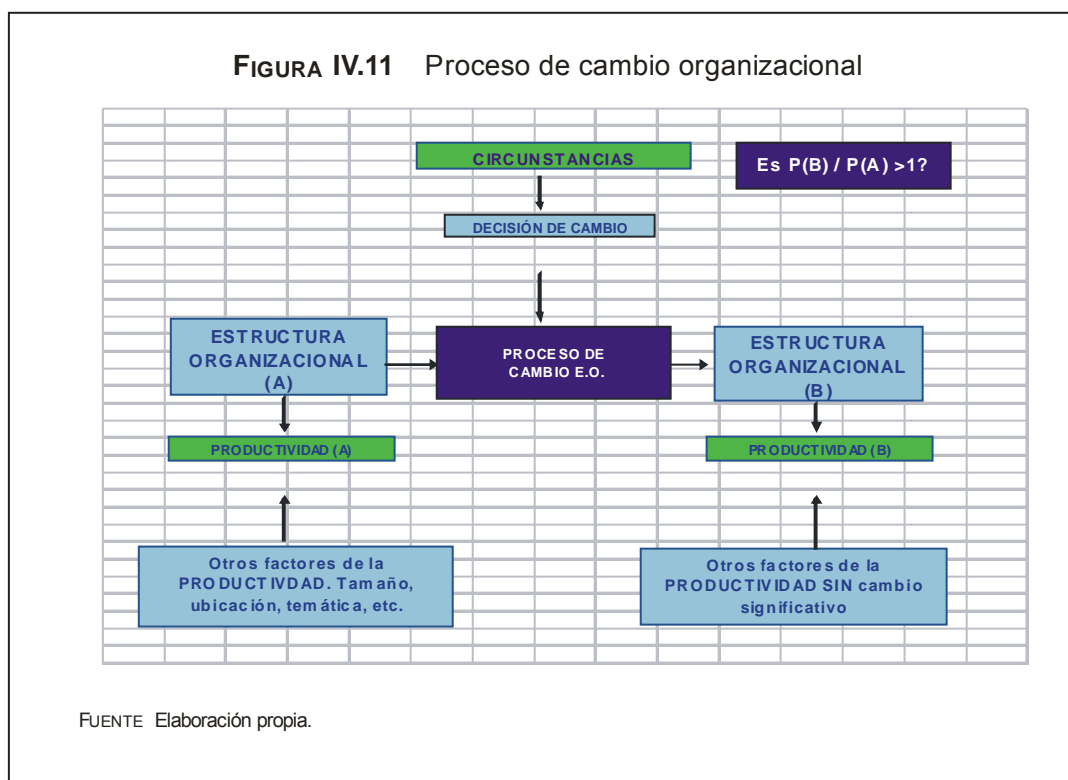
$$(\text{Ingreso p contrato en } t_n / \text{personal total en } t_n) / (\text{Ingreso p contratado en } t_{n-1} / \text{personal total en } t_{n-1})$$



Siendo  $t_{n-1}$  a  $t_n$  el lapso comprendido entre el inicio del proceso de cambio, y la consumación del mismo.

En la figura IV.11 se señalan de manera esquemática las relaciones del cambio organizacional respecto a la productividad en cada caso.

La medición de la productividad *per cápita* no tiene mayor complejidad porque inclusive ésta se puede obtener directamente a partir reportes de la OECD a nivel país (V. Anexo III), integrado por valores de las diferentes organizaciones que conforman el sector ciencia y tecnología de cada país.



Los tres enfoques metodológicos, además de recabar información directa sobre el cambio de estructura organizacional en determinados centros, permiten la formulación de una teoría rival que establece que la mejora se da principalmente por alguno de los factores de la productividad distintos a la modificación de la estructura organizacional. El estudio de la teoría rival da garantía sobre la validez del resultado que se obtenga, ya sea que la teoría propuesta sustente una estructura adecuada

o, en su caso, que la teoría rival pudiera dirigir las conclusiones en una dirección diferente.

Las variables que sustentan la teoría rival son: Las variables liderazgo, infraestructura, cantidad de personal, gestión comercial y finanzas, gobernanza, mercado, ingresos del personal.

Por naturaleza los centros de investigación son responden sistémicamente a estímulos internos y externos. En ese sentido resultaría utópico pensar que una variable pudiera tener un comportamiento estrictamente estanco, es decir, la modificación de alguno de los factores relevantes de la vida institucional, tiene necesariamente repercusión en los demás.

En lo referente a las variables que soportan a la teoría rival, el objetivo es determinar que los impactos colaterales y próximos al cambio no afecten en el nivel de productividad, porque en caso contrario, y si se presenta un comportamiento uniforme de esta naturaleza en los centros en estudio, la teoría rival quedaría validada, o en su defecto, desecharse y aceptar la teoría propuesta.

Los indicadores para estas variables quedan definidos por la naturaleza misma de los conceptos: para el liderazgo, un cambio de líder formal o informal de la organización que implique una mayor influencia sobre el personal. En cuanto a la infraestructura puede considerarse una ampliación o reducción, por ejemplo, una venta, una fusión que haya implicado pérdida o adquisición de inmuebles, maquinaria o equipo; también pueden ser producto de una inversión etcétera.

En relación a las variaciones significativas en la cantidad de personal, un crecimiento en número, difícilmente implica un incremento en la productividad *per cápita*, por capacitación, inducción, entre otros; sin embargo, una reducción orientada sí podría tener una repercusión de corto plazo en el nivel de la productividad.

Un cambio mayor en la gestión comercial, como un rediseño en la atención a los clientes que lograrse proyectos de más alcance y, en consecuencia, una mayor productividad *per cápita*; estas variaciones pueden orientarse hacia la concentración de la gestión, a su dispersión, inclusión de agentes externos y posibilidades de ajuste; el aspecto financiero puede resultar de altísima sensibilidad para el efecto de la productividad *per capita*; este aspecto a su vez está relacionado con cualquiera

de los otros o variar por sí mismo, o inclusive en cuestiones de orden pragmático, como pudiera ser una posición restrictiva de los gastos y costos asociados al desarrollo de proyectos.

La integración del conocimiento sobre la productividad *per capita* considerada como un fenómeno en sí mismo y de la teoría rival que permite formular una conclusión sobre la existencia o no de un impacto de la estructura organizacional en centros de investigación y desarrollo, o bien proponer una mezcla de criterios sobre una posible estructura organizacional de funcionamiento preferente para centros de investigación.

La conclusión apoyará el establecimiento de una línea de investigación más profunda sobre la relación de una estructura organizacional determinada respecto a otras variables de interés en la vida institucional, de tal manera que en mayor o menor grado todos los factores que afectan a la productividad de este tipo de instituciones requieren mayor investigación.

## **IV.7 ENCUESTA INTERNACIONAL**

### **IV.7.1 Cuestionario**

La estructura del cuestionario está conformada por dos apartados: uno común a todos los centros; y el segundo a elegir entre tres opciones dependiendo de la condición de su estructura organizacional:

- Centros que *no han tenido* cambio organizacional en los últimos 10 años;
- Instituciones que *planean* realizar un cambio significativo en su organización, y
- Centros que *ya realizaron* un cambio organizacional.

En el cuadro IV.5, se muestra la integración de los reactivos por cada bloque del cuestionario, el Anexo IV, la carta de presentación con la que se enviaron los cuestionarios y en el Anexo V, el cuestionario *in extenso*.

CUADRO IV.5 Reactivos del cuestionario			
<i>Tipo de institución</i>	<i>Cuestionario</i>	<i>Condición de la institución de referencia</i>	<i>Reactivos</i>
	1	Instrucciones para llenado del cuestionario	0
	2	Temas genéricos	14
	3	La institución no ha tenido cambios organizacionales	6
<b>A</b>		Suma de reactivos	20
	1	Instrucciones para llenado del cuestionario	0
	2	Temas genéricos	14
	4	La institución planea realizar cambios organizacionales	9
<b>B</b>		Suma de reactivos	23
	1	Instrucciones para llenado del cuestionario	0
	2	Temas genéricos	14
	5	La institución ha realizado cambios organizacionales	20
<b>C</b>		Suma de reactivos	24
FUENTE: Elaboración propia.			

### IV.7.2 Muestra

En el cuadro IV.6, aparece el grupo de países participantes en el estudio cuantitativo; se seleccionaron de forma tal que hubiese una representación de centros ubicados en países con alto grado de desarrollo, así como en otros con diferente grado de desarrollo económico. En total se enviaron 168 cuestionarios de los que se recibieron 31 respuestas de 15 países.

En el cuadro aparece la relación de cuestionarios enviados a otros tantos centros de cada país; el número de respuestas obtenidas y el porcentaje que representan del envío; también se muestra el tema principal en que trabajan los centros seleccionados, aclarando que la mayoría de ellos tienen cinco o más temas diferentes; sin embargo para efecto de una visión global se tabuló el más representativo.

El cuadro IV.6 muestra que se envió un mayor número de cuestionarios a centros orientados a temas relativos al desarrollo tecnológico: automatización, eléctrica, electrónica, tecnologías de información, alimentos, nutrición y agrícolas, en orden de importancia; lo anterior obedece a que el desarrollo de investigación aplicada,

tecnología e innovación en los campos referidos, usualmente demanda la conformación de grupos multidisciplinarios y, en no pocas ocasiones, interinstitucionales para el desarrollo de proyectos más complejos y de mayor alcance.

CUADRO IV.6 Cuestionarios enviados y recibidos por país

No.	País	Encuestas Contestadas	Encuestas contestadas por país	TEMAS													
				Administración	Biol, Biotecnol., Microbiología	Desarrollo Tec. Automatización	Eléctrica, Electrónica, Informática	Energía	Alimentos; Nutrición; Agrícola	Humanidades, Ciencias Sociales	Medicina; Salud; Farmacéutica	Manufactura	Materiales	Polímeros	Química	Metrología,	
África	Burkina Faso	3	1						1								
	Tanzania		1			1											
	Uganda		1														1
						1			1								
América del Norte	Canadá	19	4	1	1	1										1	
	Estados Unidos		1	1													
	México		14			2	3		1		4	1	1	1	1		
				2	1	3	3		1		4	1	1	1	2		
América del Sur	Colombia	2	1		1												
	Jamaica		1		1												
					2												
Asia	China	4	1						1								
	Jordania		1		1												
	Tailandia		1										1				
	Turquía		1										1				
						1				1			2				
Europa	Alemania	3	1										1				
	Dinamarca		1								1						
	Finlandia		1					1									
								1				1	1				
	<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	

FUENTE: Elaboración propia.

Se hizo hincapié en los centros ubicados en Canadá, Estados Unidos y México debido a la proximidad geográfica, e intereses compartidos desde el punto de vista macroeconómico, por el Tratado de Libre Comercio y una alta afinidad en diversos

aspectos. No obstante, porcentualmente la participación fue menor que la de otros países en los que se envió un solo cuestionario.

Entre otros factores esta situación apunta a que los centros de investigación en países con alto grado de desarrollo, no sólo de América sino de Europa y otras latitudes, tienen un mayor recelo en compartir su experiencia, aprecian tener resuelto el tema organizacional, o bien, son países con una alta exposición a estudios basados en encuestas de opinión, lo que restó motivación a participar en el estudio, adicionalmente a que el tema es complejo y delicado.

La experiencia internacional y nacional en el manejo de cuestionarios reporta tasas de participación mucho más bajas que la obtenida en el presente estudio, lo que resulta positivo para efecto de la presente investigación.

No obstante, el modelo expuesto en el apartado IV.8 sobre las entrevistas de profundidad, los ejecutivos de centros de investigación de países desarrollados mostraron una enorme apertura a colaborar en el proceso de generación de conocimiento, inclusive un centro europeo accedió a proporcionar información basta para la elaboración de un estudio de caso.

La respuesta tomó tiempo, pero fue satisfactoria. Los resultados del análisis de la información obtenida de la aplicación del cuestionario internacional se trataron en el apartado V.1.

Se aplicó el cuestionario vía Web y se orientó más a la representatividad temática, naturaleza constitutiva y operativa, que a integrar una muestra numéricamente representativa de los centros de investigación y desarrollo a nivel mundial. El resultado del análisis de la información cuantitativa no pretende constituirse en representativa de los atributos del universo de los centros de investigación, sino disponer de una herramienta sólida para interpretar el fenómeno de la influencia de la estructura organizacional desde una perspectiva internacional, con condiciones y temáticas enriquecedoras por su diversidad.

## IV.8 ENTREVISTAS DE PROFUNDIDAD

La entrevista de profundidad, en su calidad de método cualitativo, permite obtener información para el estudio y contribuir en el diagnóstico de las estrategias relacionadas con la estructura organizacional en CI+D+I mediante conversaciones de nivel profesional presenciales.

El formular preguntas y escuchar respuestas es un proceso que crea una situación concreta alrededor de la vida institucional de los centros de investigación, en el que se propicia un desarrollo de interacción, creador y captador de significados que aportan elementos valiosos para la comprensión de la fenomenología relacionada con la estructura organizacional de los mismos.

Dada la naturaleza de la información sobre la cual versaron las entrevistas, ofrecí específica y claramente la confidencialidad en los puntos que lo requiriesen y en algún caso, inclusive el anonimato de la institución y del entrevistado.

Las entrevistas se asimilaron al modelo de dirigida o estructurada, en el que la conversación se orientó de manera flexible siguiendo el esquema de preguntas que sigue: Considerando como *productividad* a la relación de ingresos obtenidos por proyecto de investigación y desarrollo o por servicios científico tecnológicos realizados bajo contrato con entidades públicas o con la iniciativa privada respecto a los *recursos* —personal, capital, infraestructura— empleados en su realización.

El tiempo y el interés de los entrevistados se orientaron el curso de las entrevistas, por lo que no se abordaron todas las proposiciones temáticas, en cada entrevista. El análisis se presenta en el apartado V.2

## IV.9 ESTUDIOS DE CASO

La segunda fase metodológica de tipo cualitativo que se aplicó se basa en estudio de caso, integrada con dos estudios realizados a una institución europea privada y una nacional, de carácter público, ambas representativas de las condiciones organizacionales determinantes de los centros de I+D+I.

Un estudio de caso es, en opinión de Yin (2003), una indagación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto en la vida real, espe-

cialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes.

El estudio de dos centros con la modalidad del método del caso puede generar una interrogante sobre la generalización de las conclusiones que se deriven del estudio, por lo que cabe aclarar que no se pretende generalizar conclusiones de tipo alguno a partir de estos casos en análisis, sino de estudiar dos situaciones que arrojen luz sobre un problema amplio.

En los estudios de estas organizaciones se muestra la evolución histórica de variables críticas y las circunstancias que prevalecieron en el momento de la toma de decisiones concernientes con ajustes a la estructura organizacional y la repercusión, que en su caso, hubo en la operación institucional.

Se buscó esta combinación de instituciones para hacer un análisis de contraste, que dé realce a consideraciones útiles a fin de conocer a fondo problema.

A la solidez y consistencia metodológica que el estudio de caso tiene por sí mismo, las encuestas internacionales de carácter cuantitativo y las entrevistas a profundidad son elementos sólidos para hacer una triangulación de los hallazgos con el fin de concluir con certidumbre sobre las bases para una nueva generación de conocimiento.

Siguiendo el punto de vista de Stake (2000); Yin (2003); Creswell (2005) y Mertens (2005), los estudios de caso deben complementarse con una triangulación de fuentes de datos y utilizando diferentes herramientas, entre ellas las entrevistas y los cuestionarios, como se ha planteado.

Los resultados del análisis de la información obtenida del estudio de casos se trata en el apartado V.3

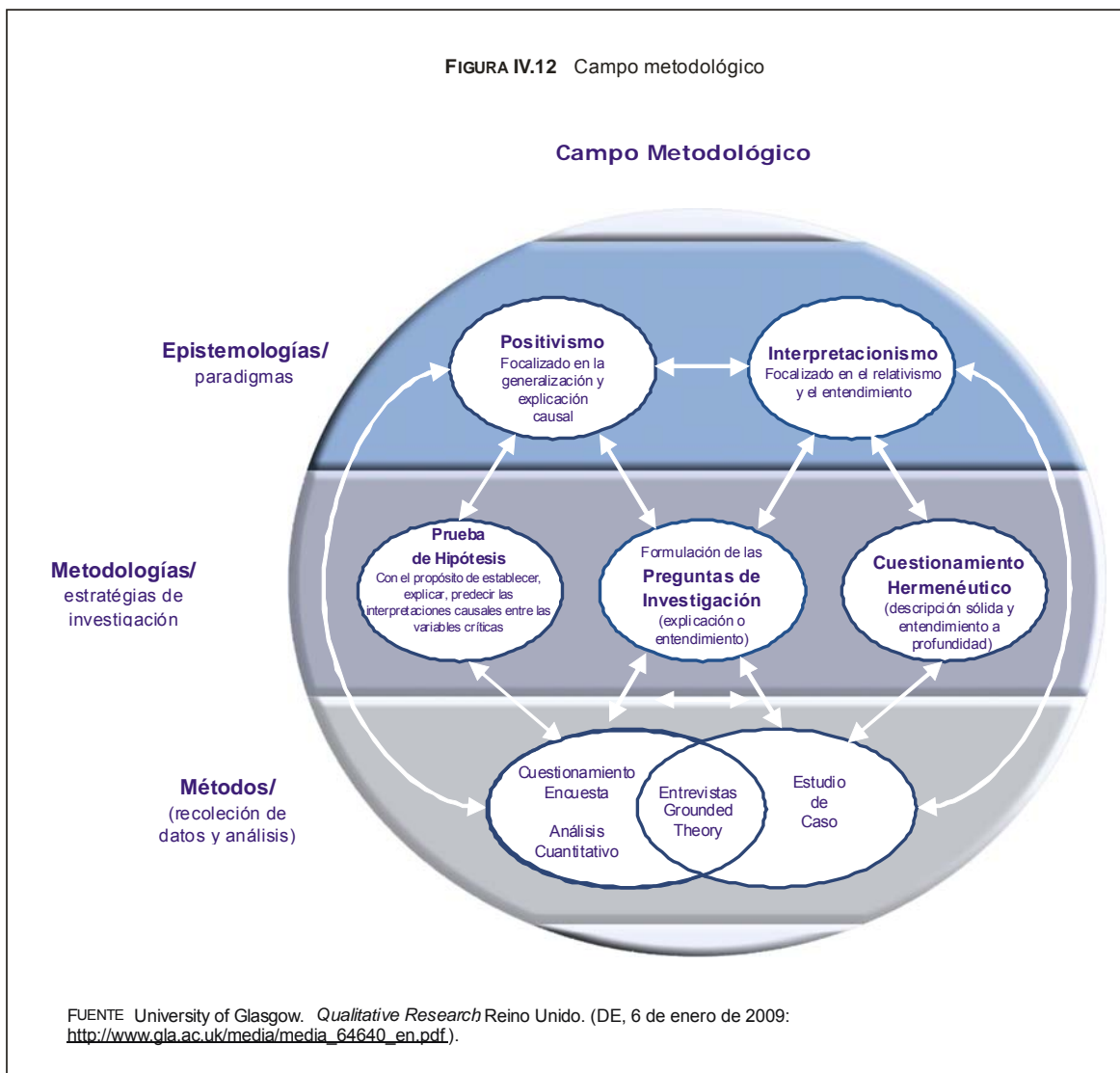
#### **IV.10 MODELO DE INTEGRACIÓN**

Para integrar las tres herramientas metodológicas empleadas, se aplicó una adaptación del modelo desarrollado por Silverman que aparece en la figura IV.12.

Se buscará la relación de las tres fases del estudio para encontrar las principales características del ambiente, la cultura, la tecnología, las preferencias cambian-



tes de los clientes, por las que se realiza, si no es inercial o accidental, como mecanismo para lograr adaptación y supervivencia. En este sentido, las organizaciones se adaptan a nuevos contextos buscando ser eficientes, competitivos, innovadores, líderes y satisfacer las necesidades de sus clientes.



Como se ha mencionado, el componente estructural de las organizaciones es un factor fundamental en la propensión al cambio como herramienta para la productividad, de manera que las organizaciones de hoy requieren estructuras organizacionales más flexibles que les permitan manejar y equilibrar los cambios.

La constante evolución del contexto industrial y tecnológico lleva a buscar respuesta a la pregunta sobre la posibilidad de que un cambio en la estructura organizacional permita alcanzar de manera eficiente resultados en los centros.

Se puede adelantar que la estructura que mejore los resultados de determinado centro sin duda variará con el tiempo. Al ir evolucionando las variables del contexto, la cultura, la tecnología, etc., también cambiará la estructura por la que sea más apropiada. A continuación, se presenta un cuadro que describe a los CI+D+I en su calidad de organizaciones; así como los retos que presentan y las variables útiles para el análisis de la necesidad de cambio.

Por lo anterior, se debe tomar en cuenta para la evaluación de la estructura más pertinente, las características del contexto en el que se desenvuelven —nivel tecnológico, competitividad, necesidades de sus clientes, etc.—. Los recursos económicos y las fuentes de financiamiento con que cuenta un centro también son variables que no deben de perderse de vista, ya que pueden servir en la evaluación de su crecimiento, objetivos, capacidad para satisfacer a la demanda, entre otros aspectos.

La cultura organizacional y la propensión a cooperar por parte de los integrantes de la organización son variables decisivas para identificar el tipo de estructura que resultará más pertinente, para operar con una estructura por proyectos.

#### **IV.11 RESUMEN**

Un problema para muchos CI+D+I, desde el punto de vista organizacional, es que operan con estructura funcional; se proponen opciones para adoptar una estructura organizacional acorde a su naturaleza y condiciones.

La estructura funcional no es compatible con la naturaleza de los CI+D+I por que no son entidades de actividades repetitiva, sino creativas, e innovadoras. Adicionalmente este tipo de hace más difícil la toma a decisiones rápidas y no tiene la flexibilidad para adaptarse a las diferencias condiciones que demandan los proyectos.

La necesidad de cambio lleva a formular la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuál es la estructura organizacional en centros de investigación, desarrollo e innovación que, de acuerdo a experiencia internacional, ha reportado mayores contribuciones a su productividad?*

Para buscar la relación que la conformación o variaciones de la estructura organizacional en CI+D+I. tiene con los resultados de una institución, a partir de elementos comunes a los encontrados en diferentes instituciones.

El capítulo desarrolla un diseño multimodal de tres elementos, con el que se trabaja el proyecto de investigación que permite complementar la aportación puntual de cada uno de ellos, logrando al propio tiempo, funcionar como un esquema de triangulación para corroborar la compatibilidad de los resultados que las tres metodologías aportan.

La perspectiva internacional, no implica que tenga valor solamente por el hecho de ser internacional, sino que como se ha señalado, los centros internacionales tienen una trayectoria mucho más larga en su operación; los centros en México y de muchos otros países en desarrollo tienen una vida relativamente corta.

El cuestionario de orientación estadístico descriptiva, está conformado por dos apartados: uno común a todos los centros; y el segundo una opción entre centros que: *no han tenido* cambio; *que los planean*; *ya lo realizaron*.

Se enviaron 168 cuestionarios de los que se recibieron 31 respuestas de 15 países, una muestra plural en cuanto a temática, tamaño, antigüedad etc., para contar con herramientas más amplias para conocer el fenómeno. No se buscó realizar un ejercicio de corte inferencial.

Las entrevistas a profundidad aportan detalles finos sobre el proceso de toma de decisiones en temas estratégicos alrededor de la estructura organizacional, tanto en la detección de las condiciones que promovieron un cambio para las organizaciones que en realidad lo tuvieron, así como en la interpretación de los resultados de tales cambios, y las vivencias directas o referidas de centros que en no han dejado de operar con una estructura funcional,

Los casos de estudio ofrecen una visión detallada del proceso de la evolución institucional y permiten conocer los pasos intermedios y las variaciones de indicado-

res importantes no sólo por el conocimiento que aportan de la vivencia de un centro y el resultado después de este ciclo, sino que permiten a través de un análisis de contraste, cerrar el ciclo de análisis y proponer conclusiones del mismo.

Finalmente el capítulo cierra con el modelo conceptual con el que se integran las tres etapas metodológicas del esquema de trabajo que permiten integrar facetas complementarias, a la vez que validar los resultados globales por triangulación.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **V.1 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS CUESTIONARIOS**

Las respuestas al cuestionario, integran tanto la visión de la organización como un todo con 54.8% de respuestas representativas de la organización integral, como una visión puntual de una división específica en la que hay 45.2% de respuesta. Es de destacarse que de los 14 cuestionarios enviados a Centros de México la mitad responden por toda la organización y la otra mitad por una división.

Aun cuando hubo cuestionarios enfocados a una rama, en algún caso es muy amplia como una rama de ciencia del mar y en otros casos se habla de investigación y desarrollo, aseguramiento de la calidad.

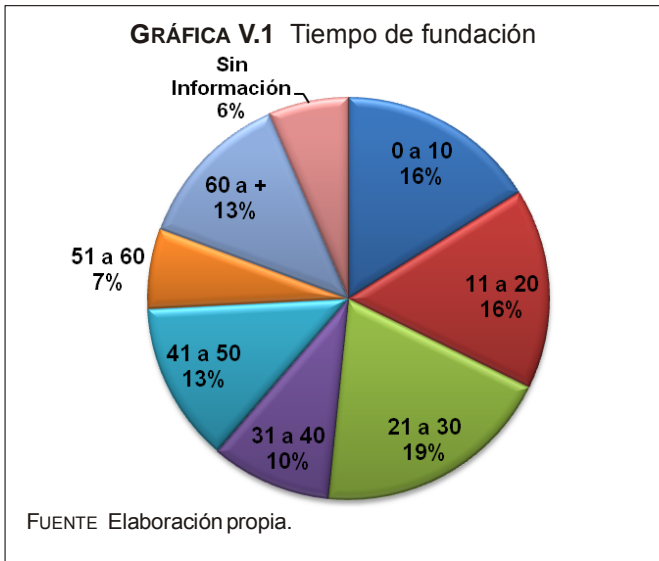
#### **Sección 2. Temas genéricos**

En el reactivo 2.3 sobre las competencias medulares de los centros, se aprecia una mezcla bastante heterogénea, lo que da cobertura a uno de los puntos que se consideraron importantes en el diseño, que fue multitemática para tener una visión más integral de los puntos de vista en los temas que van desde la salud hasta energía, ciencias sociales, economía, mecatrónica, etc.

En temas de salud hay 19.4%, en alimentos, 25.8%, en tecnologías de la información 19.4%, en ciencias del ambiente 41.9%, en materiales 35.5%, en Transporte 6.5%, en mecatrónica 6.5%.

En economía 6.5%, también ciencias sociales 16.1%, manufactura un 45.2%, energía 38.7%, en otros temas 35.5%.

Cabe resaltar que los porcentajes representan la temática de centros que tienen disciplinas múltiples es por esto que no suma el 100 de la participación debido a la integración multitemática de la muestra.



### Fundación

En cuanto el tiempo de la fundación de las instituciones encontramos que la muestra refleja una tendencia a nivel global de la creación de los centros, el 61% tiene menos de 40 años de haber sido fundado y en contraste; los centros con más de 60 años representan el 13%.

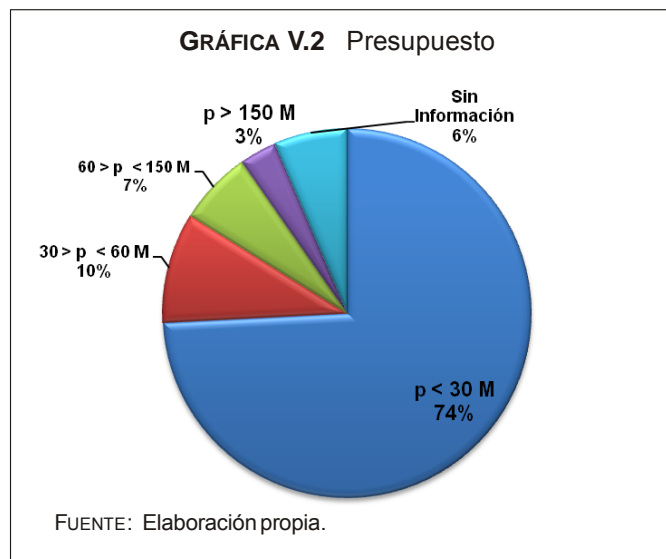
### Actividades de los centros

En cuanto al tipo de las actividades que realizan de los centros se encuentra que el 48.4% se centra en investigación básica, el 87.1% investigación aplicada, el 83.9% desarrollo tecnológico; servicios tecnológicos representan el 64.5% y en cuanto a la docencia el 35.5% imparte algún tipo de docencia relacionada a las actividades sustantivas de los centros.

En cuanto a otros temas, se encuentra que el 29% si realiza otro tipo de actividades no especificadas en las categorías anteriores, es decir, hay una alta concentración entre investigación aplicada y desarrollo tecnológico, lo cual hace que la muestra sea bastante homogénea en este sentido.

### Presupuesto

En cuanto al presupuesto de operaciones, es decir, sin considerar el monto dedicado a inversión, se encuentra que una mayoría significativa el 74%, tiene un presupuesto menor o igual a 30 millones de dólares y el otro bloque de



concentración se encuentra entre el rango de 50 y 60 millones para 10%, cabe resaltar que en este caso solamente dos centros no especificaron su posición, lo que representa 6%; dada la concentración de la respuesta, no es significativo y la muestra da luz clara sobre el tipo de centros que se está manejando, que incluiría para el caso de México la parte media alta del presupuesto que en general los centros, al menos del Sistema CONACYT tienen en la actualidad.

### **Origen de los ingresos**

En contratos el ingreso derivado de contratos de gobierno y sus dependencias representa el 41%, en los casos que no se especifica, 3.2%, y para los que no aplica 45.2%, no reportaron el reactivo tres de instituciones que representa 9.7%, de tal manera que habría claridad de que el 42% recibe recursos de su respectivo gobierno o sus dependencias, los que sí reportaron una relación contractual con el gobierno varía 5% hasta 84.9%; no, hasta 90% hay una dispersión alta, considerando dos bloques para los centros que reportaron contratos para el gobierno y sus dependencias, encontramos que en los seis centros su promedio es con una relación superior al 40% de manera individual arrojan un promedio de 70.8%, es decir, hay una claridad en la relación de estos centros con sus respectivos gobiernos, los siete centros restantes que tienen de manera individual una relación menor al 40% representan el 14.7%; los otros centros que no respondieron se desconoce cuál es su fuente de financiamiento, particularmente se tendría que hacer una matriz de los 31 centros agrupados por cada uno de los reactivos de los incisos 2.7.

En el mismo reactivo 2.7, origen de los ingresos, los centros que tiene recursos gubernamentales directos, es decir, no condicionados a la presentación de propuestas o proyectos, encontramos 10 centros que reportaron tener una relación; estos centros tiene como promedio de recursos irreductibles, esto es, asignados de manera fija por sus respectivos gobiernos del orden de 50%, los centros que tienen asignación directa del gobierno representan el 32% y ese 32% recibe en promedio 50% de los recursos de su respectivo gobierno; de los que no respondieron esto, porque no reciben sus recursos de manera directa fue 54.8% y el resto del porcentaje no aplica, bueno hay otro grupo que es 9.7% que sí, recibe recursos gubernamentales.

mentales directos pero no especificaron el porcentaje esto llevaría al 42% de los que sí reciben recursos directos.

Un total de 17 centros reciben recursos por contratos con las empresas privadas que representa 54.8% y la media del ingreso con la empresa privada de este bloque es del 47%, 12 centros no tienen aplicación en este rubro con porcentajes en cero porque no poseen información y esto representa 38.7%.

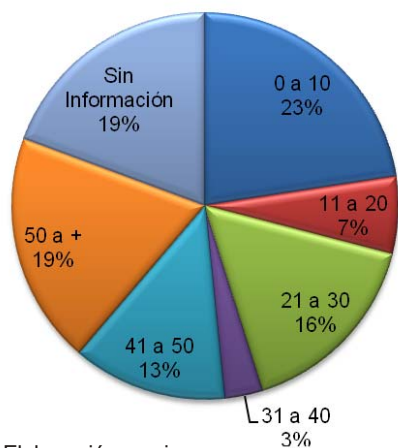
Los 10 centros que recibieron ingresos de otras fuentes representan un total de 32.3% de la muestra y el promedio de estos 10 centros es 28%, 17% no reportaron ingresos en esta fuente, algunos centros, 4 se representan como 12.9%, dijeron que si bien recibieron recursos de otra fuente, pero no especificaron de cuál.

Integrando la información de las cuatro fuentes: contratos de gobierno, recursos directos del gobierno, contratos con la empresa privada y otras fuentes resultan tres bloques:

- Los que predomina la relación con el gobierno y tiene muy poco o nada con la empresa privada u otras fuentes.
- Lo que representa los centros que tienen mayoritariamente contratos con la empresa privada y de otras fuentes y
- Pocos centros que mantienen balance entre las cuatro fuentes de recursos.

El Origen de los ingresos resulta que el 25.8% de los centros reciben contratos gubernamentales para su operación, en tanto que el 19.4% lo reciben de manera directa de fuentes gubernamentales, entre ambos segmentos representan el 45.2%; los centros que reciben contratos de empresas privadas o de otras fuentes son el 19.4% en ambos casos lo que hace el 38.8%, y finalmente las instituciones tienen un origen equilibrado entre recursos públicos, cinco centros con dependencias gubernamentales y contratos con empresas privadas u otras fuentes y esto hace el 16% faltante.



**GRÁFICA V.3** Variaciones de presupuesto

FUENTE: Elaboración propia.

mitad del total de los 31 centros, 15 reportaron un crecimiento hasta de 40%, los dos valores más significativos en este rango es una variación entre el 0 y el 10 que corresponden al 23% y entre 21 y 30 que corresponde al 16%, del otro bloque de 10 centros reportaron un crecimiento superior al 41% y de éstos el 19%, un crecimiento superior al 50%, este último bloque representa el 32% de la muestra y seis centros no respondieron a la variación que es prácticamente otro 19%.

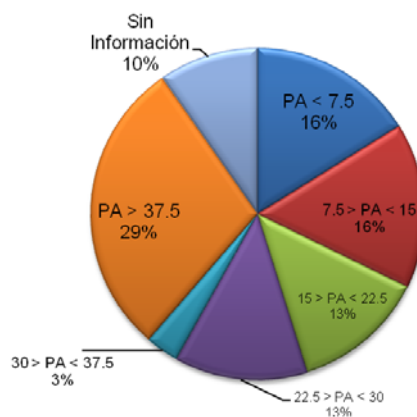
### Monto de los proyectos

Se analizan los proyectos con un monto de 100 mil dólares o mayores, a fin de tener un indicativo que en los centros no se trabaja de manera individual, lo que dejaría sin sentido el pensar en una influencia de la estructura en relación con el desempeño de estas personas, de estos investigadores.

### Variación del presupuesto

Sobre la variación del presupuesto de operación total ejercido entre el 2002 y 2007, encontramos que la distribución es más o menos significativa porque todos los centros, en primera instancia, reportan un crecimiento y de manera acumulada la integración es la siguiente:

De los 25 centros que respondieron el reactivo, prácticamente la mitad del total de los 31 centros, 15 reportaron un crecimiento hasta de 40%, los dos valores más significativos en este rango es una variación entre el 0 y el 10 que corresponden al 23% y entre 21 y 30 que corresponde al 16%, del otro bloque de 10 centros reportaron un crecimiento superior al 41% y de éstos el 19%, un crecimiento superior al 50%, este último bloque representa el 32% de la muestra y seis centros no respondieron a la variación que es prácticamente otro 19%.

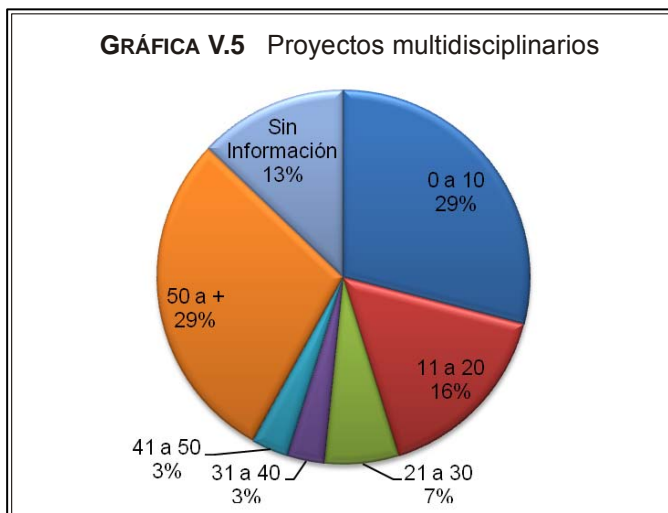
**GRÁFICA V.4** Montos de los proyectos

FUENTE: Elaboración propia.

La distribución es relativamente uniforme los rangos están divididos en intervalos de clases de 7.5 de la actividad, o sea los proyectos con un monto de 100 mil dólares representan un porcentaje determinado de la actividad de la institución, esto está dividido en intervalo de clase de 7.5 y las frecuencias están entre 12 y 16 la mayoría, y hay en el rango de mayores 37.5, el 29% de los centros; esto quiere decir que en todos los casos existe un nivel relativamente representativo, cuando menos alguno de los proyectos cae en ese rango que sería el más bajo de la actividad de menor e igual al 7.5 que representó el 16.1% y los que no contestaron el 9.7%, de tal manera que si quitáramos ambos extremos estaríamos hablando del 25.8%, es decir, el 75% de los centros, suponiendo que los que no contestaron no cuentan con proyectos de este tamaño, es representativa la muestra en esta consideración.

### Proyectos multidisciplinarios, institucionales e interinstitucionales

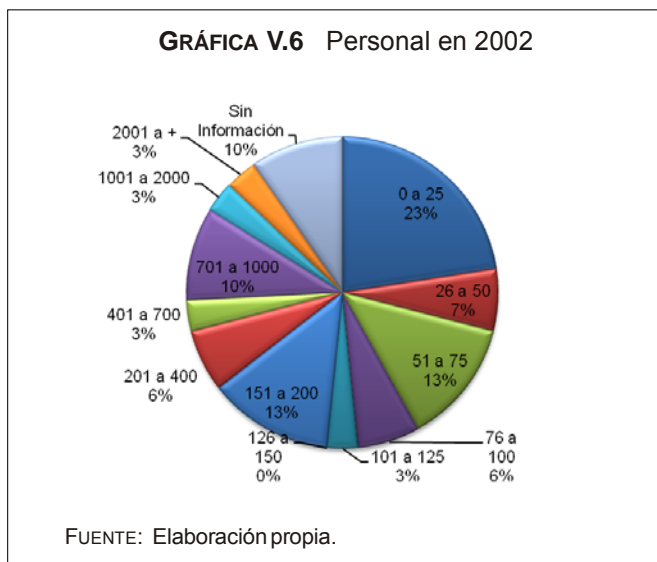
Se reporta el porcentaje de proyectos multidisciplinarios, institucionales e interinstitucionales en relación al total de proyectos realizados, entre 0 y 10 aquí tal vez habría que ver si en realidad no hay valores de 0, hay 4 casos que nos reportaron que representa el 13%, sólo hay un caso de 0 que sería un cuestionario a analizar, para ver si cumple los requisitos de la investigación el caso es que entre 0 y 10 pro-



yectos multidisciplinarios representa el 29% de la muestra y esto se compensa porque de la misma forma de 50% superior representa también al 29% el valor más alto entre esos dos extremos está entre el 11 y 20% de proyectos multidisciplinarios que representa el 16% del total de los centros encuestados.

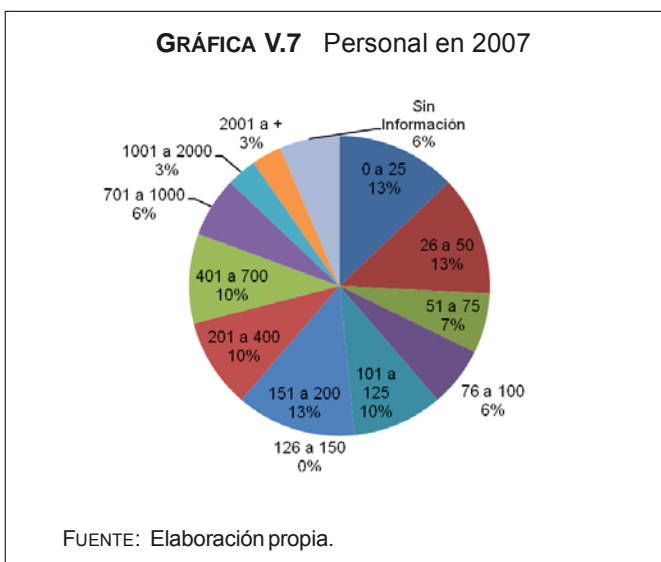
## Personal en 2002

En cuanto el número de personas que integraban los centros el año 2002 encontramos que el 65% tenía menos de 200 personas y el otro extremo, 16%, más de 700, y más de 2600 personas en un centro y tres de ellos no reportaron datos que representan el 13%.



## Personal en 2007

En 2007 refleja para el rango de menor de 200 personas 61.4% de los centros y el extremo superior de más de 700 personas el 12.9%; no respondió 6.5%, esto

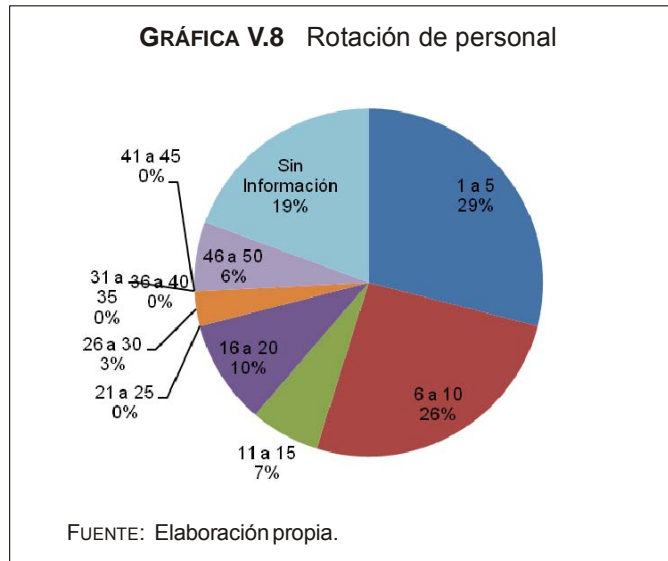


hace que el rango entre 200 y 700 personas para 2002 representaba el 9.6% y para el 2007 el 19.2% se puede decir que si bien hubo un decrecimiento en los rangos menores de 200, pasando del 2002 al 2007 de 64.6% a 61.4%, y que en el rango mayor de 7 se redujo un centro, lo cual llevó los porcentajes de 16.1% al 12.9%; pero arroja una consolidación en el rango mencio-

nado de 200 a 700 duplicando el número de centros en este rango.

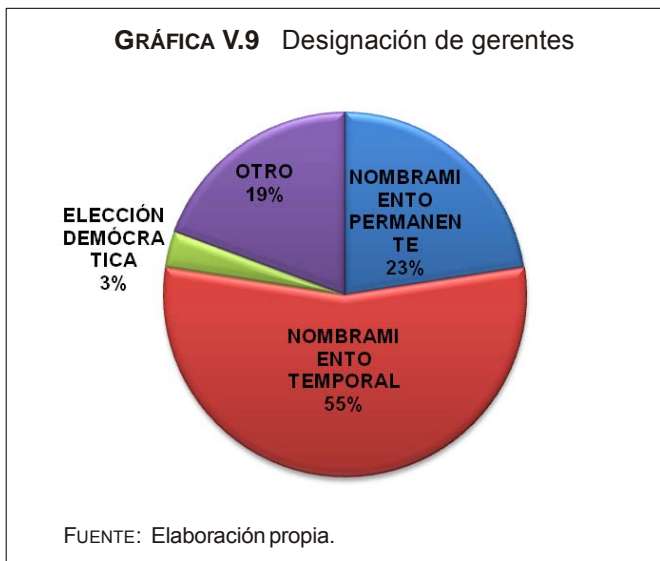
### Rotación de personal

El índice promedio de rotación del personal de los últimos cinco años ubica de menos de 15% en un 62% de los casos; de tal manera que se habla de una estabilidad bastante alta en los centros y se considera el extremo superior del 56 y 60% solamente hay dos casos que están en este rango y no reportaron el 19%; de tal manera que en particular los dos primeros rangos de menos del 10 es el 55% y lo cual habla de una estabilidad bastante alta en el índice de rotación.



### Designación de líder o gerente de Proyecto

Forma de disciplinar al líder o jefe de un proyecto. El nombramiento permanente es del 23% y el temporal es del 55%, es un dato marcado con relación a las otras opciones porque la elección democrática es solamente un caso que representa 3% y otras formas de designación de gerente 19%; esta designación temporal debe estar asociada a algunos criterios que no se desprenden directamente del cuestionario; pero hablando de la función específica de una gerencia de un proyecto se puede deducir que está asociada la designación, a la existencia de un proyecto, en cambio las designaciones permanentes representan porcentualmente un número menor de casos.



asociada a algunos criterios que no se desprenden directamente del cuestionario; pero hablando de la función específica de una gerencia de un proyecto se puede deducir que está asociada la designación, a la existencia de un proyecto, en cambio las designaciones permanentes representan porcentualmente un número menor de casos.

### Planeación de proyectos

La realización de los de los proyectos de manera centralizada es el 6% de los casos, por departamento el 36% y por proyecto 48%, mientras que otras formas representan el 10%. Hay una clara concentración de ejercicio de planeación entre la orientación por departamento y por proyecto, esto representa el 84% de los casos.

De ese 84% cabe resaltar que el 48%, prácticamente la mitad de los casos, planean el desarrollo de los proyectos caso por caso.

Hasta este punto, es decir toda la sección 2, comprende temas genéricos que tiene como propósito fundamental conocer la muestra y saber si cumple con las premisas básicas de diseño de la encuesta y una vez verificado esto, que se asocia a lo señalado en la parte de metodología en las paginas “x y z” del capítulo de metodología; se procede al análisis de tres bloques el primero que corresponde al apartado 3 es el de las instituciones que no han tenido cambio organizacionales y la orientación es hacia la determinación de una de dos opciones:

- están a gusto con la estructura que tiene adecuada, y
- no lo están y tal vez no hayan visualizado cambio de futuro organizacional como una opción para mejorar la competencia del centro o simplemente no hay las condiciones adecuadas para hacer el cambio.

### Sección 3 La institución no ha tenido cambios organizacionales.

#### Estructura organizacional satisfactoria

Se pregunta si la estructura organizacional es totalmente satisfactoria y, en ese sentido, si la respuesta es afirmativa, porque desde un tiempo superior a los 10 años no





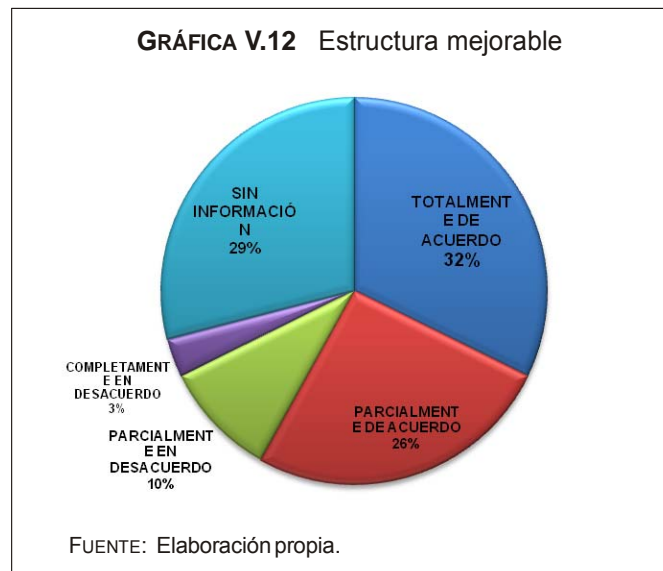
ha requerido cambio o es satisfactoria porque se hizo un cambio en fecha reciente y están a gusto con ella.

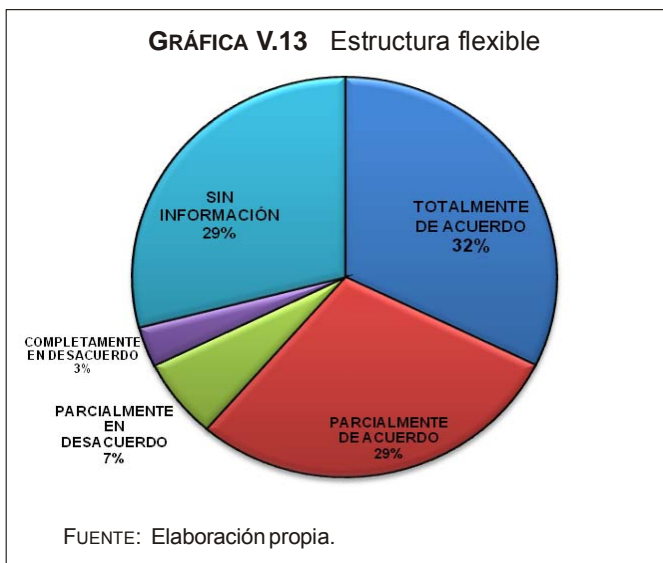
Están totalmente de acuerdo 26%, parcialmente el 35%, en desacuerdo el 13% y no contestaron el 26%.

**Estructura Organizacional mejorable, pero no requiere cambio ahora**

La estructura con la que operan es mejorable, no requieren cambio mayor en el presente.

Totalmente de acuerdo 32%, parcialmente 26%; esto nos da 58% de algún nivel de acuerdo que se puede mejorar, pero no es apremiante representa 58% de los casos, sin información el 29% de los casos, una tercera parte es muy alta, pero puede corresponder a los casos que sí hicieron cambio.





### Estructura organizacional flexible

¿En su opinión la organización actual tiene la flexibilidad que la operación demanda?

Parcialmente de acuerdo 61.3%, lo que coincide con apreciación de la mejora de la estructura; bastante porque en el caso del reactivo 3.2 que sí es mejorable están de acuerdo 32.3% que

son los mismo que aceptan la flexibilidad y parcialmente de acuerdo que es mejorable representan el 25.8% y en cuanto a la flexibilidad el 29%, la variación está en los niveles de desacuerdo y se siguen manteniendo los nueve casos sin información de tal manera que esta también sería en primer lugar saber si son los mismos los del reactivo 3.2 con los nueve casos y si son no hace falta hacer una correlación o simplemente decir que coinciden en la apreciación.

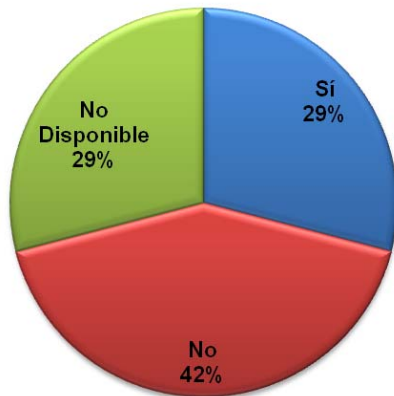
### Estructura organizacional con posibilidad de cambio

Habla que si ha analizado la posibilidad de realizar un cambio mayor.

En el 42% de los casos sí reportan que se ha analizado y el 35% dicen que no y no está disponible la información en siete casos que representa el 23%; habría que ver si estos siete casos son un subconjunto de los nueve anteriores de todas formas aquí casi la mitad de los que sí





**GRÁFICA V.15** Estructura con cambio deseable

FUENTE: Elaboración propia.

respondieron son el 54% de los que afirman que sí se ha considerado la posibilidad de realizar un cambio mayor.

### **Estructura organizacional cambio deseable**

En su opinión un cambio es deseable pero las condiciones no son las adecuadas.

Están de acuerdo que sí serían deseables y no hay condiciones en nueve casos que representa una tercera parte y no están de acuerdo, aquí no me queda muy claro si el no es que No sería deseable o que las condiciones no son las adecuadas y aquí hay dos preguntas en el mismo reactivo, es deseable o no es deseable y las condiciones son adecuadas o no, aquí esta pregunta es ambigua, lo que queda claro es que alguna de las dos es negativa o no es deseable o no son adecuadas, lo que representa el 42%, y siguen los nueve centros, los que sí consideran que sea deseable y que las condiciones no son adecuadas requieren una correlación con esto con cambios, descartar que halló cambios y lo otro es ver qué resultados esperan.

### **Estructura organizacional sin cambio**

La última pregunta del módulo 3 que corresponde a las organizaciones sin cambio, pregunta si por una razón se ha tomado una decisión expresa de mantener sin cambio en la estructura organizacional:

En ocho casos si se ha tomado la decisión y habría que ver cuáles son estos países porque estos casos, hablan de que:

- que están satisfechos con la estructura actual;
- que no están las condiciones adecuadas, o
- simplemente ni cuenta se han dado.





Esto representa el 25% y en 14 centros que es el 45% dicen que no se ha tomado una decisión expresa y éstos pudieran ser candidatos a planear el cambio y aquí la correlación sería con los centros que sí han planeado; el subgrupo de los nueve sigue siendo no disponible y entonces éste sería el primer filtro de los 31 quedan 22 que de alguna manera no han ex-

perimentado cambios.

#### Sección 4. La institución planea realizar cambios organizacionales

Los Centros que planean realizar algún tipo de cambio en su estructura organizacional, una cuarta parte de la muestra, considera hacerlo en el corto plazo, menor a dos años, otra cuarta parte en el mediano plazo, entre tres y cinco años y, finalmente, cuatro centros consideran que lo podrían hacer en un plazo superior a los cinco años.

El motivo por el que los centros han considerado cambiar su estructura organizacional radica en contar con un nuevo tipo de proyectos e incursionar en nuevos mercados, premisas que se reportan en todos los casos; el incremento de actividad científico-tecnológica, aunado a la expectativa de incorporar personal adicional, ocupa en ambos casos el segundo lugar con el 58% de los casos de los centros.

En cuanto al tipo de estructura con la que declaran operar actualmente, el 39% reporta una estructura funcional, 13% matricial, el 32% por proyecto, el 10% funcional-matricial, el 6% matricial por proyecto y el modelo actual u otras formas.

Los tipos de estructura que se prevén incorporar en los diferentes plazos son: matricial 13%, por proyecto 10%, funcional-matricial 23%, matricial por proyecto 7% y sin definir 47%. El 36% informó que la modificación planeada será de carácter parcial.

## **Sección 5. La institución ha realizado cambios organizacionales.**

### Descripción general

#### *Antecedentes*

Como la parte cuantitativa de esta investigación que incluye elementos cualitativos y cuantitativos, se analizan las respuestas de un grupo sobre los resultados obtenidos de cambios organizacionales durante los últimos 10 años.

El cuestionario fue enviado a un total de 168 centros. Se recibieron las respuestas de treinta y uno, seis de los cuales tuvieron un exceso de datos, dejados en blanco en las preguntas de interés, por lo que no fueron incluidos en este análisis.

La discusión de la baja tasa de respuestas al cuestionario ha de ser abordada desde un punto de vista cualitativo debido a que los enfoques cuantitativos demandan tamaños de muestra mayores para poder construir inferencias sólidas.

### **Respuestas al reactivo 5.20 (resultados logrados o por lograr en el corto plazo)**

Las respuestas al reactivo 5.20 se resumen en el cuadro V.7.

CUADRO. V.7 Resumen de resultados de cambio organizacional							
Resultado	Presencia de cambio organizacional			Ausencia de cambio organizacional			No contestó
	Importante	Limitado	Negativo /sin cambio	Importante	Limitado	Negativo /sin cambio	
Productividad	11 de 16 (69%)	4 de 16 (25%)	1 de 16 (6%)	7 de 9 (78%)	2 de 9 (22%)	0 de 9 (0%)	0 de 25 (0%)
Naturaleza proyectos	10 de 15 (67%)	4 de 15 (27%)	1 de 15 (6%)	5 de 8 (62%)	3 de 8 (38%)	0 de 8 (0%)	2 de 25 (8%)
Relación clientes	11 de 16 (69%)	4 de 16 (25%)	1 de 16 (6%)	4 de 7 (57%)	2 de 7 (28%)	1 de 7 (14%)	2 de 25 (8%)
Calidad integral	9 de 16 (56%)	5 de 16 (31%)	2 de 16 (13%)	4 de 8 (50%)	1 de 8 (12%)	3 de 8 (38%)	1 de 25 (4%)
Situación financiera	7 de 15 (47%)	6 de 15 (40%)	2 de 15 (13%)	2 de 7 (29%)	5 de 7 (71%)	0 de 7 (0%)	3 de 25 (12%)
Trabajo en equipo	6 de 15 (40%)	8 de 15 (53%)	1 de 15 (7%)	7 de 9 (78%)	2 de 9 (22%)	0 de 9 (0%)	1 de 25 (4%)
Liderazgo	7 de 15 (47%)	6 de 15 (40%)	2 de 15 (13%)	6 de 9 (67%)	2 de 9 (22%)	1 de 9 (11%)	1 de 25 (4%)
Clima organizacional	9 de 16 (56%)	6 de 16 (38%)	1 de 16 (6%)	5 de 9 (56%)	2 de 9 (22%)	2 de 9 (22%)	0 de 25 (0%)

FUENTE: Elaboración propia.

Los centros de investigación que sí reportaron cambio organizacional experimentaron resultados importantes en la productividad y en la relación con los clientes, seguidos por resultados en la naturaleza de los proyectos. Asimismo, se desprende que en los últimos diez años, existe una inclinación a que la situación financiera, la calidad integral y el liderazgo son los rubros menos beneficiados por la presencia de un cambio o más en la estructura organizacional de la empresa o centro.

### Resultados del análisis estadístico

#### *Análisis de tablas de contingencia*

Se verificó la relación entre la fecha de fundación (variables “Fundación”, Fund2 y Fund3) y el hecho de reportar un cambio organizacional. Para este análisis el número de cuestionarios con datos fue de 19.

El  $p$ -valor generado para el cociente de verosimilitudes fue de 0.10, señalando una tendencia a que la variación dentro del cuadro tenga un patrón de asociación que no se deba a efectos aleatorios y, por tanto, inespecíficos (V. cuadro V.8).

<b>CUADRO. V. 8</b> Contingencia de fundación por cambio organizacional			
<b>Año</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>Total</b>
1911	0	1	1
1917	1	0	1
1947	0	1	1
1952	1	0	1
1960	1	0	1
1962	1	0	1
1963	0	1	1
1971	0	1	1
1983	0	1	1
1986	0	3	3
1988	0	1	1
1989	0	1	1
1991	1	0	1
1999	0	1	1
2000	1	1	2
2001	1	0	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>19</b>
FUENTE: Elaboración propia.			

Al recodificar “fundación” a “fundación-décadas”, es evidente una tendencia en los centros fundados en la década de los ochenta, la totalidad de los cuales tuvo cambios, que se refleja en el  $p$ -valor cercano al nivel tradicional de significancia estadística para el cociente de verosimilitudes de 0.06 (V. cuadro V.9).

<b>CUADRO V.9</b> Contingencia de fundación-décadas por cambio organizacional			
<i>Periodo</i>	<i>No</i>	<i>Sí</i>	<i>Total</i>
Antes de 1980	4	4	8
1980 a 1989	0	6	6
1990 a 1999	1	1	2
2000 a 2009	2	1	3
Total	7	12	19

FUENTE: Elaboración propia.

Finalmente, se recodificó “fundación” a “fundación-dicotomizada”. Una mayor proporción de centros jóvenes ha realizado cambios organizacionales, aunque dicha diferencia es más débil estadísticamente ( $p$ -valor = 0.31; V. cuadro V.10).

<b>CUADRO V.10</b> Contingencia de fundación-dicotomizada por cambio organizacional			
<i>Periodo</i>	<i>No</i>	<i>Sí</i>	
1980 en adelante	3	8	11
Antes 1980	4	4	8
	7	12	19

FUENTE: Elaboración propia.

Por otra parte, se mostró inexistencia en los datos de una asociación entre la orientación del centro y la presencia o ausencia de cambios organizacionales (0). En este análisis —y en el resto a menos que se especifique lo contrario—, los cuestionarios válidos fueron 25.

<b>Cuadro V.11</b> Contingencia de cambio organizacional vs orientación del centro				
<b>Cambio organizacional</b>	<b>Orientación</b>			<b>Total</b>
	<i>Investigación</i>	<i>Otros</i>	<i>Tecnología</i>	
<b>No</b>	2	2	5	<b>9</b>
<b>Sí</b>	5	2	9	<b>16</b>
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>25</b>

FUENTE: Elaboración propia.

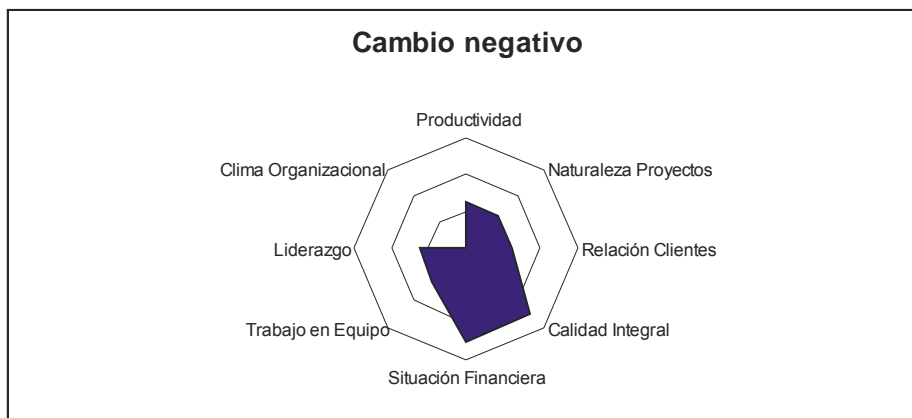
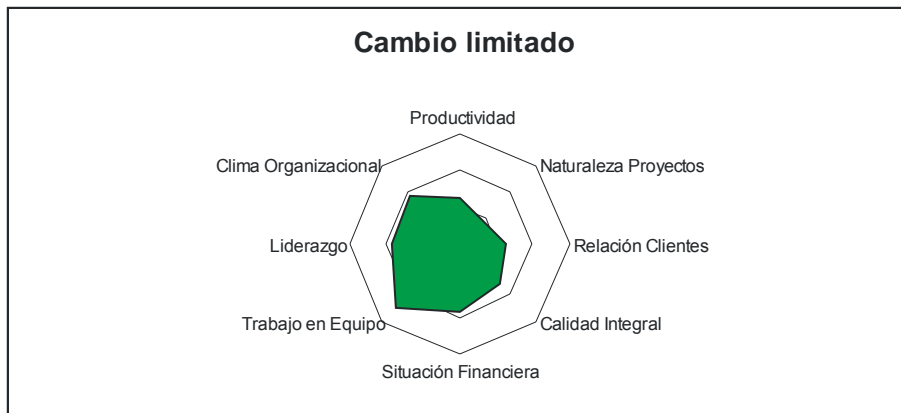
### Gráficas de radar

Para visualizar los efectos se utilizó las gráficas de radar; comparan el estado ideal del objeto de análisis contra el alcanzado, ayudando a captar fortalezas y debilidades de tal objeto de estudio, además de presentar detallada y claramente los resultados de las categorías consideradas como importantes.

Las gráficas muestran tales resultados, donde la orientación del peso del radar es la importancia de cada indicador dada la calificación reportada.

### Análisis de factores exploratorio y regresión lineal simple

Se realizó un análisis de factores exploratorio. Se determinaron dos posibles nuevas dimensiones que captan, por un lado, el 68% de la varianza total de las respuestas y, por otro, parecen ser consistentes con lo observado en los cuadros y gráficas anteriores.

**GRÁFICA V.17** Gráficas de respuestas a indicadores de resultado

FUENTE: Elaboración propia.

El presente análisis busca explotar adicionalmente la información de los datos recabados en el cuestionario, incluyendo los reactivos 4.1, 4.8, 5.2, 5.17, y 5.17 bis.

Cabe recordar que el cuestionario está compuesto por cinco secciones. La sección 1 contiene las **Instrucciones**, la 2 incluye **Información genérica** y debió ser contestada por todos los centros, la 3 está dirigida específicamente a centros que **No registraron un cambio organizacional en los últimos 10 años**, la 4 a aquéllos que **Planean un cambio organizacional**, y la 5 a los que **Han hecho un cambio organizacional en los últimos 10 años**.

De acuerdo con la sección 1, los centros que reportaron algún cambio organizacional debieran haber dejado completamente en blanco la sección 3, y los que no reportaron ningún cambio debieron dejar en blanco la sección 5. Ambos grupos pudieron haber llenado la sección 4, que alude a planes para realizar un cambio organizacional.

Observamos sin embargo que la mayor parte de los centros también consignaron respuestas en las secciones que no les correspondían. Esto representa un efecto de orden, por el cual el respondedor de la encuesta comete errores conforme avanza en la misma. En futuras ediciones será necesario incorporar en el diseño de la encuesta las instrucciones, y restringir en la página de la red o el cuestionario de papel la posibilidad de contestar las secciones a la congruencia con la información ya proporcionada.

Con respecto a los datos actuales, parece razonable asumir que las respuestas proporcionadas por los centros en las secciones que pudieron responder legítimamente, dado el diseño de la encuesta y el haber o no realizado un cambio organizacional, sean un real reflejo de su situación, mientras que las respuestas “ilegítimas”, es decir las de las secciones que debieron dejar en blanco, sean reflejo de otra situación indeterminable. El análisis por tanto parte de las siguientes reglas básicas: en la sección 3, ignorar las respuestas de los que sí reportaron cambio; en la 5, ignorar las respuestas de los que no reportaron cambio, y en la cuatro, aceptar las de todos.



Del total de 31 centros captados, 16 reportaron haber realizado un cambio organizacional, 9 reportaron no haberlo realizado, y 6 fueron eliminados por tener muchos datos faltantes. Los cuadros V.12 y V.13 muestran un resumen de las respuestas de los reactivos 3.5, 3.6, 4.1, 5.1, y 5.2, para estos grupos.

Los resultados de los cambios y las estructuras previa y final para quienes reportaron haber realizado uno, por la variable Región, pueden ser consultados en la Sección 2.

Para el grupo que no reportó cambios, se revisan las respuestas de los reactivos de la sección 3 por la variable Región en la Sección 3.

Finalmente, los reactivos de la sección 4 del cuestionario son resumidos en Sección 4 de este apartado por la variable Región.

En aras de la brevedad, se señala que todos los p-valores generados son no significativos, o bien sólo pueden ser considerados tendencias. Las advertencias correspondientes están resaltadas en amarillo en cada sección. Las pruebas se reportan para que puedan ser citadas si fuera necesario.

<b>Cuadro V. 12</b> Resumen de resultados de los reactivos 3.5, 3.6, 5.1 y 5.2									
<i>Reactivo</i>	<i>Presencia de Cambio Organizacional</i>			<i>Ausencia de Cambio Organizacional</i>			<i>Eliminados</i>		
	<i>No</i>	<i>No disponible</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No disponible</i>	<i>Sí</i>	<i>No</i>	<i>No disponible</i>	<i>Sí</i>
5 de 16 (31%)	5 de 16 (31%)	6 de 16 (38%)	5 de 9 (56%)	3 de 9 (33%)	0 de 9 (0%)	3 de 6 (50%)	1 de 6 (17%)	2 de 6 (33%)	
8 de 16 (50%)	5 de 16 (31%)	3 de 16 (19%)	2 de 9 (22%)	2 de 9 (22%)	5 de 9 (56%)	4 de 6 (67%)	2 de 6 (33%)	0 de 6 (0%)	
9 de 16 (56%)	1 de 16 (6%)	6 de 16 (38%)	5 de 9 (56%)	0 de 9 (0%)	4 de 9 (44%)	0 de 6 (0%)	6 de 6 (100%)	0 de 6 (0%)	
3 de 16 (19%)	0 de 16 (0%)	13 de 16 (81%)	3 de 9 (33%)	0 de 9 (0%)	6 de 9 (67%)	0 de 6 (0%)	6 de 6 (100%)	0 de 6 (0%)	

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO V.13 Resumen de resultados del reactivo 4.1												
Reactivo	Presencia de Cambio Organizacional				Ausencia de Cambio Organizacional				Eliminados			
	0	1.5	3.5	5	0	1.5	3.5	5	0	1.5	3.5	5
Periodo para los cambios planeados?	7 de 16 (43%)	5 de 16 (31%)	2 de 16 (13%)	2 de 16 (13%)	3 de 9 (33%)	1 de 9 (11%)	4 de 9 (45%)	1 de 9 (11%)	1 de 6 (17%)	2 de 6 (33%)	2 de 6 (33%)	1 de 6 (17%)

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro V. 14 Distribución de la variable Región			
	Presencia de Cambio Organizacional	Ausencia de Cambio Organizacional	Eliminados
América	11	6	0
Resto del mundo	5	3	0
No Disponible	0	0	6
Total	16	9	6

FUENTE: Elaboración propia.

### Conclusiones y síntesis con resultados previos

- Los análisis reportados son exploratorios. Al ampliar el número de cuestionarios contestados:
  - las tendencias descritas podrían ser confirmadas.
  - sería posible analizar si existe un patrón para la falta de respuestas (análisis de datos faltantes).
- Existe una tendencia a que “Fundación después de 1980” se asocie con “Cambio organizacional = Sí”.

- Existe evidencia de que “País = México” se asocia con una variable específica de resultado de cambio organizacional, “Prod2 = Importante”, tanto en el subgrupo que reportó cambió organizacional como en la muestra completa.
- El comportamiento de las preguntas del cuestionario sobre resultado de cambio organizacional puede ser visualizado como regido por dos factores, que probablemente reflejen la división del grupo en centros con y sin cambio organizacional.
- Al considerar las respuestas legítimas para los grupos con y sin cambio organizacional divididas en Regiones:

a) Para los reactivos de la sección 5 del cuestionario y el grupo con cambios realizados:

- i. Seis centros (55%) en América reportaron cambios menores, 4 (36%) respondió “No” en esta pregunta, y 1 centro (9%) no respondió. Para el Resto del mundo, 5 centros (100%) respondieron “No”.
- ii. Ocho centros (73%) en América reportaron cambios aplicados a toda la institución, y 3 (27%) respondieron “No” en esta pregunta, mientras que todos los centros del Resto del mundo reportaron cambios aplicados a toda la institución.
- iii. En Estructura Previa ocho centros (73%) en América dejaron en blanco esta respuesta, 1 centro (9%) reportó “Proyecto” y 2 centros (18%) reportaron “Funcional”, mientras que en los centros del Resto del mundo 3 (60%) no contestaron, y 1 (20%) en cada una reportaron “Matricial-Otra” y “Proyecto”.
- iv. Para Modelo Implantado, las combinaciones de categorías arrojaron una distribución muy dispersa.

b) Para los reactivos de la sección 3 del cuestionario y el grupo sin cambios realizados:

- i. En Cambio Deseable, tres centros (50%) en América respondieron “No”, 2 (33%) la dejaron en blanco, y 1 (17%) respondió “Sí”, mientras que 2 (67%) de los centros del Resto del mundo respondieron “No” y 1 (33%) la dejó en blanco.
  - ii. En Estructura Fija, Cinco centros (83%) en América respondieron “Sí”, y 1 (17%) la dejó en blanco, mientras que 2 (67%) de los centros del Resto del mundo respondieron “No” y 1 (33%) la dejó en blanco.
  - iii.
- c) Para los reactivos de la sección 4 del cuestionario,
- i. El grupo sin cambio realizado
    - I. En Período de Tiempo, dos centros (33%) que no reportaron cambios en América respondieron “0” en esta pregunta, 1 (17%) respondió “1.5”, dos centros (33%) respondieron “3.5”, y 1 (17%) respondió “5”, mientras que 1 (33%) de los centros del Resto del mundo respondió “0” y 2 (67%) respondieron “3.5”.
    - II. En Estructura Actual, un centro (25%) de los que no reportaron cambios en América respondió “Funcional, Proyecto” en esta pregunta, 1 (25%) respondió “Funcional”, y 1 (25%) respondió “Proyecto”, mientras que 1 (50%) de los centros del Resto del mundo respondió “Funcional, Matricial-Funcional, Matricial-Proyecto” y 1 (50%) respondió “Funcional”. Tres centros no respondieron.
    - III. En Estructura a Futuro, dos centros (100%) que no reportaron cambios en América respondieron “Funcional-Matricial”, mientras que 1 (50%) de los centros del Resto del mundo respondió “Matricial, Proyecto” y 1 (50%) respondió “Proyecto”. Cinco centros no respondieron.
  - ii. El grupo con cambio realizado

- I. En Período de Tiempo, cuatro centros (37%) que reportaron cambios en América respondieron “0” en esta pregunta, 5 (46%) respondieron “1.5”, y 2 (19%) respondieron “3.5”, mientras que 3 (60%) de los centros del Resto del mundo respondieron “0” y 2 (40%) respondieron “5”.
- II. En Estructura Actual, seis centros que reportaron cambios en América proporcionaron una respuesta (1, 17%) de cada una de las categorías “Funcional, Proyecto, Matricial-Funcional”, “Funcional, Matricial, Proyecto, Matricial-Funcional, Matricial-Proyecto”, “Funcional, Proyecto”, “Funcional”, “Matricial-Proyecto”, “Proyecto” y “Otra”. Del Resto del Mundo, 1 centro (50%) respondió “Funcional”, y 1 (50%) respondió “Otra” Ocho centros no respondieron.
- III. En Estructura a Futuro, Dos centros (33%) que reportaron cambios en América respondieron “Matricial” en esta pregunta, y 1 (17%%) respondió en cada una de las siguientes: “Funcional-Matricial”, “Matricial-Proyecto”, “Proyecto, Funcional-Matricial”. El resto de los centros de América y todos los centros de “Resto del Mundo” la dejaron en blanco (diez en total).

## **V.2 ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS DE PROFUNDIDAD**

### **V.2.1 Antecedentes**

El presente apartado expone los puntos de vista que los entrevistados consideran más relevantes en la concepción y dirección estratégica de centros de investigación y desarrollo, constituyen el cimiento sobre el cual operan las instituciones y dentro de ese marco de operación descansan las estructuras organizacionales con la finalidad de obtener los mejores resultados de las relaciones complejas entre las personas que conforman un centro, con sus clientes, con sus proveedores y las medi-

das que a grandes rasgos caracterizan a instituciones de diferentes latitudes del planeta.

Las entrevistas de profundidad, en su calidad cualitativa, y como parte de la metodología multimodal, se incorporaron con el propósito de obtener información estratégica de directivos de los CI+D+I nacionales e internacionales aspectos relevantes de la actividad en sus instituciones que facilite la comprensión del fenómeno que representa la estructura organizacional en la operación de centros de investigación, las circunstancias que han inducido la adopción de estructuras diferentes a la funcional, o derivadas de esta última.

Se seleccionaron ejecutivos de instituciones representativas tanto por su historial, como por la temática; de centros tamaño intermedio, es decir, organizaciones en un rango de 150 a 1,500 empleados. No se buscaron organizaciones excesivamente grandes, como pudiesen ser los centros nacionales de investigación en Estados Unidos por la poca representatividad que tienen sus condiciones para la inmensa mayoría de los centros en estudio; ni tampoco organizaciones muy pequeñas, con unos cuantos investigadores, porque debido al número reducido de personal, la estructura deja de tener relevancia, al menos para los fines de este análisis.

Se hizo hincapié en los centros tecnológicos españoles por varias razones, entre otras porque tienen un tamaño intermedio; su antigüedad fundacional es representativa de muchos centros, inclusive de los de México que oscila entre los 20 y 30 años y, finalmente, porque siendo centros de desarrollo tecnológico, innovación e investigación aplicada, su actividad demanda trabajo multidisciplinario, interinstitucional, y además están insertos en la comunidad económica europea, su actividad tiene un alto contenido de trabajo internacional, elementos que en su conjunto presentan un panorama bastante amplio para efecto del presente análisis.

Se consultaron también otras opiniones de directores de diferentes centros de México, inclusive exfuncionarios de la mayor jerarquía a nivel nacional en el tema de ciencia y tecnología. A efecto de que los funcionarios aceptaran la solicitud que se les formuló para una entrevista de profundidad, les presentó por oficio una exposición de motivos más amplia que la empleada en los cuestionarios internacionales.

Las entrevistas se llevaron a cabo con una orientación semiestructurada en la que se dio amplia libertad al entrevistado para que desarrollaran los temas que les resultan estratégicos en la operación del centro destacando aspectos que influyen, directa o indirectamente, en relación con la estructura organizacional. Del análisis de la información recabada, por su naturaleza semiestructurada, se desprendió un amplio número de temas que los entrevistados abordaron sobre las diferentes etapas que han tenido a lo largo de su vida institucional, el aspecto estratégico de la operación, acciones de mejora, visión de mediano y largo plazos.

Las entrevistas tuvieron una duración aproximada de hora y media. A solicitud de los entrevistados se mantiene el anonimato de sus nombres, cargos e institución de adscripción. Sólo se menciona el país en que se ubica el centro al cual están o estuvieron adscritos.

Las citas textuales derivadas de las entrevistas aparecen identificadas de forma alfanumérica, "E" por entrevista y un dígito correspondiente al país donde se ubica el centro, en el que labora la persona entrevistada. En los casos de varios centros del mismo país, se asignó identificación progresiva como aparece en el cuadro V.15.

Como resultado de las entrevistas se integró un reporte de los conceptos que, en general, representan la mayor incidencia de menciones y consecuentemente constituyen los temas que para los entrevistados revisten una mayor importancia para la vida de los centros y, en particular, las formas de organización con que operan.

El desarrollo del reporte integral de las entrevistas contempla las políticas, los procedimientos con que operan, los temas relacionados con la formación del personal que integra un centro y las relaciones que existen entre ellos, es decir, el fundamento de la estructura organizacional y sus implicaciones para los diferentes grupos y segmentos de una institución.

<b>Cuadro V.15</b> Referencias por país de entrevistas		
<b>Entrevista</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación del Centro</b>
E1	Director Ejecutivo	México
E2	Director del Programa de Manufactura y Tecnología de Ingeniería Mecánica	Estados Unidos
E3	Director de Organización y Recursos	España
E4	Director General	España
E5	Director General	España
E6	Director General	México
E7	Director General	España
E8	Vicepresidente de Transferencia de Tecnología	Israel
E9	ExDirector General	Singapur
E10	Director Centro Administración de Proyectos	Holanda
E11	ExPresidente de Instituto de Investigación	Estados Unidos
E12	Consultor	Japón
E13	Provice Canciller	Reino Unido

FUENTE: Elaboración propia.

Entre los temas que recibieron especial atención está la formación, los diferentes tipos de estructura que en la actualidad tienen, así como la evolución de formas organizacionales que han tenido, en algunos casos, a través del tiempo; las formas de gestión tanto de la relación con usuarios y clientes, como en la gestión propiamente dicha de proyectos y las relaciones interpersonales.



El tema de la productividad se tocó marginalmente, se trata en el apartado de investigación y con detalle en los estudios de caso y, entre otras razones, porque su manejo presupondría tener datos preparados con antelación al momento de la entrevista, situación que no se solicitó; adicionalmente se cuenta con el reporte de indicadores de ciencia y tecnología de la OECD (V. Anexo III), de los que se puede desprender la productividad *per cápita* para los países integrantes de la misma en una perspectiva global.

## V.2.2 Políticas institucionales

### Generación de tecnología

Los directivos de los centros entrevistados coincidieron en que necesitan tener un balance entre los proyectos científico-tecnológicos y los servicios, y el desarrollo de las propias capacidades para estar en condición de dar respuesta adecuada a la industria, generando su propia tecnología; dicho de otra forma, una parte del tiempo se orienta a la generación de tecnología y la otra a proyectos, al fortalecimiento de las capacidades científico-tecnológicas para estar en condición de resolver los requerimientos de mediano plazo del sector que se atiende, como se detalla.

... ocurre que si trabajas demasiado con empresas, estás empobreciendo tu proyecto tecnológicamente, porque al final, si eres muy exitoso con la empresa, tienes muchos proyectos, todos están contentos contigo, pero dentro de cinco años no tienes nada que venderles, porque no has trabajado; y lo contrario también es muy malo porque has estado todo el tiempo en el proceso de generación de conocimiento y no has trabajado con empresas, no sabes qué necesidades tienen, cuál es su estrategia a futuro, no sabes orientar adecuadamente esa tecnología y entonces considero que el modelo 50-50 es un modelo bastante lógico o equilibrado, a mí me gustaría que fuera diferente pero no tenemos el dinero que tienen los alemanes y quizás tampoco tenemos la demanda tecnológica tan alta que tienen las empresas alemanas, así pues para nosotros un modelo 50-50 es para el año 2008 un modelo adecuado, para el año 2010 será un modelo 60-40. (E4)

El desarrollo tecnológico, a diferencia de la ciencia básica, que busca el conocimiento por sí mismo, está orientado a resolver problemas concretos de la industria, lo que implica establecer una relación bilateral en la cual la industria tenga claridad de sus requerimientos, las especificaciones del desarrollo que requiere realizar y comunicarlos adecuadamente y, por parte de los centros, tener la apertura para asimilar esas especificaciones, confirmarlas y mantener las herramientas conceptuales adecuadas, necesarias y suficientes, para dar respuesta en tiempo y forma a esas necesidades, tal como se hace referencia en el país Vasco:

... aquí en el entorno del país Vasco, los centros de investigación, generamos tecnología porque la universidad que tenemos no lo hace, estamos en una situación diferente y, sin embargo, en todos los países que hemos visitado, en mi experiencia personal, Japón, Austria, norte de Escocia, Estados Unidos, en Canadá, Vancouver, Edmonton; ahí la Universidad tiene a la innovación como elemento fundamental, cosa que en España y en el país Vasco no ocurre, en España está la Universidad Politécnica de Cataluña, la de Madrid que son las excepciones a esta regla. (E4)

En algunos países, por ejemplo en Estados Unidos, los centros de investigación que forman parte de las universidades tienen una clara orientación hacia las demandas del mercado, a la generación de conocimiento orientado a la solución de problemas, en la mayoría de los casos, multitemáticos. En la mayoría de los países las universidades, dentro del tema de la investigación, se orientan a la ciencia básica, dejando a centros de investigación y desarrollo tecnológico independientes, tanto de carácter público como privado, la aplicación del conocimiento para dar solución a los requerimientos científico-tecnológicos de la sociedad y en particular de la industria, tanto pública como privada. En ese sentido la gestión de los centros de investigación y desarrollo con una vocación aplicada forma una parte relevante del diseño de la política industrial de la mayoría de los países.

La solución de problemas demanda una participación multidisciplinaria, interdisciplinaria y en ocasiones interinstitucional que se ha resuelto desde el punto de vista organizacional con diferentes estructuras, que buscan, de una u otra forma, que los participantes compartan no sólo capacidades e infraestructura, sino de ma-

nera puntual los objetivos y alcances de los proyectos como elemento aglutinante para que los esfuerzos sean concurrentes y lleguen los trabajos a feliz término.

### **Filosofías de mejora**

Un común denominador en la actividad, no sólo de los centros de investigación, sino de las organizaciones en general, es que la sociedad, los usuarios, esperan y demandan mejora continua en los bienes y servicios, insumos para su propia actividad o consumo. Esta necesidad de mejora induce a reflexionar sobre la evolución de los diferentes factores que intervienen en el proceso de la generación y aplicación del conocimiento, en general en la vida institucional. Esta condición induce una profunda reflexión sobre la estructura organizacional sustentada entre otras perspectivas, respecto a la relación que guarda con modelos típicos de mejora que se han probado por años en diferentes ámbitos.

Uno de los pronunciamientos de varios entrevistados sobre las formas tradicionales de mejora tradicionales en la empresa, es la necesidad de focalización temática en las instituciones de investigación y desarrollo, manifestada como la tendencia hacia la reducción de los campos de trabajo para incrementar la profundidad con que se sustentan los mismos.

Este criterio va a la par de la necesidad y conveniencia de establecer mecanismos que permitan alcanzar niveles adecuados de complementariedad, entre los miembros de una organización, y deseablemente con otras, a través de alianzas y mecanismos similares, de tal forma que puedan enfrentarse proyectos de mayor envergadura, más complejos, más eficientes.

Esta condición permite que un centro asuma el liderazgo de un proyecto, aún sin contar con la totalidad de los recursos necesarios para llevarlo a cabo, y adicionalmente fortalece las capacidades con que sí cuenta. Una fracción de la entrevista (E4) que se transcribe a continuación, sintetiza claramente la orientación que se le da a este tema: "hacer menos, pero mejor".

Los centros tecnológicos vascos tienen una media de 25, 30 años y en los años iniciales estábamos buscando nuestro destino, estábamos en una fase divergente,

hacíamos cualquier cosa, y cualquier tecnología; en los últimos 8 años ya estamos en una fase convergente, hemos alcanzado una madurez como institución, con formas de gestionar, reconocimiento internacional y para seguir avanzando tenemos que ser cada vez mejores en pocas cosas. (E4)

Más adelante se trata el tema de agrupabilidad, la capacidad para formar grupos.

### **Multidisciplina**

La focalización temática no va en contrasentido de la multidisciplina, es una posición conceptual firme de los centros de investigación, originada por condiciones de mercado. La focalización induce al concurso de varias disciplinas que permitan una resolución de mejor nivel; este esquema puede darse de manera natural en instituciones grandes, por ejemplo, el Instituto Fraunhofer de Alemania que cuenta con 16.000 investigadores, y, por tanto, con muchas opciones para integrar grupos multidisciplinarios, pero aún así tiene alianzas con centros de investigación de diferentes partes del mundo para proyectos específicos. Entre más pequeño sea un centro, la necesidad de tener un enfoque multidisciplinario con base en alianzas interinstitucionales resulta más crítico.

Dentro de las políticas que se han mencionado, en algunas empresas grandes que cuentan con un centro de investigación, hay la tendencia a concentrar los esfuerzos de investigación y desarrollo perdiendo de vista el enfoque multidisciplinario y con ello incurren en los problemas ya citados. En opinión vertida en la entrevista (E6), se transcribe la parte que sigue:

El error número 1 de muchas empresas y centros tecnológicos, es pensar que el proceso es lineal, que es concurrente y no lo es; es un proceso que desde la “cuna hasta la tumba” hay que hacerlo de manera conjunta, mercadotecnia, tecnología, operaciones, finanzas, todos de la mano con distinto nivel de involucramiento conforme avanza el proyecto. Al principio tendrá un rol protagónico y de gran intensidad y mercadotecnia, alineando la estrategia, identificando lo que quiere el cliente y también tecnología, tratando de interpretar y traducir esto en parámetros técnicos de producto y

proceso el involucramiento de operaciones viene, pero todos desde el principio tienen que estar comunicados para ir de manera concurrente en el *mismo canal*. (E6)

Hay empresas que cuentan con capacidades de investigación y desarrollo en las que buscan incorporar internamente todas las etapas del proceso de sus proyectos, lo cual ha probado no ser la solución más adecuada porque generalmente los resultados alcanzan un nivel subóptimo, implica una mayor inversión, y lo más probable es que los resultados tomen más tiempo del esperado.

El trabajo multidisciplinario, como forma de dar solución adecuada a la demanda de soluciones concretas a los requerimientos científico-tecnológicos de los usuarios, es una postura ampliamente aceptada entre los entrevistados; sin embargo, no es una opción trivial, existen puntos de vista y lenguajes diferentes entre usuarios e investigadores; esta diferencia de lenguaje, de forma de interpretar la realidad, debe estudiarse y cuidarse con mucho detalle, porque como se verá, la comunicación constituye un elemento fundamental para garantizar el éxito de la vinculación.

La visión de los usuarios de los productos y servicios de los centros difiere en alcance, recursos y sentido de urgencia, entre otras consideraciones, de lo que a un investigador motiva o requiere, por lo que es importante una posición compartida que permita la integración coordinada de insumos y requerimientos para alcanzar satisfactoriamente los objetivos del proyecto, sin afectar aquéllos de los participantes.

En algunos casos una forma de resolver este problema es plantear el proyecto en etapas, de tal manera que la culminación de una etapa provea de elementos para confirmar o rectificar los planteamientos para la siguiente. Este mecanismo de trabajo da certidumbre a ambas partes, tanto en el aspecto meramente técnico relativo a especificaciones, alcance, etc., como al tiempo y costo de las etapas subsiguientes. Por otro lado, permite detener el proyecto para reconceptualizarlo parcial o totalmente, inclusive cancelarlo sin incurrir en gastos innecesarios o difíciles de prever en proyectos de alta complejidad, cercanos a la frontera del conocimiento, en que el riesgo tecnológico es mayor.

La discrepancia en lenguaje y puntos de vista necesita especial atención en proyectos multidisciplinarios por el concurso de más investigadores, posiblemente más usuarios que intervienen en diferentes etapas de la vida del proyecto. A medida que el proyecto avanza, la complejidad se incrementa y los grados de libertad disminuyen; los diferentes actores tienen que coincidir perfectamente, de lo contrario, existe la posibilidad de generar problemas que repercuten en tiempo, costo y, finalmente, en la imagen que la institución da al usuario final.

### **Participación del personal**

Dentro de las políticas que se comentaron, cabe resaltar el tema de la planeación de la distribución del tiempo del personal, que en algunos centros se lleva a cabo para garantizar, dentro de lo posible, tanto al personal de operación, como al grupo directivo, un régimen de ocupación prácticamente plena que da certidumbre al personal sobre la actividad que va a desarrollar a lo largo del año en los diferentes proyectos, y además permite asegurar, hasta donde esto sea posible, los tiempos de entrega y controlar mejor los costos. Tener para cada persona planeada la totalidad de las actividades a desarrollar en sus horas laborales, el 100% de su tiempo implica un esfuerzo de planeación muy intenso, al mismo tiempo la definición con un alto grado de precisión del potencial de creación de valor de cada elemento de la organización por una parte, y por otra, la necesidad de contar con mecanismos que otorguen la flexibilidad suficiente para la operación, porque de otra manera los esquemas rígidos afectarían gravemente la operación y los resultados de la organización, como se desprende del comentario siguiente:

...no tenemos la gente al 100% en los proyectos, la gente entra en la fase en la que tiene que entrar, de otra manera podríamos tener proyectos insostenibles. (E6)

Un aspecto muy importante es la forma en que una organización obtiene proyectos. Las políticas de comercialización parten de la forma y los medios con que el personal de la institución contacta con sus clientes, con los usuarios, con las fuentes de financiamiento para proyectos internos. En ese sentido la designación del director

de comercialización a la conformación de responsables individuales de parte de la actividad comercial, se enmarca en la política de comercialización de cada centro. En algunos casos los directores de comercialización solamente atienden proyectos de gran tamaño, multinacionales, etc.

Dentro de las políticas fundamentales para la operación del centro, se encuentra la definición de la frontera entre los proyectos comercializados y los proyectos estratégicos, que en algunos casos les llaman internos, estas definiciones tienen una repercusión directa, por un lado, en la situación financiera de corto plazo y, por otro, en la posibilidad de encontrarse en una mejor condición para competir en el mediano y largo plazos. Si no se llega a consolidar adecuadamente la relación del día a día con los clientes el capital de trabajo para el corto plazo puede convertirse en un tema delicado, ya que si se descuida el fortalecimiento de las capacidades competitivas de la institución, se pone en riesgo el mediano y largo plazos por falta de un nivel de conocimiento adecuado para atender las futuras necesidades de los clientes.

### **V.2.3 Procedimientos**

#### **Los proyectos**

Los proyectos tanto comercializados como estratégicos o institucionales se deberán estructurar en etapas, particularmente los de tamaño mediano a grande. Este concepto está enmarcado en las políticas institucionales, debido a que tiene implicaciones financieras importantes para el usuario, pues una segmentación adecuada en el desarrollo de un proyecto da mayor certidumbre en los resultados, es decir, disminuye el riesgo tecnológico inherente a los proyectos de alta complejidad; aunque también tiene sus implicaciones en la coordinación de tiempos y de compromiso de los participantes.

En términos generales, lo reportado en las entrevistas consideran dos grandes etapas básicas, la primera, la conceptual, que contempla diseño, integración del conocimiento, etc., y la segunda, la realización del prototipo de la máquina, planta piloto, proceso, etc.; es decir, la fase que concreta el proyecto y donde se evalúan

finalmente los resultados del mismo. Esta forma de concebir y realizar los proyectos es importante para el usuario al momento de aprobar el proyecto porque reduce el impacto financiero, asimismo, las finanzas en la ejecución ya que una modificación, adición y, en general, las variaciones en un prototipo son mucho más costosas, además de complejas; mientras que a nivel de diseño las variaciones, si bien implican cierto tipo de trabajo, no hay demasiado costo asociado ni demoras considerables.

El *dolor de cabeza* en la administración de proyectos, es que no se cumplen las fechas, que no se cumple lo pactado, los resultados no se entregan, según lo especificado; no se estableció un contrato adecuado con las especificaciones y alcance del mismo y todo esto genera presión y desgaste interno y de igual manera en el cliente; habrá veces que dependiendo del grado de novedad, de riesgo, sería un poco riesgoso tener un proyecto de llave en mano y de precio fijo, pero si el grado de novedad y de incertidumbre es alto, lo sensato será hacerlo por etapas y que se vaya construyendo la incertidumbre, que se maneje el riesgo y la relación con el cliente de manera muy asertiva; esto conlleva a que también sea aceptado por la empresa el manejo del riesgo, de la novedad en este esquema de administración de proyectos por etapas. (E6)

Uno de los problemas en que se incurre, por una postura opuesta a la focalización, es que los proyectos contratados no respondan a los lineamientos del centro. En muchos casos, las disciplinas básicas de los investigadores permiten abordar con mayor o menor esfuerzo una gama de temáticas que, sin embargo, no tienen el mismo soporte de experiencia institucional, y más aun, en algunos casos por falta de infraestructura o de posibilidades de alianzas, o de formación de grupos internos, lo cual se refleja en un mayor costo y tiempo de desarrollo, inclusive en la posibilidad de alcanzar sólo un nivel subóptimo de resultados. En particular existe un riesgo de inhibir la asimilación de una habilidad sólida en la institución que permita desarrollar sus competencias medulares.



## **Confidencialidad**

La naturaleza del conocimiento, como factor de diferenciación de quien lo aplica, debe garantizar la secrecía sobre información confidencial que recibe, procesa y genera bajo relación contractual. La secrecía es un factor crítico para los empresarios en tanto que lleva implícita la transferencia de sus estrategias competitivas a los investigadores; en ese sentido el marco de operación institucional que rige la operación del centro debe establecer los mecanismos para inducir en el personal la ética y la responsabilidad que tienen sobre la información que se recibe con ese carácter. Hoy, aun cuando se puedan establecer mecanismos que garanticen el control sobre la información que se maneja en el centro, difícilmente podría llevarse a cabo considerando la enorme disponibilidad de medios electrónicos de transmisión y almacenamiento de información, en especial por la capacidad y reducido tamaño de los dispositivos electrónicos que existen en la actualidad para almacenar información.

En términos generales es necesario establecer mecanismos para preservar físicamente los archivos, aunque no extremadamente rígidos, porque implicaría una pérdida grave de la flexibilidad y la capacidad de respuesta del centro. La solución está en fortalecer la cultura de la corresponsabilidad del personal y la suscripción de convenios individuales de confidencialidad que fortalezcan el sentido de pertenencia institucional y la alineación con la filosofía y objetivos del centro; el registro de las operaciones que se realizan con los archivos constituye una ayuda valiosa en caso de que presentara alguna complicación con el manejo de la información registrada como confidencial.

## **Planes y cambios en el proyecto**

La planeación del proyecto constituye en todos los casos un tema sumamente relevante, en primer lugar, garantiza el camino más corto a la consecución de los objetivos; en segundo, se previene, como ya se señaló, la disponibilidad de los especialistas para desarrollar el proyecto, ya que el plan en sí mismo constituye la piedra angular para la consolidación del conocimiento institucional que permita asimilar las experiencias para futuros desarrollos.

Una de las labores que se realiza cuando comienza el proyecto, es precisamente la planificación del proyecto, entonces en esa planificación se incluyen las personas y las tareas, en una escala temporal, y se realiza un diagrama. A partir de ahí esa información se vuelca directamente a una base de datos que maneja el director de proyectos y que suma todas esas cantidades y que hacen dar visibilidad al director de proyectos de la ocupación de cada persona, cada mes y además como tenemos proyectos en los cuales las especificaciones y los plazos normalmente cambian, cada jefe de proyectos tiene la obligación al final de mes de actualizar esa planeación. (E3)

Desde un punto de vista práctico, planear con detalle permite analizar las desviaciones que se presentan las actividades planeadas y lo realizado a lo largo del proyecto, a fin de tomar las medidas correspondientes de ajuste.

El tema de la confidencialidad se entrelaza con la necesidad de recuperar ágilmente la información no reservada en los proyectos, la cual puede ser aplicada parcialmente en otros, en el estado en que se encuentra, con ligeras modificaciones, o inclusive en mercados totalmente ajenos al de la aplicación original, tal como se refiere (E5):

...hemos hecho hincapié en esto, hemos dado capacitación a todos los directores de proyecto de ROBOTIKER en evaluación de riesgos, revisión de contrato, etc., nos ha llegado a pasar con algunos clientes que haces una oferta y una vez que haces una definición te van pidiendo cosas diferentes, y con ese tipo de cosas hemos ido aprendiendo que tiene que quedar todo registrado. (E5)

El archivo de la propiedad intelectual del centro se enriquece con el registro de los cambios en los proyectos; las actualizaciones están asociadas a modificaciones y especificaciones técnicas que afectan el tiempo de entrega y, en la mayoría de los casos, el costo; la documentación adecuada de estos cambios constituye un procedimiento que los entrevistados reportaron como una parte importante del proyecto que debe partir de una solicitud del cliente o contar con su anuencia. Un panorama más amplio se señala a continuación:

Hay tres maneras de manejar los cambios en los proyectos, la primera es renegociar la oferta, es una oferta cerrada con un presupuesto cerrado y se renegocia con el cliente, esto lo hace el jefe de proyecto, consultando posteriormente con el director; la segunda manera es hacer proyectos con presupuesto abierto desde el inicio, se acuerda con el cliente que como el proyecto tiene especificaciones difusas, va a tener un presupuesto flexible desde el inicio, entonces se acuerda con el cliente de que al final de cada mes desde la administración se le enviará un reporte con las horas trabajadas y el presupuesto consumido; se le da un presupuesto aproximado del proyecto y desde ahí todos asumimos que las especificaciones del proyecto serán muy cambiantes; una tercera, que a veces se desdeña pero tiene que estar ahí, es decir no al cliente, decirle que esas especificaciones no se pueden hacer, por razones de plazo, de presupuesto o por razones técnicas; a veces, por ejemplo, nosotros tuvimos un cliente que quería que un accionamiento eléctrico produjese más energía mecánica que la energía eléctrica que se le aportaba, entonces no se hizo, no había otra respuesta. (E3)

### **Trabajo institucional**

El plan que concibe un centro para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, requiere, entre otros elementos, integrar una organización *ad hoc* al interior de la institución; es decir, formar el equipo de trabajo que a lo largo de cierto tiempo alcanzará los objetivos planteados. La forma en que se integran esos grupos y los recursos con que operan, marca la diferencia entre los centros y las posibilidades que tienen de acceder a proyectos de mayor complejidad y alcance.

La organización de los proyectos se sustenta en una cultura de planeación, dirección, coordinación y participación, en la cual los responsables no pierdan la visión global de la institución, en aras de la consecución de metas individuales, o departamentales. Sin embargo, en algunas formas de organización la estructura no favorece la percepción integral de la organización, por la consecución de metas fraccionadas de corte departamental.

El fomento de la visión integral de la organización tiene soporte en los temas de la multidisciplinaria, de la focalización temática, de la integración de grupos, de la tendencia hacia una ocupación al 100% del tiempo disponible del personal que labora en la institución.

La opinión de los entrevistados acerca de un modelo ideal de organización que permita integrar eficientemente las capacidades y contribuir con sus miembros, coincide en que no hay un sistema único, un sistema perfecto que resuelva cualquier tipo de problema en la circunstancia que se presente. Por el contrario, destaca que los centros de investigación y desarrollo deben ser flexibles y adaptarse a los requerimientos que cada proyecto presente con la mayor apertura, dentro de los límites definidos, lo cual permite un mejor desempeño. Los centros no tienen una actividad repetitiva, cada proyecto es único, y en cierta forma requiere de un tratamiento organizacional también de naturaleza específica, preservando el hilo conductor de la misión y objetivos institucionales.

... la respuesta es muy difícil, no es tan evidente y seguro que no es única, no hay sistema perfecto, seguramente los entornos donde se desarrolla el sistema de ciencia y tecnología son diferentes, el de México, de España y de Estados Unidos; sin embargo, parece que unos son más exitosos que otros. (E4)

La madurez de algunas organizaciones permite que, sin demasiado problema, se mantenga claridad entre el personal sobre las funciones que realiza el líder del proyecto desde el inicio hasta a su culminación, a diferencia de otros integrantes del proyecto que intervienen de en determinadas fases, estas intervenciones dependen de un respaldo adecuado de planeación, con un soporte informático suficiente y para ser exitosas necesitan acompañarse de una sólida cultura institucional sobre la formación de equipos y colaboración.

La vida institucional de los centros, intensiva en personal, es más eficiente en la medida en que haya un mayor nivel de especialización en sus integrantes, claridad sobre los objetivos que se persiguen y buena coordinación, elementos que en conjunto fortalecen la capacidad de respuesta en profundidad, tiempo y, en consecuencia, con una mejor posición financiera, tal como refiere (E2):

Al investigador se le emplea por su especialidad; en Estados Unidos los investigadores saben mucho de su área de especialización, pero son muy malos llevando proyectos y cuando haces un proyecto manejado por industria se te van los clientes,

no quieren trabajar ya contigo y los profesores que trabajan en los proyectos entienden eso, de hecho, es una de las condiciones que se tiene para entrar a trabajar en el *staff* porque muchos de los investigadores están acostumbrados a la investigación aplicada, ellos son “el encarecedor principal”, lo que ellos hagan, cuando ellos quieran durante los tres años. (E2)

### **Director de proyecto**

Entre los elementos que convergen para el desarrollo de un proyecto, la figura del director de proyecto es esencial. Éste juega un papel importante, en primer término, porque su conocimiento y experiencia le permiten obtener contratos, lo que se sustenta muy significativamente en un proceso de generación de confianza del usuario, tanto derivada de proyectos previos, como por la visualización de opciones de solución; confianza en el conocimiento sobre las etapas necesarias para alcanzar los objetivos. No menos importante es la capacidad de este director para convertirse en líder eficaz del grupo que habrá de realizar el proyecto, así como la habilidad para allegarse los recursos necesarios en el momento adecuado; a fin de resolver los problemas que de manera natural se presenten a lo largo del desarrollo del proyecto y así realizar un cierre satisfactorio.

Existen dos directores de proyecto, uno para las Unidades de Producto y Energía, y otro para las Unidades de Procesos; hay muchos proyectos interunidades, pero son menos habituales que los proyectos interárea, y en cualquier caso ambos directores de proyecto trabajan en colaboración. (E3)

Dentro de los procesos de comunicación e integración de las organizaciones, un aspecto que se ha descuidado es el mecanismo de formación específica para personal directivo de centros de investigación. En no pocas ocasiones se reporta que la promoción de puesto lleva consigo resultados poco afortunados. Se promueve a un científico de una posición técnica a una administrativa de alto nivel y, consecuentemente, el resultado es que se pierde la contribución del científico y no se

logran metas positivas en la administración por falta de conocimiento formal sobre el tema y, en ocasiones, por disparidad en la vocación e intereses profesionales de la persona promovida que no fueron detectados oportunamente.

Se infiere que a pesar de los esfuerzos orientados a proveer de herramientas administrativas al personal científico que se promueve, los resultados no han sido del todo satisfactorios; la conclusión ampliamente soportada por los entrevistados es que no existe una institución o programa exitoso de formación de científicos y tecnólogos para ocupar puestos directivos en centros de investigación y desarrollo.

Dentro del personal científico, expertos, tecnólogos, técnicos etc., que intervienen en el desarrollo de proyectos, la designación del director o gerente de proyecto reviste singular importancia. Para efectos del desarrollo de proyectos de investigación, habitualmente se asocia al tamaño de los mismos, pero en esencia la actividad que despliegan es la misma. Luego, la importancia deriva porque el gerente o director de proyecto es la cara de la institución ante el cliente y el desempeño que tenga genera una imagen de la institución.

La primera actividad del gerente de proyecto es la detección de oportunidades para el desarrollo de proyectos. Dicho de otra forma, participan en el proceso de negociación de los requerimientos científico-tecnológicos de los usuarios, transformándolos en una propuesta con especificaciones y alcances técnicos, económicos y de tiempo; una vez aprobada la propuesta genera las bases para la planeación, inclusive la realiza, lo que permite la selección e integración del grupo que desarrollará el proyecto. La coordinación del grupo, o grupos, con el cliente demandan una mezcla de habilidades científico-tecnológicas, además de una relación interpersonal para sortear los problemas y conseguir el resultado propuesto finalmente, lo que implica también que a lo largo del proyecto se lleve ordenadamente la información que clarifique los pasos del proyecto hasta llegar a su conclusión.

Finalmente, las compras son tanto más significativas cuanto mayor sea la institución y el balance de la investigación aplicada respecto al desarrollo tecnológico y los servicios. El desarrollo y construcción de prototipos, de piloto plantas, de producción de lotes de muestra, entre otros, implican una cantidad representativa de recursos. En este tema hay diferencias significativas entre los centros ubicados en

países desarrollados con respecto a los países con un menor grado de desarrollo, porque adicionalmente a las diferencias en los montos invertidos en proyectos, hay las dificultades para abastecer los equipos, componentes y materiales, en general representan un grado de complejidad y condiciones diferentes cuando es necesario importar esos insumos o cuando los hay en proveeduría local.

La gestión documental es uno de los aspectos críticos en el desarrollo de proyectos. Documentar adecuadamente un proyecto tiene como finalidad poder reportar el resultado a los usuarios o a la entidad que lo financia, pero adicionalmente existen otros factores como la incorporación del conocimiento a la misma organización que lo genera para potenciar las capacidades de sus miembros en futuros desarrollos; es decir, constituye la base de un mecanismo de retroalimentación; el conocimiento se genera en un área del centro y queda disponible para las demás, cuidando los niveles autorizados para acceder a esta información y el tratamiento que se le puede dar en un momento dado.

La gestión documental, en sentido estricto, es una forma de comunicación, sólo constituye una parte de las necesidades de transmisión de información en la operación de los centros, particularmente porque la gestión documental es conclusiva de segmentos del desarrollo del proyecto con especial interés a la conclusión del mismo. En la mayoría de los casos la comunicación, en su acepción amplia se reporta como mejorable y más aún (E6) señaló que:

... el 70% de los problemas en el desarrollo de proyectos se generan por un nivel deficiente de comunicación entre los participantes, y la relación interpersonal se fortalece o se debilita de manera proporcional a la calidad de la comunicación existente entre los miembros de la organización, en lo general, y en particular la de los que participan en el proyecto. (E6)

#### **V.2.4 Formación del personal**

Los centros de investigación, además de ser organizaciones intensivas en personal, sus integrantes están altamente capacitados, en la mayoría de los casos con amplia experiencia. La importancia que tiene la formación del personal para el buen des-

empeño de la organización se marca desde el proceso de reclutamiento, hasta el retiro de investigadores o tecnólogos, pasando por las diferentes fases formación y evolución laboral.

La contribución del personal en forma individual y agregada requiere un balance entre su aptitud, capacidad académica y la actitud, en la que inciden tres actores en la vida de las organizaciones: la *autoridad* o *dueños* de la institución, los compañeros de trabajo y los clientes del centro. La adecuada atención a las expectativas de esos tres actores, en armonía con las personales, garantiza que cada uno de los integrantes y la institución, en su conjunto, avancen a estadios de mayor prosperidad y éxito, consideraciones que hace hincapié. (E4):

... la clave y el secreto son las personas, porque puedes poner los mecanismos que quieras, las organizaciones son seres vivos que se adaptan a las condiciones del entorno, si el jefe se empeña en "que es por aquí!" y otros departamentos dicen que "es por aquí" y otros "no que es por aquí", terminas sin saber dónde, el tipo de directivo debe tener claro que no es su departamento por el que debe de pelear sino por el conjunto, y éste es un cambio que se está produciendo, porque antes eran departamentos *estancos*... (E4)

La formación es un proceso de asimilación de conocimientos nuevos que articulan las experiencias previas de una persona, material proveniente de diversas fuentes, escrito, oral o audiovisual que va generando capacidad de respuesta ante las diferentes circunstancias a que se enfrenta una persona en su vida cotidiana, individual o laboralmente. La formación, desde la perspectiva institucional se orienta a fortalecer la filosofía "en menos, pero mucho mejor".

Las políticas y los procedimientos adecuados para una operación exitosa en organizaciones intensivas en personal, particularmente en centros de investigación, no es suficiente para integrar un grupo capaz de llevar a cabo con éxito la misión de la institución. La formación juega un papel determinante, que si bien es un proceso eminentemente personal, los entrevistados reconocen que la institución apoye ese esfuerzo de formación, particularmente en los temas que son de interés para la or-



ganización y que no en todos los casos están accesibles en medios de difusión comunes, salvo congresos, simposios, etc.

La formación es un valor crucial para la organización, también es importante considerar que requiere de una estructuración muy clara y de mediano a largo plazos, de otra manera los esfuerzos de formación podrían tener un resultado divergente y alejarse de la focalización institucional. El conocimiento cada día es más amplio, cambia muy rápido, de tal manera que una adecuada estructura de la formación del personal está en primer plano.

En formación se contemplan tres facetas; la primera, la forma de licenciatura, maestría, doctorados; la segunda, los congresos, reuniones especializadas, entre otras, y la tercera el proceso de asimilación personal del conocimiento que es la autoformación, este último proceso en la medida en que se establezca como parte de la cultura institucional y se arraigue en la organización, con el tiempo dará excelentes resultados en el posicionamiento científico-tecnológico de la institución.

Las necesidades de capacitación, como informaron algunos de los entrevistados, se programan anualmente, sin embargo, no sólo se requiere la planeación, sino al menos uno de dos integrantes: la motivación personal del investigador tecnólogo, que se refleja en el componente de la autoformación y un componente de relevancia dentro del marco de la temática institucional, que además de estar constituida por el gran marco de planeación anual, también se encuentra en el director del proyecto que tiene la facultad de inducir la participación de sus colaboradores en foros específicos sobre el desarrollo de un proyecto o demanda.

### **Capacitación de directivos**

Un punto delicado en la vida de los centros de investigación es la inexistencia de un programa integral para formar directivos, y con frecuencia se pierde "un buen investigador y se gana un mal directivo". La capacitación de los directivos se hace de manera discontinua, un tanto aislada y mucho sobre la marcha, lo cual complica el esquema y limita los resultados bajo esta modalidad, particularmente en los primeros años de su gestión, tal como se esboza:

...este proceso también requiere de administradores profesionales, no hay, no he encontrado en el mundo, dónde yo diga hay que ir “ahí” a estudiar una maestría, un doctorado en administración de Centros de Investigación; es ridículo, se gastan cantidades descomunales, y hay que decir que administrar una universidad, un centro de investigación básica, aplicada, de desarrollo tecnológico es muy diferente a administrar una carretera, hospital o una fábrica. (E6)

### **Personal con doctorado**

Uno de los indicadores, referente al potencial de desarrollo de una institución, es la cantidad de doctores con orientación acorde a la institución —básica o aplicada—, expresada en porcentaje de la población total del centro. En los casos de los centros de investigación básica, el porcentaje tiene menor utilidad porque la mayoría tiene grado de doctor; el indicador cobra sentido cuando se aplica en centros de desarrollo tecnológico o de investigación aplicada, en los cuales existe un número reducido de doctores respecto a la población total por diseño, aun cuando en algunos casos este porcentaje no ha sido alcanzado. En estos casos se toman medidas concretas para la formación doctoral de personal de la organización, y también orientando los criterios de reclutamiento hacia personal que ya cuente con el grado de doctor. Para centros de investigación aplicada, o de desarrollo tecnológico se mencionó 20% del personal con doctorado como un número deseable.

Algunos centros han contratado de recién graduados del doctorado que tengan disposición para orientar su actividad profesional hacia la investigación aplicada y la generación de conocimiento que sustente el desarrollo tecnológico.

La obtención del doctorado por parte del personal que conforma un centro, tiene la complejidad del tiempo que se requiere para lograrlo y la inversión que implica financiar los estudios. Para el personal es motivador encontrar vías de apoyo para superarse académicamente, de manera especial en los casos en que la obtención de un doctorado, además de dar opciones para asumir nuevas responsabilidades, lleva consigo un mejor nivel de ingreso. Una estrategia combinada parece aportar la mejor opción para fortalecer académicamente los cuadros de los centros tecnológicos, (E4) menciona que:

...20% con doctorado, tendríamos que estar en 48 doctores y tenemos 16, eso sí tenemos 35 doctorandos, y de esos se quedarán la mitad por el camino, se doctorarán cinco o seis cada año. (E4)

La construcción de una plataforma académica, la solución vía contratación es inmediata, sin embargo, queda el problema de la asimilación de la cultura organizacional que es el otro elemento de la ecuación; para obtener resultados se requiere de aptitud y actitud.

### **Formación de ingenieros**

La formación de ingenieros, partiendo del grupo de técnicos de una institución, implica opciones y recursos, una complejidad semejante que la incorporación de doctores. Es difícil que la persona dedique de manera constante el tiempo para formarse, adicionalmente a su jornada laboral. Sin embargo, actualmente existen opciones de licenciatura abierta, que posiblemente no en todos los casos alcance el mismo nivel de calidad, pero es opción válida y permite al personal avanzar en los esquemas organizacionales y, consecuentemente, asumir mayores responsabilidades en el desarrollo de proyectos con incremento en la satisfacción profesional y de la mejora de sus ingresos.

Contar con un número más alto de personas que tenga tanto formación académica como experiencia en su respectivo campo de actividad permite al centro desarrollar los proyectos con mejores estándares de calidad y eficiencia. Una tendencia es el incorporar ingenieros jóvenes, recién graduados, y complementar su formación con la asistencia de personal experimentado del centro como ejemplifica el caso del país Vasco:

En la política el país Vasco (año 80 al 96) sólo había una escuela pública digamos la universidad sólo se maneja escuela de ingenieros, Facultad de Económica, pero no había una universidad como la de ahora, entonces, desde el año 80 que empezó el gobierno vasco sólo había dos alternativas: hacer centros de investigación públicos

con una estructura como la que está en España o apoyar a los centros más cercanos para la industria y se tomó así la decisión de apoyar a las necesidades de la industria.

Hasta el año 1991 hubo apoyo a los centros de investigación y así empezamos hacer planes de política industrial a fin de mantener una iniciativa privada y pública; no somos inversionista pero llegamos a un proceso de hacer juntas las cosas. (E7)

## **V.2.5 Integración de grupos**

### **Grupos y equipos multidisciplinarios**

El contar con procedimientos y políticas cobra sentido cuando existe un líder con capacidad para seleccionar adecuadamente el grupo de trabajo en la consecución de un proyecto, es decir, que tengan las calificaciones requeridas y la motivación para alcanzar los objetivos.

En el caso de grandes proyectos, o de naturaleza compleja, que requieren la participación de diferentes grupos temáticos, o inclusive de otras instituciones, adicionalmente a la conformación del grupo central de trabajo, el líder debe propiciar un espíritu de colaboración entre los participantes, partiendo de criterios y asignación de responsabilidades claramente establecidos, con mecanismos de comunicación eficientes.

La complejidad inherente a ciertos temas ha llevado a las organizaciones a trabajar cada vez más en redes, grupos que interactúan de manera coordinada con horizontes estables a mediano y largo plazos, complementando disciplinas y compartiendo resultados con objetivos y visión común. Este tipo de colaboración se ha fortalecido con mecanismos más estructurados a partir de la concepción formal del diseño de redes temáticas, consorcios de investigación, entre otros. nuevas formas de colaboración de grupos.

Cuando el tema de la colaboración y las alianzas se lleva a un escenario más amplio, se pueden establecer sistemas de innovación con un comportamiento más estructurado, con mayores recursos en un horizonte de tiempo previsiblemente más largo.

La formación de equipos multidisciplinarios al interior de un centro se sustenta por la necesidad natural de complementariedad científico-tecnológica, y se fortalece

con el desarrollo de una cultura de colaboración, que permite dejar temas en los que se tiene una capacidad limitada o marginal, para que otros grupos de la propia institución o de otras los lleven a cabo. Se busca una posición balanceada entre lo que se aporta y se recibe. La colaboración es el trabajo conjunto que no implica sólo una actividad simultánea, sino también convergencia en visión y objetivos de un proyecto o temática.

Los entrevistados informaron que las alianzas institucionales formales generan un valor adicional a la relación académica entre investigadores, porque permiten compartir infraestructura costosa, en ocasiones indispensable, pero de baja tasa de ocupación, y adicionalmente brindan la posibilidad de participar conjuntamente en mercados y tener oportunidades adicionales para obtener proyectos bajo contrato o participación en convocatorias gubernamentales.

## **V.2.6 Estructuras organizacionales**

### **Funcionales**

Se han establecido conceptos alrededor de la organización de grupos con políticas, procedimientos y estructuras claros, que permitan a sus integrantes operar adecuadamente e interactuar con otros grupos. Aunque no se reportaron ejercicios puntuales de rediseño de la estructura funcional ni en general de la estructura organizacional de los centros, sí hubo pronunciamientos sobre procesos evolutivos de la organización y consecuentemente de las estructuras con las que se soporta la actividad institucional.

En relación a las estructuras funcionales, los comentarios fueron sobre su aplicación en el campo de las actividades que por naturaleza tienen un carácter repetitivo, marcadamente metódico lo cual es totalmente congruente con la estructura funcional.

Se hizo mención de las áreas de la organización, que se pueden interpretar como grupos abocados a un cierto tema y asimilarse a una organización funcional por proyecto; esta situación puede llevar a la confusión de concepto, es decir, que un área funcional opere internamente por proyecto en su ámbito de competencia,

de tal suerte que ambas estructuras puedan en un momento dado convivir a nivel institucional.

Los grupos operaran con diferentes diseños estructurales: funcional, matricial, por proceso, por proyecto, entre otros, dentro de esta variedad, lo interesante es la flexibilidad con que se conforman y crecen; el nivel de flexibilidad va en proporción directa con la facilidad con que se alcanzan los objetivos institucionales, principalmente por la contribución temática especializada, la eficiencia y calidad de los resultados.

...cuando yo digo las mejores prácticas de administración del conocimiento, me refiero a las mejores prácticas de generación de conocimiento, conocimiento bueno, de frontera, pertinente, de calidad, oportuno y me estoy refiriendo a la forma de administrar el proyecto de convertir ese conocimiento en un producto, servicio, proceso, equipo útil para alguien, ya sea una vacuna, un equipo médico, un producto de consumo, un alimento, etc., y los procesos de cómo comercializar, transferir y cobrar el conocimiento, que es ponerle valor de cambio, porque el conocimiento puede tener mucho valor de uso por su grado de novedad, por su grado de originalidad y que está patentado, pero que tal vez tiene cero valor de cambio porque no se ha comprendido cómo empaquetarlo y cómo ofrecer una solución integral que pueda ser aceptada por el usuario, consumidores reales. (E6)

Dentro de las variantes de la estructura funcional una de las más representativas, por el impacto que tiene en la toma de decisiones, es la estructura piramidal en la que hay un alto grado de centralización en el proceso de toma de decisiones alrededor de la dirección general y del segundo nivel, en la cual las decisiones trascendentes tienen que subir a las altas esferas de la organización a fin de que procedan.

Ésta es una de las caras más delicadas de la estructura funcional, porque limita la operación del centro en general, y de manera específica la asunción de responsabilidad de los miembros por la consecución de los objetivos como se menciona a continuación:

... uno de los grandes problemas de Singapur es que la sociedad tiene una estructura piramidal y esto frena la cultura de la investigación, ya que no nos proporcionan los fondos directamente para hacer los proyectos, y el problema es que la gente que está encima, típicamente no sabe cuáles son las necesidades de la investigación. (E9)

Una denominación ligeramente diferente, podría hacer pensar en un formato adicional a los ya establecidos, como el comentario que sigue, en que (E3) le llama por áreas tecnológicas, que en realidad es una estructura funcional:

... estamos organizados por áreas tecnológicas porque son estructuras estables, no tendría sentido organizarlo por proyectos, aunque hay espacios asignados a los proyectos, mayormente están asignados a las áreas tecnológicas y, por tanto, cada persona convive el día a día con el líder de su área tecnológica y es normal que el líder de su área tecnológica, se preocupe por el día a día de esa persona. (E3)

### **Estructura matricial**

Sobre la estructura matricial los entrevistados comentaron buenos resultados en varios casos, entre otras razones porque los grupos de trabajo se integran con los especialistas adecuados sólo por el tiempo en que se requiere su participación; el problema de la operación con una estructura matricial es la autoridad dual; por un lado, hay una autoridad temática y, por el otro, una autoridad específica del proyecto a desarrollar. El buen desempeño de una operación con la modalidad de estructura matricial depende de aspectos culturales de comunicación, de balance del liderazgo, de autoridad adecuadamente compartida, lo que no siempre sucede y genera tensión entre los miembros del equipo del proyecto.

### **Organización por proyecto**

La razón de ser de los centros de investigación aplicada y desarrollo tecnológico es la solución de problemas científico-tecnológicos de una comunidad o de un usuario específico. Para tal propósito se define como unidad de trabajo un concepto que se ha denominado proyecto, el cual incluye la realización de una serie de actividades con ciertos recursos para el logro de un objetivo específico con la participación de

un grupo de especialistas que en algunos casos puede ser unipersonal; su duración es de corto, mediano o largo plazo.

Los proyectos poseen dos características en cuanto a la forma de trabajo: la primera, tienen un objetivo específico por alcanzar y, la segunda, la duración perentoria, es decir, tienen una fecha de inicio y una de terminación. Varios de los entrevistados informaron que sus instituciones trabajan con base a proyectos; difícilmente un centro de investigación y desarrollo puede trabajar en un esquema en el que no haya una definición clara de los proyectos que deben realizarse; los proyectos pueden llevarse a cabo en cualquier tipo de organización, sin embargo, la diferencia central estriba en la forma en que se constituyen los grupos que los desarrollarán.

Si el grupo se desprende de una sola área temática es claramente una organización funcional donde se gesta el proyecto; si el grupo de trabajo se forma con personal proveniente de diferentes áreas con un jefe temático y otro encargado del proyecto por sí mismo, se tiene una organización matricial en la que de manera evidente se opera también con proyectos; si la organización está segmentada en procesos productivos, como típicamente sucede en el sector químico, la orientación de los proyectos será por proceso; finalmente, si la conformación de los grupos de investigación o desarrollo es totalmente flexible en que los proyectos pueden darse o no dependiendo de las condiciones de la organización, por ejemplo, en proyectos para la industria de la construcción.

Aun cuando una organización pudiera tipificarse como basada en proyectos, tiene componentes funcionales principalmente en los temas de administración. Una característica distintiva de este tipo de organizaciones es una alta demanda en los procesos de planeación para garantizar una buena ocupación del tiempo del personal en actividades sustantivas y tener una alta certidumbre sobre la disponibilidad del personal que se requiera en cierto momento de la vida de los proyectos; esta situación se complica en la medida en que se incrementa el número de proyectos, y de personas que participan en ellos; en (E10) hay una clara referencia a este tipo de organización:

... yo trabajaba para DNO, era gerente de departamento y era una organización basada en proyectos. Nosotros, cada uno de los empleados, teníamos de uno a cinco o seis proyectos; no todos trabajaban en varios proyectos a la vez, algunos trabajaban



en uno solo, típicamente trabajaban en uno a tres grupos, yo la llamé organización basada en proyectos y creo que ustedes quieren ir hacia allí, este proyecto es de uno a uno y es suficiente para una persona así que imagino hacia donde pretenden ir, a veces el proyecto empuja a tu organización a esta dirección, pero lo que yo pretendo hacer es contar con una base científica sólida para promover un cambio mayor en mi país, si por mi fuera ver su punto de vista y es un poco difícil debido a la relaciones con las universidades, y las universidades son otra historia es más fácil, que tienes el departamento de matemáticas y de mecatrónica; pero la vida real, la historia es distinta, a mí me gustaría tener su consejo es una cuestión difícil. Actualmente soy un profesor en proyectos, tema que cubre todos los efectos básicos de la investigación, trabajo año y medio, es un tiempo muy reducido para los tiempos de universidad, porque tengo que desarrollar la educación y la investigación y tenemos el tema de gestión de proyecto. (E10)

En parte de la intervención de (E5) se aprecia otra faceta de la organización por proyecto:

... trabajamos por proyecto, en el proyecto hacemos una planificación y para la cual consultaré con expertos de otras unidades y si digo, a mí me falta esta gente y lo tengo a este precio y con estas condiciones y a partir de ahí funciona el proyecto, como elemento individual, como el proyecto de la unidad básica de actuación nuestra, funcionamos por proyectos y se aporta y llegamos a acuerdos. (E5)

### **Gestión por proceso**

La gestión por proceso se realiza en la industria grande, cuyos volúmenes de operación permiten dedicar instalaciones a ciertas etapas de su proceso de manufactura; también se encuentra este tipo de procesos cuando la fabricación está distribuida en lugares geográficamente distantes de un mismo país, o inclusive, en diferentes países. El proceso de especialización en el sector de manufactura con frecuencia lleva a una demanda también específica de tecnología y, por tanto, en la vocación de los centros que la generan; típicamente en el sector aeronáutico, automotriz, de la construcción y algunos otros como cemento o vidrio.

La operación por proceso en los centros de investigación ha mostrado una conformación organizacional variada que sin desprenderse del proceso como formato básico, se adapta de manera flexible a diferentes configuraciones, dependiendo de la naturaleza y tamaño de los proyectos a desarrollar.

### **Unidades de negocio**

El concepto de unidad de negocio se ha adoptado recientemente no sólo en centros de investigación, sino en diferentes campos de la actividad económico-empresarial; centros de diferentes países informaron haber adoptado esta figura organizacional, aun cuando se puedan percibir diferentes interpretaciones:

La unidad de negocio es el núcleo central para creación de valor en nuestra corporación, tiene una estructura horizontal, liderazgo de personas y equipo, con todo el apoyo y soporte de la corporación, cada director de unidad de negocio es un líder creativo, la integración de todos hace posible que todo salga como se planteo. (E8)

La organización con unidades de negocio conceptualmente es similar a la de proceso sólo que con una orientación definida hacia sectores específicos de mercado y, consecuentemente, con una temática orientada en la misma dirección. La tendencia de las organizaciones que operan con unidades de negocio va en el sentido de ser autocontenidas, es decir, van un paso más allá de la organización funcional, al menos en diseño, pues buscan integrar en cada una de esas unidades todas las capacidades requeridas para la realización de proyectos, desde el momento de su concepción hasta la culminación. Esto podría no representar una condición delicada en los casos en que cada unidad de negocio tiene una dimensión significativa de tal forma que prácticamente se convierte en un centro por sí mismo.

La operación en este esquema no resulta del todo eficiente cuando la unidad de negocio es pequeña y no existe cultura ni condiciones institucionales de colaboración horizontal que puedan resolver los tiempos muertos que se generan entre proyecto y proyecto; adicionalmente las unidades de negocio pequeñas, con una operación cerrada, no tienen forma de resolver las carencias que de manera natural resultan del alto nivel de complejidad que los proyectos denotan en la actualidad.

Para ser resueltos eficientemente supondrán colaboración interdepartamental que no existe por el tamaño de la organización.

El tamaño en las unidades de negocio puede aproximarse al de un centro o mediano 80 o 100 personas en cuyo caso se presentan varias opciones de operación al interior de la propia unidad; a continuación se transcriben algunas de sus características:

En las unidades de negocio hay una transversalidad, ya que una tecnología desarrollada en un sector puede servir en otros sistemas industriales, de aquí puede salir para el sector agroalimentario, porque existe una transversalidad, hay sinergias y oportunidades convergentes entre las unidades de negocios, las tecnologías de un área determinada pueden servir para otra, la organización es horizontal, están vertidas las aplicaciones tecnológicas multisectoriales y los clientes con sus necesidades se siguen actualizando de manera trasversal a través de los negocios, que tienen su plan de *marketing*, tecnológico, tienen sus recursos y se gestiona. (E7)

### **Otros modelos de organización**

Los entrevistados hicieron referencia a diferentes tipos de organizaciones que en realidad son fruto de una mezcla de los modelos teóricos tradicionales, esto se explica entre otros motivos, por la necesidad de adaptar la organización a demandas específicas, sobre todo en proyectos de larga duración o demasiado complejos que implican ajustes a la organización. En otros casos en los modelos asumidos por la dirección general debido a la alta esfera directiva del centro en cuanto a liderazgo y a la delegación de autoridad van desarrollando modelos que se adaptan a las condiciones del centro. En algunos casos estas modificaciones son transitorias y en otros estas modificaciones van incidiendo en la conformación de la cultura del centro.

¿Qué pasa con los grados de innovación? Que te llevan, a una filosofía de administración por proyectos, que tiene que ser multidisciplinaria, flexible y que eso rompe con el paradigma tradicional de los sistemas de organización funcionales, jerárquicos, lineales, orientados a la tarea rutinaria; el reto de una organización es saber cómo se

puede manejar de manera simultánea, y sucede también en la vida de un centro de investigación, ¿cómo se pueden manejar de manera amigable todas las tareas rutinarias, funcionales con todo un conjunto de proyectos, que algunos son de innovación, pequeños, medianos o grandes y que demandan estilos y modos de administrar por etapas de manera diferente?; es difícil pensar que esto exista en un proyecto de innovación si no hay la participación de la multidisciplinaria; por tanto, un cambio cultural en la administración de proyectos de innovación *versus* los de operación y de mejora continua tiene que existir la disciplina que impone el mundo de la operación, de seguir el estándar y método, lo prescriptivo, pero a la vez que dé espacio a la flexibilidad que tiene que existir en una cultura de innovación, de manejo de proyectos de esta naturaleza. Por tanto, las organizaciones tienen que comenzar a reconocer que esta ambivalencia del mundo racional, estructurado y lineal debe coexistir con el mundo innovativo, el mundo de las posibilidades, el mundo de la creatividad, de la generación de opciones y de la búsqueda de la novedad. (E6)

Un tema en el que hubo convergencia en las opiniones de los entrevistados, es que a medida que la organización va siendo más compleja por el número de investigadores, por los mercados a los que atiende, por la complejidad de los proyectos, viene aparejado automáticamente el incremento de problemas estructurales, una mayor dificultad en el establecimiento y mantenimiento entre las personas que conforman un grupo, entre grupos, entre las áreas de apoyo y los grupos operativos.

## **V.2.7 Gestión científico-tecnológica**

### **Función de la comunicación**

En la comercialización, los procesos de comunicación son importantes en todas las relaciones interpersonales, sin embargo en el caso de la investigación y desarrollo vinculados con el sector empresarial, la comunicación reviste una importancia especial desde los tres grandes escenarios de relación entre empresa-centro de investigación: la gestión para obtener el proyecto, durante su realización y una vez concluido el mismo. La comunicación no se limita al seguimiento del proyecto una vez obtenido el contrato, sino que permite el acercamiento entre ambas organizaciones orientado a construir lazos de confianza que con el tiempo se transformen en

oportunidades de participación. La comunicación permite detectar las oportunidades sobre las cuales se edifican las posibilidades de contratación de futuros proyectos.

De estos tres escenarios uno tiene especial importancia, la comunicación durante el desarrollo del proyecto, porque permite dar continuidad a los avances y contar retroalimentación de los usuarios sobre las expectativas que éstos tienen de los resultados del proyecto. Se mencionó que los ajustes a la concepción inicial del proyecto son complejos, en particular cuando se modifican sustancialmente las premisas; sin embargo, es mucho más conveniente acordar y, en su caso, realizar esos cambios durante la fase conceptual del proyecto que en la construcción del prototipo o una vez concluido, momento en el cual el cliente puede reaccionar desfavorablemente a los resultados por tener una percepción diferente a la inicial durante el tiempo de ejecución del proyecto, situación que se acentúa en los casos de proyectos de larga duración.

### **Función comercial**

La función comercial consiste en identificar las necesidades reales de la industria y la transformación de esas necesidades en un conjunto de especificaciones técnicas cuya satisfacción lleva a su vez a la solución de la problemática planteada. Además debe tener un criterio amplio y una alta sensibilidad para ayudar al usuario a identificar la necesidad real; el cumplimiento de las especificaciones de un proyecto no garantiza la solución del problema, ya sea por limitación o por un enfoque poco preciso del planteamiento del proyecto.

Se habla de función comercial en relación con el desarrollo de proyectos tengan o no una retribución directa para su ejecución, los contratados en el primer supuesto y los internos o financiados con recursos públicos en el segundo, porque en ambos casos se trata de un proceso por el cual se detecta una necesidad y se ofrece una solución para satisfacerla. Aun cuando los ingresos derivados de una transacción comercial no representan la esencia de la misión y objetivos de la mayoría de los centros, sí constituyen un indicador claro de la orientación de la institución.

La expresión más clara y contundente de la función comercial se plasma en la formulación y, en su caso, aceptación de las propuestas de proyectos ante instan-

cias de fomento o clientes. La función comercial la lleva a cabo, en la mayoría de los casos, quien funge como director del proyecto. Las propuestas concretan las especificaciones o alcance del proyecto, los resultados esperables y de una manera explícita los criterios de aceptación de los entregables, es decir, la forma y circunstancias en que se someterán a prueba los equipos y, en general, los resultados del proyecto.

Una vez concluido un proyecto se presenta una etapa que en algunos casos resulta crítica; y consiste en la transferencia de los resultados del proyecto que en términos generales se pueden agrupar en dos: los proyectos que se realizan bajo contrato y la transferencia de conocimiento generado en la institución con anterioridad o mediante otros mecanismos. En el primer caso es altamente deseable que a lo largo del desarrollo se establezca comunicación con el receptor de los resultados que son personas distintas a quienes contratan el proyecto, lo cual puede generar complicaciones de interpretación de los resultados y del alcance del proyecto.

En el caso de proyectos institucionales, o financiados por entidades gubernamentales, el procedimiento de transferencia o al menos de informe sobre los resultados obedece a esquemas particulares que cada institución establece, sin embargo, en todo proceso de transferencia existe siempre del lado de quien recibe un proceso de evaluación, ya sea el usuario mismo, o en este último caso por pares, quienes para todos los efectos operan como si fuesen los usuarios finales y de su veredicto depende, en el mejor de los casos, la continuidad o no de etapas subsecuentes o de nuevos proyectos.

La investigación y el desarrollo tecnológico, como pilares de la competitividad, son parte de un proceso continuo que se construye mediante una gestión caracterizada por éxitos medianos o grandes, aun cuando en ocasiones esté salpicada de fracasos, que en caso de ser consecuencia al riesgo de la innovación, son explicables. La continuidad de la investigación y el desarrollo en una empresa se sustenta en la construcción de la confianza que el centro inspire a la empresa. Esa confianza es función de la capacidad académica, de la infraestructura, del espíritu de servicio, de la orientación al cliente. La evaluación del nivel de satisfacción del cliente requiere ejercicios específicos con asistencia profesional externa, para un mejor pronun-

ciamiento del usuario y para que el centro asuma con apertura los comentarios y se ponga en práctica las soluciones que correspondan. El panorama puede ser tan amplio como refiere (E4):

... hay proyectos que han perdido poco dinero y han resultado muy exitosos, se han hecho cosas por arriba de las expectativas del cliente y de todo el mundo hay proyectos que han tenido buenos resultados, han cumplido con los requisitos del cliente pero que no han resuelto a bien la necesidad. Nosotros a los seis meses de haber concluido el proyecto enviamos una encuesta de satisfacción al cliente para saber si el resultado del mismo es de valía, puesto que a veces se dejan llevar por la emoción del momento de recibir el proyecto y lo que queremos es que pasado un tiempo nos dejen ver cómo van las cosas. (E4)

Varios de los entrevistados comentaron que para atender a clientes importantes nombraron un gestor o ejecutivo de cuenta que da seguimiento puntual a una empresa, constituye el primer contacto, entre la empresa y el centro de investigación, a fin de orientar la demanda hacia quien tiene la destreza requerida y, en un momento dado, puede ser el gerente de proyecto. El ejecutivo de cuenta no necesariamente será el gerente de proyecto, a diferencia de este último, el ejecutivo de cuenta establece vínculos entre la empresa y diferentes áreas de una estructura funcional matricial o de cualquier tipo, con la persona idónea por experiencia por antecedentes académicos a fin resolver un problema, opera con dos papeles diferentes, cuando está en la empresa representa los intereses, el potencial de la institución y busca oportunidades para la realización de proyectos; cuando se encuentra en el centro asume la posición de representante del cliente en particular con los avances del proyecto, los tiempos pactados y el seguimiento de especificaciones.

La tarea fundamental del ejecutivo de cuenta es construir y cuidar los lazos de confianza entre el usuario y el centro para una relación de largo plazo en la que exista mayor agilidad para la concertación de los proyectos y sus términos, sobre el particular (E10) refiere lo siguiente:

La otra parte es que tuve que establecer un centro para la gestión de proyectos y este proyecto es reciente; mis experiencias son las siguientes, tal vez le suene interesante, ya que trabaje para DNO como gerente de departamento de 50 personas, no muy grande, y tuve mucha experiencia en la gestión de proyectos, participamos varios gerentes, ya que éramos los gestores del proyecto integrado de 30 millones de euros; a mí me parecía muy grande, participaban 60 socios y 8 subproyectos. En un momento dado teníamos diez proyectos con personal y eso ya fue una tarea difícil, lo que tratamos de hacer era una cooperación con el proyecto para desarrollar todo este caso bien, con los Programas Marco VI y VII de la Unión Europea. (E10)

### **Proyectos de riesgo**

Los proyectos conducen a la innovación de productos o procesos y son tanto más riesgosos cuanto mayor sea el grado de innovación respecto al estado del arte actual del tema en consideración. La innovación posee características totalmente diferentes a las prácticas regulares de ingeniería o de otras disciplinas en que los resultados son previsibles, así como los insumos en tiempo de investigador, materiales y equipo.

Habitualmente, el nivel de riesgo tecnológico de un desarrollo es directamente proporcional a los beneficios que pudieran esperarse de alcanzar el proyecto los objetivos previstos; sin embargo, las empresas en ocasiones muestran una posición conservadora para el desarrollo de proyectos de alto riesgo. Los entrevistados se pronuncian por el desarrollo de los proyectos en etapas, lo cual tiene ventajas desde el punto de vista de financiamiento, así como de la posibilidad de evaluar resultados parciales y ratificar o rectificar las rutas tecnológicas que inicialmente se plantearon.

El origen de los recursos con que opera una institución de investigación y desarrollo marca, en primera instancia, la necesidad de políticas claras, pero también tiene una repercusión importante en la forma en que los centros se estructuran y operan; el financiamiento público tiene una perspectiva de largo plazo tendente a fortalecer académicamente a las instituciones de investigación en su conjunto, y de manera específica a cada uno de sus integrantes, mientras que los usuarios de proyectos realizados con contrato usualmente demandan resultados específicos, en



tiempos cortos. El balance en el origen de los recursos tiene una repercusión en la continuidad y competitividad de un centro en el largo plazo.

Desde la óptica macroeconómica la razón de ser de los centros de investigación y desarrollo, así como los resultados de su actividad convergen en la aportación de soluciones a problemáticas de la sociedad, por lo que la forma de evaluar esta contribución presenta numerosas fases que cobran diferente peso, dependiendo de quién haga la evaluación y con qué propósito.

La perspectiva gubernamental difiere de la empresarial en los tiempos esperados de retorno de la inversión, ya que la gubernamental muestra un mayor interés, no sólo en la preservación, sino en el fortalecimiento institucional de los centros de investigación y desarrollo, en una perspectiva de consolidación de la infraestructura de soporte a la competitividad del país. Para las empresas tiene que ver más con la relación costo-beneficio, considerando la inversión para la construcción de plataformas tecnológicas sucesivas que consoliden su posición competitiva en el mercado que participan.

Así, la productividad para los centros debería tener una evaluación compartida entre en ambos criterios, particularmente diferenciados por la aportación porcentual de recursos que cada uno de ellos representa. La perspectiva de algunos centros se orienta a cuidar la relación existente entre recursos de origen gubernamental y los derivados de proyectos con contrato, además de los servicios científico tecnológicos como forma de garantizar la continuidad en el largo plazo.

Sea cual fuere la perspectiva de un centro en particular, los índices de productividad están estrechamente relacionados entre la gama de productos y servicios que generan *versus* la capacidad instalada y los recursos con que operan; en opinión de (E2):

Yo diría que el cómo medir la productividad, es un tema muy difícil, especialmente cuando uno está alineando con la innovación, cuando uno está en negocios, productividad significa dólares por cantidad de esfuerzo; cuando uno está en la innovación se habla de ideas precomerciales; quien sabe si de aquí a tres años o nunca, es imposible ponerle fecha. (E2)

La búsqueda de productividad tiene varias aproximaciones, como se menciona adelante;

La mayoría de los incrementos en productividad y en las innovaciones que se generen a nivel eficiencia, la mayor parte lo que el mide es la productividad que no es atribuible a las inversiones de capital o socios que mejoran su desempeños, sino en la productividad de combinación de los grupos de interés y buscar una relación entre cómo se dirige las relaciones entre los grupos de interés. Pensamos que existe una relación entre la productividad y la rentabilidad de las compañías, esto tiene que ver con la planeación y con la comunicación, o es una combinación de varios factores. (E10)

La exposición sintética de los puntos de vista que los entrevistados consideran más relevantes en la concepción y dirección estratégica de los CI+D+I no se pretende constituir un modelo de referencia que pueda extrapolarse directamente a otros centros, sólo contar con un conjunto de herramientas que permitan interpretar la información cuantitativa sobre la estructura en centros que la han cambiado y conocer los resultados que han obtenido.

El apartado constituye un marco de estrategias de operación basadas en las estructuras organizacionales, las condiciones que inducen ajustes o el desarrollo de flexibilidad para adaptarse a nuevas circunstancias de trabajo. Conforman los términos en que se dan las relaciones entre los integrantes de una institución, sus relaciones con clientes, con proveedores alrededor de maneras específicas de realizar los proyectos de sus especialidades.

## **V.3 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS DE CASO**

### **V. 3.1 Robotiker**

#### **Descripción del centro**

ROBOTIKER-TECNALIA: Es un Centro Tecnológico, integrado dentro de la Corporación TECNALIA, que está especializado en tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), y en desarrollo de producto. El centro está integrado por:

- 200 Personas en plantilla.
- 30 más en formación tecnológica.
- 82% con titulación superior.
- 45 son doctorandos/doctores/as.

ROBOTIKER es una organización privada sin fines de lucro, con un claro fin social, por lo que no se desarrolla con una estrategia de una empresa privada. Como centro tecnológico tiene el compromiso fundacional de dar apoyo a las empresas, pero contando con una gestión eminentemente empresarial, posee objetivos sociales, pero todos los parámetros de su gestión tienen que ser orientados al ámbito de la empresa.

El Centro Tecnológico ROBOTIKER-Tecnalia se configura en cinco unidades de negocio de mercado carácter sectorial que se articulan con las de la Corporación:

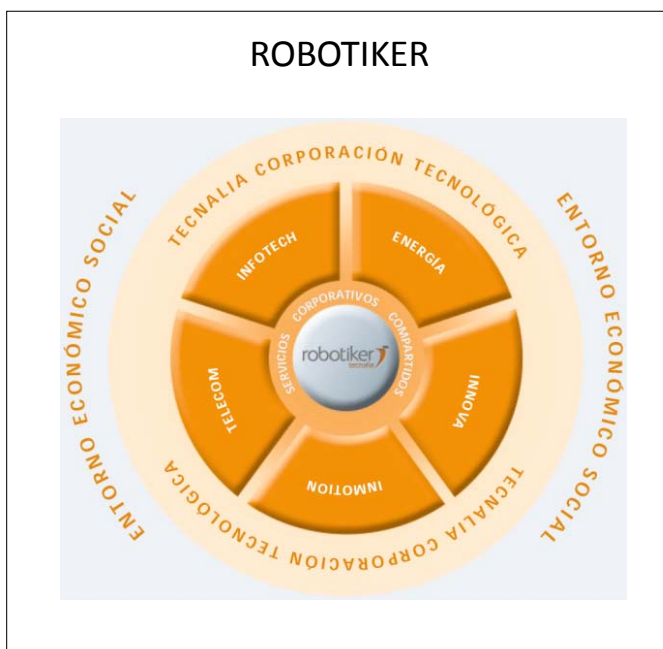
Automoción.

Energía.

Infotech.

Telecom.

Sistemas de innovación.



Operando en dos sedes:

Zamudio.

Madrid.

ROBOTIKER tiene dos sedes: Zamudio, que es un pequeño pueblo que está a 12 km de Bilbao y una oficina ubicada en Madrid. Asimismo, el centro cuenta con una serie de clientes de renombre mundial, como son: Teka, Ingeteam,

Gamesa, entre otros; por ejemplo esta última empresa, es el principal fabricante de aerogeneradores de España y uno de los primeros en todo el mundo.

ROBOTIKER se constituye fundamentalmente a través de unidades de negocios (UN). En la actualidad existen seis de estas unidades. Todas tienen un enfoque sectorial que se articulan con las de la Corporación de TECNALIA. Las UN están establecidas para las siguientes actividades económicas: sector automotriz, sector energético, desarrollo de software (fundamentalmente para Infotech), sector de las telecomunicaciones, desarrollo de sistemas de innovación y la última está dedicada a todo lo referente a las tecnologías asistidas.

### **Misión de ROBOTIKER**

ROBOTIKER se configura como un centro tecnológico multidisciplinario, de carácter privado e independiente, con la misión de aportar valor y riqueza a la sociedad en general y el sector empresarial en particular, a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación en un contexto internacional.

El centro nace en el ámbito tecnológico vasco contribuyendo a su desarrollo y con vocación de líder en el mismo. Es proactivo en el desarrollo y la competitividad del ámbito empresarial, vinculándose con los sistemas de ciencia-tecnología-innovación de Euskadi, España y Europa, con decidida vocación de crecimiento y posicionamiento en un ámbito mundial.

ROBOTIKER enmarca su actividad investigadora en las premisas de excelencia y especialización, contribuyendo al fortalecimiento del desarrollo económico, la cohesión social y la sostenibilidad. Abierta a las colaboraciones, promueve relaciones y establece acuerdos con otros agentes de los sistemas de innovación.

### **Visión**

Ser un centro tecnológico privado de referencia internacional, líder en sus áreas de especialización orientadas hacia el mercado, eficiente y solvente, formado por personas orgullosas de pertenecer a la misma, comprometidas con sus valores, respetada y valorada por sus clientes, socios y por la sociedad en general.

### **Valores del centro**

Los valores que hacen posible el modelo ROBOTIKER y su funcionamiento son:

El personal del centro, se integra a éste, a través de su capacidad de liderazgo y compromiso, haciendo de la ética, la honestidad y la profesionalidad referentes de comportamiento. La organización ofrece a las personas que la conforman un marco de desarrollo competencial, generando oportunidades para su futuro profesional. El conocimiento compartido, el aprovechamiento del potencial y la diversidad de un colectivo eminentemente creativo, innovador y profesional, configuran los principios sobre los que se cimientan nuestra cultura y valores.

Los clientes, auténticos inspiradores del saber hacer del centro.

La sociedad, que demanda un compromiso perceptible con la generación de riqueza, el desarrollo sostenible, el bienestar social y la cooperación sin fronteras.

El vertiginoso progreso de la innovación tecnológica.

### **Objetivos tecnológicos**

El liderazgo de ROBOTIKER, en el ámbito de sus especialidades tecnológicas, se logra mediante una exigente selección de aquellos campos de aplicación susceptibles de proporcionar valor en los entornos en los que discurre su actividad.

La excelencia tecnológica descansa, en primer lugar, en los investigadores e investigadoras, que a su vez, cooperan con otras organizaciones tecnológicas y universidades de calidad, considerando esta cooperación, como una de las principales fuentes de conocimiento, con el objetivo último de que el personal de ROBOTIKER, concrete y rentabilice al máximo el conocimiento adquirido.

### **Metas de ROBOTIKER**

Los resultados constituyen el *leit motiv* de ROBOTIKER, estando representados por los principales objetivos corporativos:

- La satisfacción de los clientes, observada a través de la mejora de su competitividad en sus productos y procesos.

- El reconocimiento social por su labor en pro del desarrollo sostenible y la inclusión social.
- La presencia internacional, reflejando una alta capacidad para compartir, competir y hacernos presentes en el mundo.
- La eficacia y rentabilidad tecnológica, económica y social de sus enfoques y operaciones.
- La atracción de jóvenes investigadores y tecnólogos experimentados que encuentren en ROBOTIKER la mejor opción para sus inquietudes y sueños.

El colectivo de empresas innovadoras a la que pertenece ROBOTIKER (TECNALIA), representa el 4% del PIB vasco, invierten en I+D+I más que la media de las empresas españolas. Su crecimiento tanto en ingresos como en exportaciones y en empleo, es muy superior a la media de sus respectivos sectores. ROBOTIKER está asociado a diversas instituciones públicas, educativas y empresariales como lo son las siguientes:

- Universidad del País Vasco
- Universidad de Deusto
- CEBEK (Patronal de las empresas de Bizkaia)
- APD (Asociación para el Progreso de la Dirección)
- FEDIT (Federación Españolas de Centros Tecnológicos)

En cuanto a los resultados financieros, se puede observar la evolución del crecimiento de las ventas. En 2008 ROBOTIKER tuvo ventas por 21.6 millones de euros.

El modelo de negocios que se ha implementado en ROBOTIKER, no sólo se ha establecido en este Centro tecnológico, sino también en TECNALIA, que tiene la intención de ser un modelo equilibrado en cuanto al financiamiento público y al financiamiento privado. El objetivo del centro es mantener 50% de financiamiento público y 50% de privado.

La intención de mantener este equilibrio, se debe a que en ROBOTIKER se piensa que si se recibe un financiamiento público muy elevado, el desarrollo de tec-

nología, serviría únicamente para permitir la capacitación de su personal y no para la consecución del objetivo fundacional de transferir tecnología al entorno empresarial. En el mismo sentido, la dirección de ROBOTIKER cree que si se impone una meta muy elevada de facturación, no tendrían la suficiente motivación para desarrollar investigación a las empresas y finalmente, si se tiene un financiamiento privado muy alto, el centro tiene la idea que estaría perdiendo la capacidad de desarrollo y se estarían convirtiendo en pura ingeniería.

El 50% del financiamiento público tiene cuatro orígenes fundamentalmente: gobierno vasco —supone la partida más importante—, Diputación foral de Bizkaia —provincia del País Vasco donde se encuentra ubicado ROBOTIKER—, gobierno de España y Unión Europea. La mayor parte de esta financiación pública se otorga a través de la modalidad llamada *financiación competitiva* en la cual, las diferentes administraciones convocan varios programas de financiación de la I+D+I+I. Los centros tecnológicos pueden presentar propuestas de proyectos a dichas convocatorias, obteniendo financiación únicamente aquellas propuestas de proyecto que obtengan una mejor evaluación.

Asimismo, y desde el pasado año 2008, el gobierno vasco también otorga parte de la financiación pública no a través de proyectos, sino directamente mediante la consecución de una serie de indicadores científico-tecnológicos. Es lo que se denomina financiación por resultados.

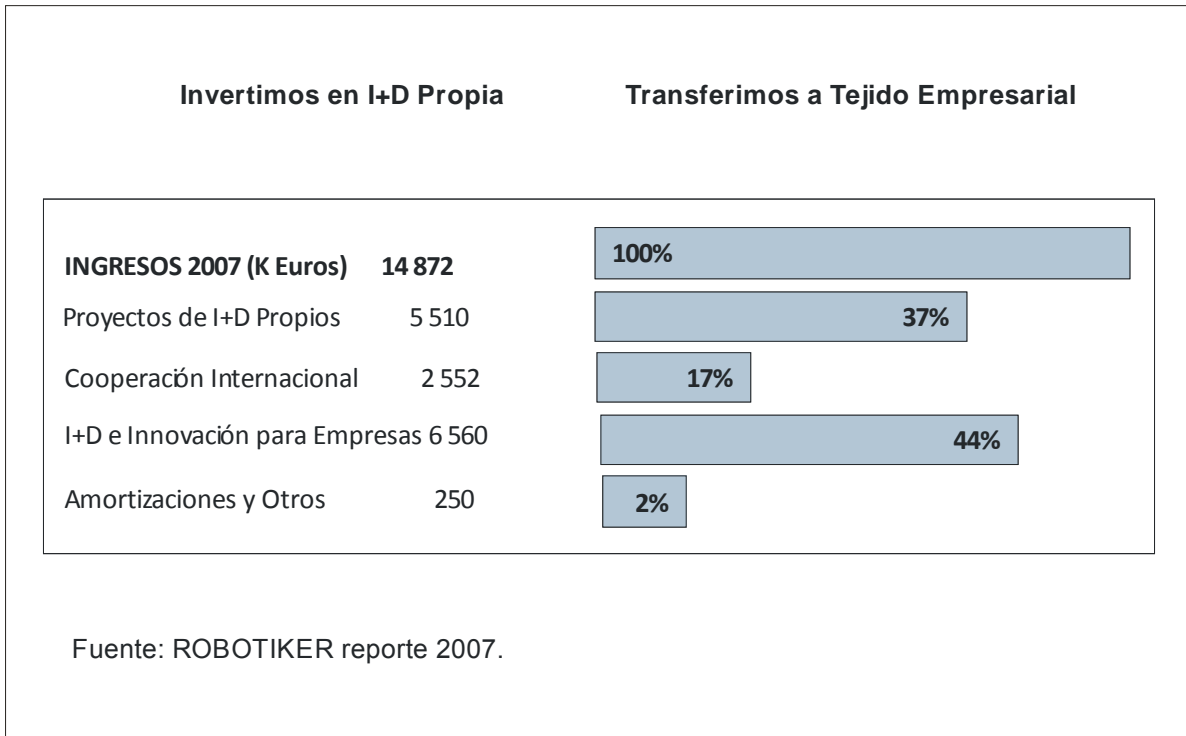
Durante 2008, ROBOTIKER tuvo 130 proyectos de I+D+I para 110 empresas, 30 proyectos Europeos Activos, 16 proyectos de I+D+I propios, con el desarrollo de tecnología propia y 6 programas de Investigación Estratégica.

Para ROBOTIKER es de vital importancia empezar a desarrollar investigación estratégica con el enfoque de una opción a futuro, aunque ésta no tiene una aplicabilidad directa a corto plazo, la intención es orientarse en las líneas que marca el Internet del futuro y ciertos elementos de disponibilidad. Ésa es la vía de la estrategia.

130 Proyectos de I+D para 110 empresas

Servicios tecnológicos avanzados para 50 empresas más.

30 proyectos europeos activos.



16 proyectos de I+D propios.

6 programas de investigación estratégica.

El 80% de la actividad ROBOTIKER, en 2007, fue I+D+I en y el 20% restante en servicios tecnológicos. De las actividades de I+D+I se atendieron a 130 empresas y lo importante es que el 24% de esos proyectos finalizaron con una patente o patentes de ROBOTIKER o del cliente en cuestión, el 56% de esos proyectos es el desarrollo de nuevos productos y el 20% de nuevos procesos.

Otro indicador que maneja el centro de tecnología sobre el trabajo que realiza, son las encuestas de satisfacción que mandan a los clientes y que actualmente presenta una media del 8.56 de puntuación sobre 10. Para ROBOTIKER esta puntuación significa que está cumpliendo con sus proyectos y que sus clientes están contentos de cómo está realizando el trabajo.

También el centro maneja unos indicadores que llaman de excelencia tecnológica, proyectos de I+D+I propia, el desarrollo de tecnología de alto valor estratégico; como lo son 30 proyectos europeos de cooperación, así como las 31 patentes tra-



mitadas y las dos aulas con universidades cercanas al país Vasco, más una tercera que está en planeación.

Estas aulas son sitios que financia el propio centro con la idea que los alumnos del último año puedan estar trabajando y hacer proyectos de la universidad en colaboración con ROBOTIKER, lo que permite a este último, acercar a la universidad a entornos más reales y empresariales y, por otra parte, tener una relación importante con un agente como es la universidad, considerando que son los proveedores fundamentales de investigadores al servicio tecnológico vasco.

ROBOTIKER está consciente del entorno económico-social y se realizaron durante 2007 la siguientes acciones: 14 jornadas técnicas y de divulgación, a las cuales asistieron más de 1 200 personas y más de 400 empresas involucradas; la presencia en medios de comunicación abarcó más de 200 apariciones y la página WEB registró 85 000 visitas por mes.

El centro también ha declarado como un objetivo el de transferir gente a las empresas, ya que uno de los propósitos de ROBOTIKER es formar gente, para que luego las empresas las puedan incorporar a su entorno.

### **Historia de ROBOTIKER**

ROBOTIKER nace en el año 1985 como una iniciativa de la Diputación foral de Bizkaia, que consideró que le hacía falta a la provincia un centro tecnológico que abordara temas de las TIC. En esa época, el centro estaba formado por jóvenes ingenieros entre los 24 y 26 años de edad, el decano era el director general que tenía 36 años de edad. Eran años difíciles para la hasta entonces pujante industria de Bizkaia, por lo que el Departamento de Promoción y Desarrollo Económico de la Diputación, con la participación de un grupo de empresas, crea los centros tecnológicos con el objeto de ayudar a mejorar las capacidades del sector industrial.

Como ya se ha mencionado, 1985 fue un año especialmente complejo en Bizkaia y en el país Vasco, porque se presentó una crisis industrial fortísima, que había hecho que desapareciera una gran parte de la industria metal mecánica existente, entonces ROBOTIKER se encontraba en un sector que era una promesa, pero la industria estaba colapsándose o, en todo caso, disminuida. Entonces vino una ini-

ciativa de apoyar a las empresas vascas para que pudieran tener un soporte en I+D+I.

En el año 1990 surge otro centro tecnológico diferente, que se llamó TELETEK, con una configuración similar a la de ROBOTIKER, dedicado a la promoción de las telecomunicaciones en el país vasco como respuesta al fuerte papel que representarían la electrónica y las telecomunicaciones en todos los ámbitos de la sociedad. La evolución del centro estuvo dirigida al tema de las TIC y hacia la calidad de la gestión. En el año de 1991 se fusionan ROBOTIKER y TELETEK creándose el ROBOTIKER actual. En este momento, se dio inicio al proceso de gestión de proyectos.

En el 2002 se crea TECNALIA, a partir de la unión de diversos centros tecnológicos como: INASMET, LBEIN y ROBOTIKER, integrándose poco después AZTI y ESI. Antes de esta asociación, los diversos centros tecnológicos del país Vasco, una relación superficial cordial a la vez, competían en los mismos mercados disputándose a los clientes. Los directores generales de los centros, respondían a su propia estrategia, aunque cabe decir, que en varias ocasiones algunos centros tecnológicos intentaron integrar su estrategia comercial, pero siempre se encontraron con la oposición de empresas privadas.

Con la creación de TECNALIA, como corporación, la gran decisión que tomaron los directores de los centros fue la de ceder parte de su competencia a la corporación. Deciden pasar la estrategia que ellos tenían controlada en sus centros a TECNALIA. Hacen una detección de capacidades por tener un bien común, con una visión de futuro, especialmente importante porque están poniendo un interés común por encima de un interés particular. Así es como nace TECNALIA.

### **Áreas tecnológicas**

Como se mencionó con anterioridad, en ROBOTIKER operan seis unidades de negocio de marcado carácter sectorial que se articulan con las de la corporación y éstas son: sector automotriz, sector energético, desarrollo de *software*, sector de las telecomunicaciones, sistemas de innovación y tecnologías asistidas. A continuación

se describirán brevemente las características de cada una de estas unidades de negocio.

### **Sector automotriz**

La unidad automotriz de TECNALIA está formada por la parte de automoción de ROBOTIKER, es la que tiene la venta de todo el campo de aplicación de producción de automoción. En ROBOTIKER se trabaja fundamentalmente en:

Sistemas integrados de seguridad: Integración de TIC para la protección y conexión de los ocupantes.

Sistemas internos: nuevos conceptos y sistemas para una mejor conducción y confort en los vehículos.

Propulsiones alternativas: tecnologías asociadas a nuevos sistemas de propulsión.

Robótica avanzada: automatización de procesos para la reducción de costos y plazos, además de sensorización y supervisión de procesos.

Diseño y mecatrónica: diseño, modelado y análisis de equipos de fabricación avanzada, incluyendo la mecatrónica.

Aplicaciones láser: pulido de metales por láser.

### **Sector energético**

Esta unidad de negocio está constituida por cinco grandes áreas:

Almacenamiento de energía: soluciones para el almacenamiento de energía a mediana y gran escala (baterías y H<sub>2</sub>).

Energías marinas: diseño de parques marinos y equipos asociados (OCEAN-TEC).

Super convertidores: convertidores de energía (incluidos dispositivos de potencia para la red eléctrica y algoritmos ETORFETS. Alta Potencia-Alta Tensión-Alta Temperatura-Bajas Pérdidas-Nuevos Dispositivos SIC).

Super máquinas: nuevos conceptos de máquinas eléctricas para energías renovables y el transporte (máquinas no convencionales, incluida la superconductividad).

Fotovoltaica: puertas solares o paneles fotovoltaicos, que son unas pequeñas esferitas fotovoltaicas que se pueden unir en paneles, en ventanas y en vidrios que permiten contra luz y la entrada de luz.

### **Desarrollo de *software* (INFOTECH)**

- Investigación, desarrollo y aplicación de las TIC tanto en el ámbito de la empresa como de la sociedad digital.
- Soluciones TIC para aquellos mercados en los que estas tecnologías se presentan como una de las llaves de la generación y/o explotación de valor añadido:
  - Logístico e industrial.
  - Turismo, ocio y entretenimiento.
- Colaboración con otras unidades de TECNALIA para la transferencia de soluciones TIC a sectores como automoción, energía, telecom y administración.

### **Áreas de I+D+I de INFOTECH**

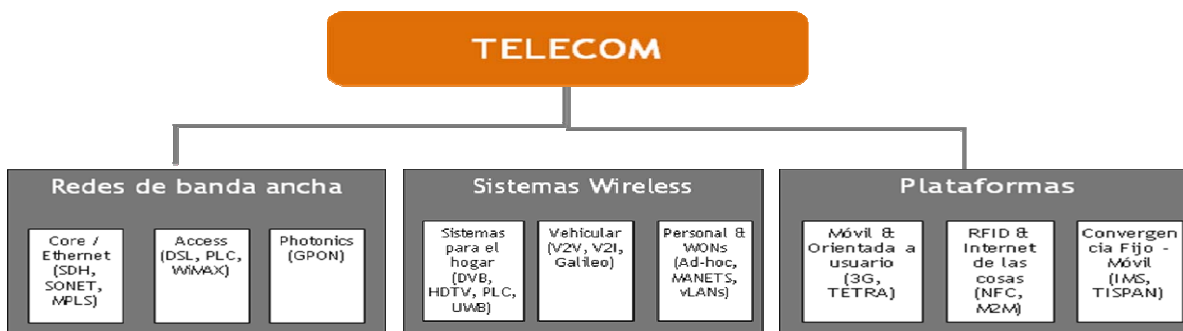
- Visión artificial: captura, procesamiento y análisis de imágenes fijas y móviles, utilizando diferentes rangos del espectro lumínico (sistemas lineales, 2D, 3D, visión visible, infrarroja, térmica, multiespectral, láser).
- Tecnologías semánticas: formalización del contenido, significado y relación de los datos para optimizar su procesamiento automático (ontologías estáticas y dinámicas, servicios web semánticos, teoría de agentes, motores de búsqueda semánticos, catalogación automática de la información).
- Biometría: identificación y autenticación de seres vivos a través de una o varias características biométricas por medio de métodos automáticos (iris, huella dactilar, huella palmar, cara, retina, voz, firma, sistemas multibiométricos, fusión de sistemas, arquitecturas específicas, estandarización).

- Reconocimiento y síntesis de voz: interacción persona-sistema a través del reconocimiento automático del habla (comandos verbales, lenguaje natural, sistemas con y sin entrenamiento, síntesis de voz, multi-idioma, plataformas fijas y móviles).
- Trazabilidad: acciones y procedimientos que permiten la identificación, localización, registro, seguimiento y auditoría de personas, vehículo u objetos a través de sistemas digitales.

### Sector de las telecomunicaciones

- Redes de banda ancha: core/Ethernet (SDH, SONET, MPLS), Access (DSL, PLC, WiMAX), Photonics (GPON).
- Sistemas Wireless: sistemas para el hogar (DVB, HDTV, PLC, UWB), Vehicular (V2V, V2I, Galileo), Personal & WONS (Ad-hoc, MANETS, VLANs).
- Plataformas: Móvil & Orientada a usuario (3G, TETRA), RFID & Internet de las cosas (NFC, M2M), Convergencia Fijo – Móvil (IMS, TISPAN).

### Dominios Tecnológicos y Unidades de Negocio



### Sistemas de innovación

- Modelos y políticas de desarrollo regional consistentes en: modelos de desarrollo regional y metodologías y dinámicas para el desarrollo de políticas.
- Estrategias de innovación que están formadas por: inteligencia estratégica y estrategia de innovación.

- Gestión de la innovación y la tecnología integrada por: producto extendido y modelos y técnicas de trabajo en red y cooperación. Es una unidad policéntrica, se da soporte fundamentalmente a administraciones en lo que son sistemas de innovación, políticas de innovación, etc., para todas las obras políticas de innovación dentro del país Vasco.

**Dominios tecnológicos y unidades de negocio.**



**Tecnologías asistidas**

- Es una unidad tecno-cognoscitiva Determinada por el concepto del Ambient Assisted Living (AAL) se persigue aumentar la calidad de vida de todas las personas, así como dotarles de una mayor autonomía independientemente de su diversidad funcional, la interacción del usuario con el entorno, haciendo accesible:
  - La información.
  - Las comunicaciones.
  - El control de dispositivos.
  - Los servicios remotos.
  - Facilitamos la labor del cuidador.

## Evolución de la estructura organizativa

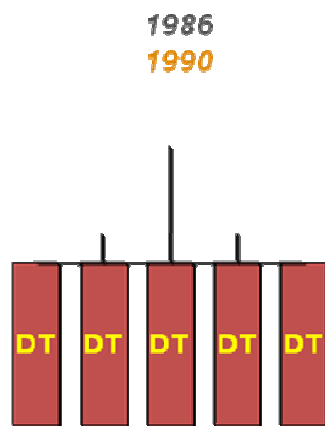
En el año de 1986 cuando nace el centro, está organizado por departamentos técnicos: el departamento de comunicaciones industriales, de control de producción, de robótica, etc. Se contaba con una estructura puramente tecnológica, como pequeños reinos aislados. Se llegaba al absurdo que, cuando un departamento técnico iba a ofrecer sus servicios a una empresa, otro departamento técnico de ROBOTIKER ya había visitado a la misma empresa para vender sus servicios.

No se tenía una función comercial, es más, se despreciaba la función comercial, personal de la organización reflexiona acerca de esa época:

¿Cómo iban los ingenieros a vender proyectos cuando son “*almas puras*”?  
 ¿Cómo iban a entrar al equipo de contaminación de ventas?, esa era nuestra visión de ventas. Vendíamos tecnología, vendíamos lo que sabíamos hacer, vendíamos a nuestra organización y en ese momento el director general se preguntaba si vendíamos o si nos compraban pero sin una experiencia técnica de venta, ni empresarial.

## Evolución de la estructura organizativa

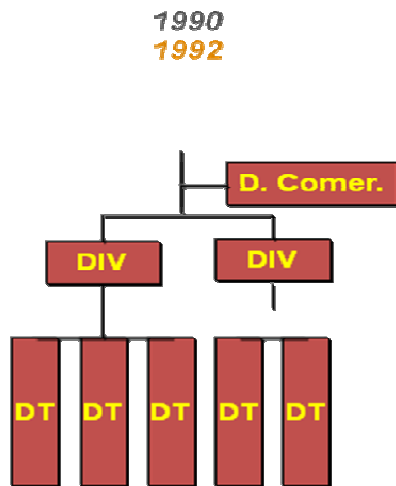
### Departamentos técnicos



- Estructura puramente tecnológica.
- Pequeños reinos de taifas. No sinergias entre departamentos.
- No función comercial explícita.
- Venta de tecnología, de nuestros conocimientos (de nuestra organización).
- ¿Vendemos o nos compran?

En el año 1990 se dio el siguiente paso en ROBOTIKER, se agruparon los departamentos técnicos en divisiones con la idea de buscar sinergias y se estableció entonces una dirección comercial, pero la gente del centro seguía pensando que

hacía falta una función comercial, si se continuaba con una visión puramente tecnológica, seguirían vendiendo lo que eran como Centro Tecnológico.



## Divisiones y Departamentos técnicos

- Departamentos técnicos agrupados en divisiones.
- Búsqueda de sinergias.
- Se establece una Dirección comercial como dinamizadora de la actividad comercial.
- Se mantiene orientación puramente tecnológica. Vendemos lo que somos.

### Evolución de la estructura organizativa

Para el año de 1992 se realiza un cambio profundo en la organización. El año siguiente a la fusión de ROBOTIKER y TELETEK, el director general decide establecer una estructura matricial, mediante unas áreas tecnológicas y otras áreas de mercado, personal técnico en áreas tecnológicas (organizado a través de líneas tecnológicas) y la unidad de gestión es el proyecto y, por tanto, para ROBOTIKER estimar proyectos empieza a hacer algo vital.

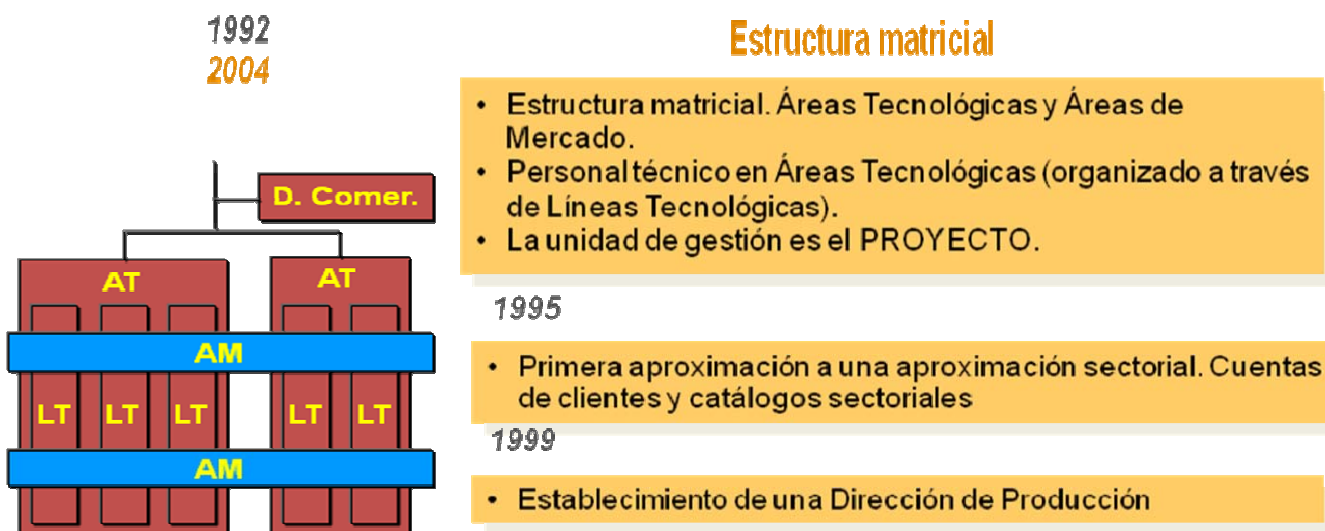
Dan un siguiente paso y empiezan a lanzar catálogos y editoriales de energía, ya se intenta pensar como los clientes y dentro de esa estructura rápidamente se establece una dirección de producción. Para esas fechas, ya se tenían 200 proyectos.

La dirección de producción tiene como actividad principal, controlar todos los proyectos de ROBOTIKER, regular las cargas de trabajo de todas las personas de la organización; en un proyecto de ROBOTIKER, la persona que podía determinar la apertura del proyecto, era el líder del mismo y podía indicar, quién tenía capacidad o quién podía hacer ese proyecto; organizaba los equipos de proyectos, asignaba las cargas y sobre todo la parte más importante, revisaba los resultados de



todos los proyectos. Se analizaba por qué a veces quedaba un proyecto peor o mejor, se evaluaba por tamaño de proyecto. Se contaba con una serie de informaciones que se intentaba explotar para sacar acciones de mejora que permitiera evolucionar al centro.

### Evolución de la estructura organizativa



Cuadro V.16 Evolución de la estructura organizativa de ROBOTIKER

1986-1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Estructura puramente tecnológica.</li> <li>– Pequeños reinos de tarifas. No sinergias entre departamentos.</li> <li>– No función comercial explícita.</li> <li>– Venta de tecnología, de nuestros conocimientos (de nuestra organización).</li> </ul>
1990-1992	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Departamentos técnicos agrupados en divisiones.</li> <li>– Búsqueda de sinergias.</li> <li>– Se establece una dirección comercial como dinamizadora de la actividad comercial.</li> <li>– Se mantiene orientación puramente tecnológica. Vendemos lo que somos.</li> </ul>
1992-2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Estructura matricial áreas tecnológicas y áreas de mercado.</li> <li>– Personal técnico en áreas tecnológicas (organizado a través de</li> </ul>

	líneas tecnológicas). – La unidad de gestión es el PROYECTO.
1995	– Primera aproximación a una aproximación sectorial. Cuentas de clientes y catálogos sectoriales.
1999	– Establecimiento de una dirección de producción.
2004 a la fecha	– Estructura a través de unidades de negocio con cuentas de resultados propias. – UN con capacidad de gestión sobre todos sus recursos. – $CR_{ROBOTIKER} = \sum CR_{UN}$ – Cuentas delegadas y Responsables de Cuentas. – Planes de cuentas para todos los clientes estratégicos.

Fuente: ROBOTIKER, reporte 2007.

Fue en ese momento cuando se mejoró la gestión de proyectos en ROBOTIKER, porque se analizaban los proyectos y se obtenía aprendizaje de los mismos. Era una estructura puramente matricial, hasta el año de 2002, cuando aparece TECNALIA que al estar formada por varios centros, se tienen visiones diferentes; unos con una estructura matricial y otros contaban con unidades de negocio.

### Unidades de negocio de ROBOTIKER



Fuente: ROBOTIKER

Toda unidad de negocios tiene tres elementos que conforman su esencia. El primero es un plan de gestión, que no sólo se basa en decir cuánto se pretende facturar y cuánto se va a gastar, sino también se toma en cuenta, en qué ámbito va a trabajarla la UN, cuántos proyectos va a llevar a cabo durante el año, qué aspectos son prioritarios en la planeación y, por supuesto, se consideran los resultados esperados de la gestión de la UN. El plan de gestión de ROBOTIKER se da mediante la sumatoria de los planes de gestión de todas las unidades de negocio.

El segundo aspecto es un plan de *marketing* estratégico, que se elabora anualmente, pero se considera la estrategia de la UN para los próximos años en el mercado. Este plan, es la aproximación que tiene que realizar ROBOTIKER hacia los clientes de referencia, es la directriz de cómo se va a efectuar la venta.

Y el tercer elemento, es un plan tecnológico, en este rubro, se considera qué tecnologías debe cambiar el centro y cómo las tiene que desarrollar. En este plan, se efectúa la “ruta tecnológica” que radica en realizar una prospectiva para los próximos dos o tres años, y básicamente, en dicha ruta, se diseña el esquema del desarrollo de la tecnología que hay que elaborar por etapas, teniendo cada etapa un responsable, que será el encargado de dar respuesta a los planteamientos del plan de *marketing* estratégico, elaborado para cada cliente del centro.

En ROBOTIKER están conscientes que las cosas no pueden salir como se establecieron en los planes estratégicos, pero la gente de la organización piensa que los planes están para tener una referencia, una guía, si las cosas no van evolucionando, podrían hacer modificaciones al plan, pero no los cancelan, ya que para ellos, estos planes sirven para tener una orientación clara de cómo se debe trabajar.

### **Orientación al mercado**

ROBOTIKER tiene una gran parte de clientes en el país Vasco y otro tanto en el resto de España, en este modelo de negocio, las unidades policéntricas, son lo más importante, son un reflejo clarísimo de lo que se realiza. La percepción de la cercanía de las empresas con el centro, le da un valor importante a la relación cliente-proveedor, la organización presume de pensar en la psicología del cliente, y se jac-

ta de esto último debido a que su clientela principalmente está en el entorno del país Vasco, para ellos, la cercanía es una cuestión de interacción clara.

La aportación de valor a la sociedad a través de una nítida orientación al mercado, conduce al Centro a un *modelo de organización basado en unidades de negocio* de marcado carácter sectorial, fuertemente especializadas, personalizando la colaboración con empresas e instituciones públicas desde un profundo conocimiento de sus necesidades, de las tecnologías, sus aplicaciones y las condiciones necesarias para su eficiente implantación. La clave consiste en que la organización piense como piensan sus clientes, intentar saber lo que piensa el sector automotriz, o el sector energético, conocer sus problemas y a partir de ello obtener las mejores unidades sectoriales. En ROBOTIKER se considera a este modelo como un cambio de mentalidad, orientado también en pensar en los clientes de sus clientes.

Para lograr lo anteriormente descrito, se impartieron cursos de venta estratégica a todos los directores de unidad y todos los responsables de cuenta. Este curso fue de razón estratégica, posteriormente, se planeó también que el curso lo recibieran los directores del área de los centros que no entran directamente a las ventas, desde la percepción de que es muy bueno que las áreas de apoyo tengan conocimiento de cómo funcionan hasta la parte más íntima las unidades de negocios.

La transversalidad, entendida como la transferencia de los desarrollos tecnológicos y sus aplicaciones, en un mercado globalizado con fuertes interdependencias sectoriales, lleva necesariamente a un modelo evolutivo donde prevalece la comunicación, el conocimiento compartido y la fluidez en las relaciones y toma de decisiones. La transversalidad en el desarrollo y aplicación de las tecnologías a través de la cooperación entre las unidades de negocios se configura como una estrategia de carácter permanente.

Las unidades de negocios tienen la directriz de obtener resultados propios; es decir, no hay negocio con capacidad de gestión sobre todos sus recursos, equipos, personas, proyectos, una cuenta con resultados propios. Para la gente de ROBOTIKER, el negocio está en las UN y los clientes están repartidos por unidades; luego, cuando una unidad tiene más clientes, se apoya a la unidad con recursos extra. La cuenta de ROBOTIKER es la suma de las cuentas de resultados de las

unidades de negocios y es importante porque en ese momento aparece una figura que es el director de la unidad de negocio, que tiene una serie de responsabilidades.

Por ejemplo, si el director de la unidad tiene que enviar al extranjero a dos personas a un congreso porque es importante y que le cuesta 2 000 Euros y si su UN dispone de esa cantidad, los puede enviar sin consultar a un directivo superior previamente, ya que es su gestión y el director administra su UN, es una función delegada de la dirección general.

A partir de las unidades de negocios, hay clientes y cada uno es la cuenta que le llega a la dirección de negocios, y ésta se puede encargar de las necesidades del cliente o se le encomienda a un empleado y por cada cliente importante, un empleado del centro se preocupa por él, identifica qué necesidades tiene, ve por su futuro, ya que se tiene que realizar una planeación de colaboración con ellos porque debe quedar establecido qué se va a ejercer con el cliente durante el presente año y qué se va a intentar abordar durante el año entrante.

*Cuadro V.17 Ingresos anuales de ROBOTIKER*

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Ingreso en euros</b>									
Ingresos (millones)	8.42 €	8.79 €	9.71 €	10.07 €	10.53 €	11.87 €	13.05 €	14.81 €	21.60 €
Índice de Precios (Esp.)	85.47	87.88	91.04	93.86	96.73	100	103.56	106.51	110.91
Ing. en millones euros constantes	9.86 €	10.00 €	10.66 €	10.73 €	10.89 €	11.87 €	12.60 €	13.90 €	19.48 €
Número de empleados	148	163	146	147	153	156	162	172	175
Ing. per cápita (euros constantes)	66,594 €	61,340 €	73,028 €	73,001 €	71,166 €	76,072 €	77,805 €	80,827 €	111,287 €
<b>Ingreso en dólares</b>									
Tipo de Cambio*	0.9232	0.8952	0.9454	1.1321	1.2438	1.2449	1.2563	1.3711	1.4726
Ingreso (millones)	\$7.78	\$7.87	\$9.18	\$11.40	\$13.10	\$14.77	\$16.40	\$20.30	\$31.81
Índice de Precios (EUA)	100	102.8	104.5	106.8	109.7	113.4	117.1	120.4	120.5
Ing. en millones de dls. constantes	\$7.78	\$7.65	\$8.78	\$10.68	\$11.94	\$13.03	\$14.00	\$16.86	\$26.40
Ing. per cápita (dls. constantes)	\$52,547	\$48,256	\$62,855	\$77,570	\$85,622	\$94,702	\$101,226	\$118,037	\$181,761

Fuente: Elaboración propia con datos de Robotiker; de la Federal Reserve System para los tipos de cambio (<https://www.federalreserve.gov/releases/g5a/>); y de la Eurostat Statistical Office of the European Commission para el índice de precios al consumidor de España. (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tec00027&plugin=1>)

La concepción de las unidades de negocios fue un cambio radical que experimentó ROBOTIKER y TECNALIA. Como referencia están los datos de la evolución financiera, con información desde el año de 2000 hasta 2008, con los principales indicadores. El cuadro IV.17, está dividido en tres secciones: la primera consiste de 2000 hasta la creación de TECNALIA; la segunda parte de 2002-2004, años en que ROBOTIKER no operaba con unidades de negocios y; la tercera parte, del año 2005 al 2008, periodo en el que se cambió la estructura a unidades de negocios.

2001 fue un mal año para ROBOTIKER ya que su principal cliente bajo contrato durante el año 2000, con un contrato de un millón de euros, cerró intempestivamente y, además, también cambiaron algunos programas públicos, lo que provocó una disminución del financiamiento público.

En el mismo año de 2001, no se renovaron 14 contratos, lo que derivó que el gerente de producción estudiara en donde había que hacer los recortes, concluyendo que la dependencia en un sólo cliente es muy peligroso, porque se puede perder todo y su propuesta fue la diversificación de los clientes.

Además, se realizaron reducciones de costos y de personal que no tenía contrato fijo. Después unos años de crecimientos moderados, fue a partir del año 2005 cuando el centro comenzó nuevamente a crecer a un ritmo mayor. En 2007 la organización invirtió más de 50 millones de euros en infraestructura para crear conocimiento y se han obtenido 107 patentes.

De los ingresos que obtuvo ROBOTIKER en el 2007, el 53% provino de I+D+I con las empresas y el 80% de sus clientes; han incrementado 6% sus ventas —según sus propios reportes— y además han reportado una mejora en sus procesos reduciendo 20% sus respectivos costos.

### **Consideraciones finales**

- El retorno medio anual es más de tres veces superior a la aportación.
- Desde la incorporación a TECNALIA los valores medios de los principales indicadores de gestión de ROBOTIKER han mejorado significativamente.

- La gestión de ROBOTIKER se ha visto mejorada por la alianza estratégica, especialmente, a partir de su organización en unidades de negocios, siguiendo el modelo TECNALIA.
- Asimismo, se han obtenido nítidos beneficios en posicionamiento en mercados, capital relacional, acceso a nuevas fuentes de financiación y nuevos proyectos, así como en ahorro con proveedores.

### **V.3.2 CIATEJ**

#### **Descripción del centro**

El CIATEJ tiene su base de operaciones en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, el personal que labora en la institución cuenta con las capacidades técnicas y administrativas para cumplir los mandatos de la misión y visión del centro con los principios o valores institucionales que emanaron de la filosofía CIATEJ. Se cuenta con una unidad de investigación en la ciudad de Mérida, Yucatán, la cual depende directamente de la Unidad de Biotecnología, también se cuenta con una oficina de representación en la UDITEC, en la ciudad de San Luis Potosí, SLP.

En el año 2008, el centro estuvo involucrado en 129 proyectos, de los cuales 78 fueron de investigación y 78 de desarrollo esta cantidad de proyectos representó un incremento del 19% respecto a la meta previamente establecida. En ese mismo año, contaba con 141 empleados, con el siguiente nivel académico: 61 doctores, 22 maestros, 47 licenciados y 11 técnicos.

Igualmente en el 2008, CIATEJ obtuvo \$45.5 millones de pesos de ingresos propios, que acumulados a los \$11.4 millones de aportaciones fiscales, da \$56.9 millones de pesos de ingresos totales. Estas cifras representan 65% de incremento en términos reales, respecto al año 2007 y, a su vez, constituyen un 27% más de la meta programada para el año en cuestión.

#### **Misión**

El CIATEJ es un centro público de investigación que sirve con dedicación e integridad al sector agro-industrial y farmacéutico a través de la innovación y servicios

tecnológicos y de la formación de recursos humanos con el objeto de contribuir a incrementar su ventaja competitiva en un mercado global con productos y servicios innovadores y de calidad.

### **Visión**

CIATEJ una institución con prestigio internacional, basado en un liderazgo en innovación que evoluciona y trasciende. Se genera conocimientos y riqueza para el desarrollo del país y del mundo. Lo anterior logra a través de una organización sistémica que se manifiesta en equipos de trabajo que: impulsan el crecimiento individual y colectivo de sus integrantes. Se caracterizan por la creatividad, compromiso y disciplina de sus integrantes. Logran sinergias y una comunicación eficaz entre sus miembros.

### **Valores del centro**

- Integridad sistémica.
- Innovación creativa.
- Evolución inteligente.
- Productividad rentable.
- Enfoque a mercado.

### **Objetivos tecnológicos**

El CIATEJ atiende científica y tecnológicamente a:

- La biotecnología.
- El medio ambiente.
- Las tecnologías industriales de fabricación.

Aportando al desarrollo económico en las ramas de:

- Alimentaria y agroindustrial.
- Farmacéutica y ciencias de la salud.
- Química.



Las cuales se encuentran en de las líneas de investigación que el CIATEJ trabaja, siendo estas líneas:

- Biotecnología.
- Tecnología alimentaria.
- Tecnología ambiental.
- Desarrollo y calidad de los alimentos.
- Biotecnología vegetal.

### **Los objetivos estratégicos del CIATEJ son**

#### **I. Orientación al mercado**

Proceso permanente de identificación de los posibles clientes que operan procesos agroindustriales, farmacéuticos y medioambientales; detectar sus necesidades para desarrollar productos y servicios con ventajas competitivas, mediante innovación y alternativas financieras, que incrementen el valor agregado de los productos y servicios actuales de las empresas-clientes.

#### **II. Enfoque estratégico**

Mejorar continuamente la infraestructura de investigación y desarrollo como base para el diseño de procesos de desarrollo de tecnologías que permitan generar productos y servicios con ventajas competitivas; además, se trabaja en el desarrollo de paquetes tecnológicos y en la creación de empresas de base tecnológica. Toda la actividad del centro está orientada a incrementar la productividad financiera.

#### **III. Fortalecimiento de la cultura del centro**

Dentro de la normatividad establecida, se desarrollan permanentemente, con un enfoque sistémico, los factores culturales de: relaciones, recompensa, trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, responsabilidad e identidad. Además, el continuo desarrollo de las competencias del personal. Lo anterior soportado por procesos administrativos sólidos y eficientes.

#### **IV. Formación de recursos humanos**

Formar líderes para la investigación, desarrollo e innovación en los procesos agroindustriales, farmacéuticos y medioambientales por medio de los proyectos que desarrolla y sus programas reconocidos de maestría y doctorado.

#### **Áreas tecnológicas actuales:**

##### **Biotecnología:**

- Vacunas.
- Diagnóstico molecular.
- Biocatálisis.
- Bioprocesos.

##### **Tecnología ambiental:**

- Tratamiento de aguas residuales.
- Manejo de cuencas hidrológicas.
- Residuos sólidos.

##### **Tecnología alimentaria**

- Desarrollo y escalamiento de procesos de alimentos y bebidas.

##### **Biotecnología vegetal:**

- Micropropagación.
- Mejoramiento genético vegetal.

##### **Desarrollo y calidad de alimentos:**

- Propiedades químicas, fisicoquímicas y tecnológicas de productos agroalimentarios.

- Alimentos funcionales.
- Alimentos regionales.
- Extractos e ingredientes naturales.

**Posgrado y gestión de estudiantes:**

Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología.

Tesis de posgrado y licenciatura.

**Servicios analíticos y metrológicos:**

- Espectroscopia.
- Cromatografía.
- Microbiología.
- Metrología y calibración.
- Físico-químicos.
- Toxicología.
- Determinación de peligrosidad de residuos (CRETI).

**Nacimiento de CIATEJ**

El motivo del nacimiento del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) en el año de 1976, radica en la unión de las voluntades del gobierno del estado de Jalisco, la Universidad de Guadalajara, de empresarios locales y de entidades federales como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Instituto Mexicano de Comercio Exterior (IMCE) y los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI).

El objetivo del centro de investigación es el de coadyuvar al desarrollo integral del estado de Jalisco y regiones circunvecinas, a través de la realización de investigaciones y prestación de servicios de asistencia tecnológica para el desarrollo y establecimiento de empresas productivas, preferentemente pequeñas y medianas e inicialmente para los sectores de producción de vestido, calzado y joyería. La intención que el CIATEJ atendiera a los sectores del vestido, el calzado y la joyería, se

debe a una característica histórica de la industria jalisciense, consistente en estar orientada hacia la producción de bienes de consumo final.

El CIATEJ es una asociación sin fines de lucro, a la cual se le fijó la duración de 50 años, prorrogables a decisión de la Asamblea General de Asociados, que se constituyó como su máximo órgano de gobierno. La dirección administrativa se le confió a un Consejo Directivo, integrado por un presidente, un vicepresidente, un secretario, un tesorero y tres vocales.

También se dispuso la existencia de un Consejo Técnico Asesor, a cuyo cargo quedó la programación y evaluación de los trabajos de CIATEJ. Lo integrarían el director general, los representantes de los asociados fundadores y activos, más cada uno de los directores de las diferentes áreas de trabajo que se establecieran.

Los primeros recursos financieros para echar a andar este nuevo proyecto los proporcionó el CONACYT: tres millones de pesos durante el propio año de 1976. Además, el mismo CONACYT aportaría otros 300 mil pesos para equipamiento y becas de capacitación en el extranjero; en tanto que el gobierno de Jalisco destinaría una partida de 400 mil pesos, la Universidad de Guadalajara otorgaría 300 mil pesos y la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES) otros 400 mil pesos, destinados al arranque de la investigación. El IMCE aportaría recursos especiales orientados a la comercialización por 400 mil pesos.

Por su parte, los industriales tapatíos ofrecieron aportar la maquinaria necesaria para la capacitación y funcionamiento de la institución. Asimismo, se estableció que la entrega de la maquinaria y el equipo sería de manera escalonada, conforme el centro fuera creciendo. Lamentablemente, las cosas no resultaron así.

Entre las primeras acciones emprendidas por el centro se encuentra el haber enviado diseñadores a Inglaterra, a fin de que recibieran los conocimientos más actualizados en materia de calzado, vestido y joyería.

El inicio de las actividades docentes del CIATEJ no estuvo exento de dificultades. El desarrollo de los cursos no resultó sencillo, entre otras cosas porque los industriales no aportaron la maquinaria prometida, lo que ocasionó frecuentes retrasos y cambios de dirección, como fue el caso de llegarse a convertir tan sólo en un promotor de los cursos impartidos por otras instituciones gubernamentales.

Otro problema grave fue la deserción de los cursos. Los miembros de la Asamblea supusieron que la falta de interés podía deberse a que, por un lado, los cursos eran gratuitos, de manera que recomendaron una mejor selección de candidatos, admitiendo a los que “efectivamente tuvieran necesidad de trabajar” y, por otro, que se solicitaran cuotas a los industriales que enviaran a su personal a capacitación, de manera que los cursos resultasen autofinanciables.

La formación brindada en el CIATEJ pronto obtuvo la certificación de la Unidad Coordinadora del Empleo, Capacitación y Adiestramiento de la Secretaría del Trabajo y del Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP) de Nacional Financiera, por lo que la capacitación impartida debería ser reconocida en cualquier centro de trabajo.

Conforme se avanzaban en las tareas, se fueron detectando las fallas. Entre éstas se consideró que a los cursos les faltaba formación humanística, pues los alumnos recibían bastante información técnica que los alejaba del ser humano. Pero eso no era todo, también era importante diversificar los cursos y que no fueran siempre los mismos, además de buscar lo que era más notorio de que requerían los industriales, como la información técnica y de mercado. Otro problema fue la falta de difusión de lo que ahí se ofrecía y se hacía.

Otra vicisitud que se presentó en el centro, fue la deserción de sus propios trabajadores, ya fueran ingenieros o técnicos, pues los sueldos que se les pagaban eran muy inferiores a los que ofrecía la iniciativa privada, con el agravante que CIATEJ no contaba con recursos suficientes para incrementarles el sueldo y retenerlos en caso de mostrar buenas aptitudes.

Aunado a lo anterior, en 1980 el CONACYT solicitó a la ONU un estudio de mercado sobre los servicios que brindaba el centro. El diagnóstico fue sorprendente, el CIATEJ debería de reorientar sus funciones a un campo de acción mucho más reducido.

Detalladamente, las recomendaciones fueron las siguientes:

- Tener una reorientación mono sectorial.
- Otorgar servicios de asistencia tecnológica al sector agroindustrial de la región.
- Otorgar servicios de información técnica y económica al sector.

- Ofrecer el establecimiento de sistemas de control de calidad en fábricas.
- Ofrecer asesoría en ingeniería industrial básica y estudios técnico-económicos y de factibilidad para inversiones.
- Ofrecer asesorías en la selección y adaptación de procesos, de equipos y materiales.
- Ofrecer asesoría en diseño y desarrollo de productos.
- Ofrecer la formación de recursos humanos.
- Actuar como un organismo de coordinación tecnológica con funciones de enlace entre los servicios de asesoría ya existentes, tanto público como privado.

Fue el 23 de marzo de 1981 cuando la Asamblea del CIATEJ designa como director general al ingeniero Ricardo Michel Flores. Cambios importantes plantearía el nuevo director general desde el principio de su gestión.

Finalmente, entre las actividades señaladas para desarrollarse durante el año de 1982, ya no se contemplaban ni cursos ni asistencia técnica a ninguna de las industrias fundadoras de CIATEJ, síntoma inequívoco de que éstas estaban en vías de desvincularse de la institución.

### **El CIATEJ define su vocación**

Las acciones realizadas por el ingeniero Michel Flores se encaminaron sobre todo a mejorar las finanzas del centro, tanto del lado de las aportaciones provenientes del gobierno federal, como respecto de los ingresos que captaba por los servicios brindados a la industria local. Pero las difíciles circunstancias económicas por las que atravesaba el país no favorecían a este propósito. En la práctica la mayoritaria aportación federal se redujo muchísimo, lo mismo que el respaldo de sus asociados locales.

Frente a este estado de cosas, debían buscarse alternativas. Casi en cuanto tomó posesión, Michel solicitó al Consejo Técnico Asesor la elaboración de un estudio que comprendería tres rubros generales:

- Diagnóstico interno del centro y del entorno en que operaba.

- Posicionamiento deseado para el centro en el mercado nacional.
- Establecimiento de programas de operación.

El diagnóstico reveló que el CIATEJ mantenía una “débil y poco sistematizada vinculación con los demás elementos del sistema tecnológico (industria, gobierno, universidades, otros centros, etc.)”, lo cual incidía en una percepción poco clara de las necesidades o problemas. Esta “relativa marginación había traído por consecuencia la realización de proyectos con poco impacto regional o sectorial”.

Ante este panorama poco alentador que se le presentaba al CIATEJ, es que se decide cambiar el objetivo fundacional de la institución, para ahora centrarse en atender las demandas tecnológicas de la industria agroalimentaria, química y farmacéutica, así como al estudio del medio ambiente y los recursos bióticos. Fue entonces cuando se fijó por meta alcanzar un nivel de excelencia en el ámbito nacional y no circunscribirse sólo al estado de Jalisco.

Siendo la industria alimentaria la que captaría la mayor parte de los esfuerzos del CIATEJ, cabe referir que en esa época, debido al poco avance tecnológico introducido en los diferentes procesos —desde el cultivo hasta el envasado—, las mermas en la producción de alimentos eran muy altas, por tanto, era conveniente elevar la productividad y la calidad en general de esta industria.

La biotecnología, otras de las nuevas áreas del CIATEJ, comenzaba a ser una necesidad, por lo demás muy relacionada con la industria agroalimentaria, pues de los desarrollos biotecnológicos se obtenían medicamentos y vitaminas e, incluso, la generación de energía pasando por la fabricación de alimentos, la obtención de pesticidas, de productos petroquímicos, minerales, gases, etc.

A un año de su cambio de vocación, el centro había prestado servicios a casi 700 empresas del ramo alimentario. Entre los principales proyectos desarrollados estuvieron la industrialización de frutas, el aprovechamiento integral de cítricos, la elaboración de néctares, jarabes y jugos; envase de aguacate y aceite de aguacate; la elaboración de diversos tipos de leche; fabricación de embutidos y carnes frías; huevo en polvo y derivados; acuicultura y piscifactorías; fabricación de harina y

aceite de pescado; sistema de conservación de alimentos; fermentación de subproductos orgánicos, etc.

Los cambios que habilitó el CIATEJ empezaron a rendir frutos a lo largo de 1983, pues se cumplieron con creces la proyecciones planteadas; baste señalar los 911 servicios prestados a la industria, a diferencia de los 353 que se habían proporcionado el año anterior, como resultado de que había una mejor comunicación con la industria alimentaria regional.

La cifra de ingresos propios confirman lo anterior, pues lo cobrado durante 1983 fue mayor a los 21 millones de pesos, en tanto que durante 1982 apenas se había captado \$8, 561,000.

Tras una década de vida, el CIATEJ se perfilaba a formar parte del conjunto de centros que, bajo el amparo del CONACYT se pretendía formar. La idea era que los centros de tecnología dejaran de operar como entes aislados para constituirse en parte de un verdadero sistema, dada las ventajas que suponía su unión en beneficio de integrar sus capacidades y abocarse a la investigación científica aplicada y particularmente orientada a la solución de los problemas nacionales, ante la urgencia de desarrollar investigación tecnológica, la cual apenas despuntaba. Tal era pues la misión del Sistema de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP)-CONACYT, que se formó en agosto de 1988.<sup>13</sup>

A pesar de sus buenas intenciones, el naciente sistema se enfrentó a una crisis financiera que llegó a su punto más álgido al final del sexenio. Las dificultades le llegaron al CIATEJ mediante la crisis económica generalizada y la reducción de las aportaciones federales, pues hubo una notoria baja en los ingresos propios, los cuales se estimaron en 125 millones de pesos durante el ejercicio de 1987 y se llegó sólo a 57 millones de pesos al año siguiente.

---

<sup>13</sup> En el año de 1992 se modificó este sistema de centros públicos de investigación, y la Secretaría de Educación Pública (SEP) sustituyó a la SPP, creándose un subsector de Ciencia y Tecnología denominado Sistema SEP-CONACYT, con el objetivo de agrupar los centros e instituciones de investigación coordinadas por el sector de Educación Pública, por lo que le incorporaron al CONACYT las funciones de coordinación sectorial que realizaba la SPP.



### **El CIATEJ en transformación**

CIATEJ es una institución cuya historia refleja treinta años de adaptación continua. Sus ciclos de transformación se han hecho cada vez más frecuentes e intensos.

La transformación del centro no sólo se ha basado en su temática de investigación, en los indicadores con que se evalúa su desempeño o en sus funciones tradicionales, también ha abarcado otros elementos hasta entonces no tomados en cuenta: la percepción del entorno con que interactúa, la búsqueda y experimentación de nuevas formas de cooperar, el descubrimiento de complementariedades —sinergias, no linealidades, círculos virtuosos— con las otras funciones que forman parte de los sistemas de innovación en los que el centro busca desenvolverse.

A partir de su perspectiva histórica, el centro reconoce que el contexto es dinámico y pleno de posibilidades para contribuir al crecimiento económico y desarrollo social. Sus temas de investigación se han integrado a las corrientes de innovación que están guiando al mercado globalizado y a la investigación científica.

### **Cambios y ciclos transformativos**

La historia de CIATEJ muestra a una organización que ha realizado grandes esfuerzos por sobrevivir. En sus intentos exploró diversos caminos, la mayoría de ellos dentro de una perspectiva de corto plazo, buscando reaccionar ante un síntoma que en ese momento se consideraba necesario solucionar. Las acciones que se realizan buscaban primordialmente atacar los síntomas, siendo escasos los que se enfocan a la estructura causal que los generaba.

El centro tuvo periodos en los que desplegó una gran eficacia para el logro de indicadores cuantitativos, como los referentes a los ingresos, tanto presupuestales como los generados por la venta de servicios. Sin embargo, en toda su historia, no pudo consolidar una estructura cooperativa basada en la confianza interna y en la credibilidad externa de la institución.

Se distinguen dos periodos de transición que redefinieron su trayectoria: el primero inicia en 1981, cuando abandona el propósito inicial y se enfoca al área de alimentos; y el segundo surge a finales de los años noventa con la adaptación a los

requerimientos que establecen las nuevas políticas de ciencia y tecnologías, entre ellas las relacionadas con los convenios de desempeño de la institución.

De esta manera el CIATEJ se convirtió, de un centro creado para diseñar joyas, vestido y calzado, en una organización que investiga en temas de biotecnología moderna y proporciona servicio a la industria nacional de alimentos.

CIATEJ busca ser una organización con capacidad para reaccionar y hacer ajustes de orientación de problemas científicos y tecnológicos bien definidos, que genera conocimiento y que ha empezado a integrarlo en sistemas que le dan valor al esfuerzo individual y grupal. Es además, una organización capaz de brindar servicios tecnológicos de alta calidad de manera sustentable, y una organización que a lo largo de su historia ha logrado acumular capitales que la habilitan para empezar a enfrentar nuevos desafíos.

Por lo anteriormente descrito, el CIATEJ empieza una nueva etapa a partir de 2004. Es ésta se busca una organización que estimule las relaciones entre los capitales humano, intelectual, social e infraestructura, única opción para crear lazos virtuosos en el mercado global y para mejorar su capacidad para reproducirse.

### **El contexto**

Su objetivo inicial de 1976 —el dar soporte a las industrias joyera, del cazado y del vestido establecidas en el estado de Jalisco— es producto de una decisión contextual. Lamentablemente, mientras dura este objetivo, no se identifica una estrategia de largo plazo para que la institución desarrolle con plenitud sus relaciones. Esta situación prevalece seis años, no se adquiere aprendizaje alguno durante esos años y el camino se llena de tensiones. Las relaciones con sus grupos de interés se truncan y la institución busca otra temática y, en consecuencia, otro contexto.

Al cambiar CIATEJ su objeto de investigación al sector agroindustrial, en el año 1982, el centro no aprovecha los aprendizajes alcanzados durante su anterior etapa para diseñar la nueva concepción de la organización, pero a pesar de ello, se mejoran los desempeños y el factor determinante es el liderazgo de la dirección, la cual es capaz de interpretar el contexto y la competencias internas en un corto pla-

zo, desarrollándose la infraestructura y el potencial para estimular la demanda de servicios y las capacidades para responder a ellos.

A partir de 1999, el contexto se complica aún más al surgir la nueva *Ley de Ciencia y Tecnología*, que lleva a CIATEJ a realizar cambios profundos para adaptarse a las nuevas políticas que incluyen el convertirse en un centro público de investigación con todas las ventajas y limitaciones que eso significa.

Los nuevos tiempos llevan a la organización a desarrollar capacidades internas para reinterpretar continuamente su contexto, para diversificar así sus posibilidades de interacción.

El personal de investigación, de ingeniería, de servicios tecnológicos comienza a ver con nuevos ojos su propio campo científico, su espacio dentro de la institución y su contexto.

En el año 2002 CIATEJ adoptó un nuevo logotipo. La aparición de este nuevo emblema representaba la aspiración colectiva de la comunidad del centro y de su Consejo Directivo, que veían la necesidad de una transformación.



El diseño del nuevo logotipo representó, de una manera adelantada, la intención que el Dr. Gabriel Siade Barquet (2004) le quería imprimir al centro: la urgencia de generar estructuras abiertas, de ver el proceso transformativo como algo continuo y de propiciar desde el interior de la institución la creatividad, la flexibilidad y la fortaleza para

interactuar con un contexto que toma formas indefinidas y una gran dinámica.

Precisamente con el arribo a la dirección del centro del Dr. Siade en 2004, se buscaba un proceso para hacer de CIATEJ una institución dinámica, flexible e interactuante. El esfuerzo partió del interior de la organización, de forma proactiva y deliberada para redefinir el contexto en el que la institución busca ser reconocida.

En ese año, al iniciar su gestión la nueva dirección, se reconoció que CIATEJ poseía un rico y diverso bagaje de experiencias, a fin de emprender un nuevo esfuerzo transformador. Pero a la vez, se identificaron comportamientos defensivos,

producto de su historia, convirtiéndose en poderosas ataduras que obstaculizaban la exploración de nuevos comportamientos, en especial, el cooperativo.

La transformación emprendida, abrió las posibilidades para que el centro evolucionara a partir de mejores prácticas y de generar nuevos comportamientos internos y formas de interactuar con sus clientes, todo ello en aras de elevar los flujos de conocimiento.

Para la búsqueda de la nueva organización, se han puesto en práctica estrategias tanto para elevar la eficacia —hacer mejor las rutinas fundamentales del Centro—, como su capacidad creativa e innovadora. En este sentido, la calidad es un tema de reflexión y de alineación interna.

Para CIATEJ, la calidad es un esfuerzo por lograr lo predeterminado y también es el resultado de estimular nuevas ideas que brotan solamente de una organización en la que campea la libertad con responsabilidad. Para el centro, la calidad es fin y medio a la vez.

Como ya se había mencionado, el cambio emprendido no sólo consistió en modificaciones a los programas y temas, ni reajuste a las prioridades de los temas de las investigaciones y los servicios proporcionados, tampoco a la reconfiguración del organigrama y reasignación de funciones. El principal motivo de la transformación radicó en inducir una nueva cultura organizacional.

### **Hacia el humanismo de una organización sistémica**

En la medida en que avanzó la globalización, la complejidad creciente del contexto llevó a que las organizaciones buscaran continuamente nuevas estructuras; configuraciones que reprodujeran la complejidad del contexto y pudieran interpretar la rapidez de la innovación. A la idea anteriormente expuesta, muy bien pudiera llamársele la “revolución organizacional”. Entonces, puede decirse ahora, que la competitividad depende no sólo de la innovación tecnológica, sino también de la innovación organizacional.

Los centros de investigación, como CIATEJ, buscan interactuar y formar parte de este mundo organizacional cambiante, por ello, tienen que revisar continuamente sus estrategias y reflexionar sobre cómo lograr la flexibilidad que les está exigiendo

el entorno. Es por esto que la estrategia organizacional, se vuelve un elemento central en la planeación de la búsqueda de la competitividad institucional.

Lo anterior significa que el centro debe buscar las formas organizativas que le permitan no sólo alcanzar resultados —patentes, publicaciones, número de servicios—, sino crear continuamente nuevos desempeños como sistema (sinergia). La competitividad, la flexibilidad y el aprendizaje organizacional forman entonces uno de los círculos virtuosos sobre los cuales la institución debe apoyarse para sus desempeños futuros. El equipo directivo que asumió la administración de CIATEJ en el año 2004, comenzó la tarea de empezar a abordar estos asuntos.

Todas las organizaciones son *sistemas*, pero no todas las organizaciones son *sistémicas*. Hasta 2004 el CIATEJ se guió por la idea de ser un sistema, su propósito hasta ese año fue la supervivencia y, en menor escala, la trascendencia y la influencia en el contexto. Desde entonces se empezó a configurar el concepto de un centro como organización capaz de diseñar sus propósitos y convertirlos en actividades cotidianas.

*Cuadro V.18* Elementos de la organización sistémica en el CIATEJ

Antes	Aspiración
Cerrada, embebida en el contexto organizacional	Embebida en el contexto de la innovación
Se guía por indicadores numéricos. Mide y evalúa	Toma en cuenta patrones y comportamientos. Observa y valora
Los resultados son agregados	Hay comportamientos emergentes
Fomenta la especialidad	Busca la creación de campos del conocimiento
Proyectos individuales o funcionales	Proyectos institucionales
Estructura departamental y fragmentada	Se estimulan redes de colaboración
Se enfoca a problemas científicos y técnicos	Se abordan problemáticas de innovación
Predomina la discusión y el debate	Se conversa en diferentes modalidades
Ofrece a sus clientes soluciones	Ofrece a sus clientes aprender con ellos
Basado en causas y efectos. Busca culpables	Basada en la realimentación. La responsabilidad es compartida

Predice	Preve
Estimula al individuo	Promueve las relaciones entre los individuos
Se habla de eficiencia y productividad	Se habla de creatividad y competencias
La calidad como el cumplimiento de un estándar	Calidad como forma de vida
Información completa	Interés por aprender
Direcciones, departamentos y actividades	Proyectos entre disciplinas y entre funciones
Proyectos individuales y de corto plazo	Proyectos institucionales y de largo plazo
Entre iguales (pares)	Relaciones con las funciones de la innovación
La búsqueda	La construcción de una cultura

FUENTE: Elaboración propia.

Cuadro V.19 Estrategias y Acciones en CIATEJ.

<b>Estrategias y Acciones</b>		
<b>Orientadores</b>	<b>Mejorar</b>	<b>Generar</b>
	Comportamientos normativos de las funciones básicas de investigación y desarrollo, recursos financieros y eficiencia administrativa	Comportamientos individuales y organizacionales, inéditos y apalancadores de la transformación
<b>Responsabilidad</b>	Logro y conservación de certificaciones ISO Observación de la normatividad federal Cumplimiento de observaciones del órgano de gobierno Satisfacción del cliente	
<b>Eficacia</b>	Logro de metas productivas (venta de servicios, publicaciones y patentes) Reducción de costos Sistema de Información Administrativa (SIA)	
<b>Libertad</b>	Nuevas ideas dentro de los temas establecidos	

	Movilidad Expresión de crítica Expresiones de creatividad	
<b>Seguridad</b>	Ingresos: propios y presupuesto Normas y condiciones de seguridad de laboratorios e instalaciones	
<b>Adaptabilidad</b>		Rediseño de procesos, incluyendo el de planeación Proyectos interdisciplinarios a largo plazo Estímulo al aprendizaje Nuevas estrategias de experimentación y diseño de proyectos Redefinición de valores institucionales y comportamientos Sistemas y tecnologías de soporte al aprendizaje colectivo Sistemas de integración y visualización del conocimiento
<b>Coexistencia</b>	Organización de eventos científicos y de divulgación	Fomentar a la cooperación y al trabajo en equipo Creación de redes internas y externas Creación de alianzas Programas interinstitucionales Uso estratégico del Internet Estímulos al trabajo en equipo
<b>Ontología</b>		Programa de calidad como forma de vida Políticas del CIATEJ para la participación y la inclusión Mecanismos de crítica y realimentación Programas para el desarrollo personal

Fuente: CIATEJ.

Para lograr la transformación a una organización *sistémica*, el CIATEJ requiere de una nueva serie de orientadores, que serán los valores y criterios de la institución para lograr una competitividad sustentable. Estos orientadores tienen la finali-

dad de inducir a la reflexión sobre la transformación de la organización, mediante una estructura conceptual que va más allá de los indicadores cuantitativos.

En CIATEJ se conformaron los siguientes orientadores que sirven a la institución para iniciar la reflexión que realimenta el proceso de planeación.

*Responsabilidad.* Es el cumplimiento del marco normativo que rige al comportamiento del centro, el respeto entre sus miembros y el cumplimiento de compromisos con sus clientes. Al practicarse se vuelve fuente de credibilidad de la institución ante su contexto y de confianza entre sus miembros y grupos de interés.

*Eficacia.* Implica la capacidad para lograr metas en publicaciones, servicios, patentes, proyectos, así como en los costos. El centro es capaz de generar conocimiento y la información que lo hace eficaz y eficiente.

*Libertad.* CIATEJ es un sistema social que brinda a sus miembros las condiciones para responder y actuar con libertad en beneficio individual, de la institución y de la comunidad. Es condición ineludible para la creatividad y la capacidad de desarrollar visiones.

*Seguridad.* El centro dispone de los recursos financieros que brindan a sus miembros las condiciones para satisfacer sus necesidades como individuos y como colectividad. El centro mejora continuamente las condiciones que garantizan la integridad física de sus miembros y de sus familias.

*Adaptabilidad.* El centro tiene capacidad para crear las condiciones sociales y técnicas que permitan desarrollar a su vez nuevas capacidades y la auto-actualización constante de sus miembros y sus grupos de interés. Estimula la proactividad y el desarrollo de capacidades interactivas, así como la formación de grupos de investigación cooperativa.

*Coexistencia.* El centro estimula la interacción continua, tanto entre sus áreas de investigación como entre éstas y sus grupos de interés. Ello significa que no sólo se existe, sino que se coexiste a niveles individual, de grupo y de organización.

*Ontología.* El CIATEJ es una organización donde sus miembros encuentran un espacio cultural que les permite satisfacer sus necesidades psicológicas y desarrollarse como seres humanos. El personal de la institución, actúa en un medio guiado



por el respeto, las aspiraciones, la autoestima, el compañerismo, la empatía, el interés por aprender, la cooperación y la confianza.

Hay que hacer hincapié en que, iniciar la conversión hacia una organización *sistémica* es un proceso de aprendizaje que no se logra sólo con transformaciones administrativas. Hay todo un conjunto de nuevos comportamientos, alineación de esfuerzos y de integración de percepciones. Además, de crear nuevos espacios y formas de reflexión dentro de la organización y en la interfase con su contexto.

Así fue como se propuso la transformación hacia una organización *sistémica*, incorporando el bagaje histórico del centro y elevando la capacidad interna, para elaborar una visión continuamente contrastada con un contexto dinámico y continuamente mejorada con la cooperación de quienes forman el CIATEJ, fue que a partir de 2005, se adoptó y desarrolló este concepto y se diseñaron las estrategias de transformación.

El gran reto que se le presenta al CIATEJ en los tiempos actuales, radica en convertirse en una institución capaz de ser competitiva en su campo de acción. Para el cuerpo directivo del centro, la competitividad ya no se refiere a las utilidades, sino a una compleja estructura de comportamientos en lo que mucho influyen las relaciones dinámicas entre el mercado, el cliente, los competidores y otros grupos de interés. Se refiere a la dinámica de una organización en relación a su contexto. En este sentido la competitividad, la flexibilidad organizacional y el aprendizaje forman una estructura causal que más dinamismo le dan a las organizaciones.

### **Estrategias y acciones emprendidas**

A finales de 2004 se trazaron dos líneas de estrategia que se pusieron en marcha a principios de 2005. La primera estrategia de mejora ha tenido como propósito el avance del desempeño de CIATEJ en aquellos comportamientos que son normativos, relacionados con las funciones básicas de investigación y desarrollo, el flujo de recursos financieros y la eficiencia de la organización y su administración.

La segunda estrategia del cambio se refiere a las actividades cuya finalidad es impulsar el surgimiento de comportamientos individuales y organizacionales, inéditos en el centro, a manera de palancas de la transformación.

Esta segunda estrategia, ha implicado una adaptación profunda en el comportamiento social, con base en el estímulo de nuevas relaciones entre unidades e individuos, obviamente, este cambio no se ha dado de manera automática ni directa, sino que ha requerido de experimentar diversas formas de aprendizaje. Por tanto, se realizaron actividades de instrucción y de interacción desconocidas hasta ese momento para el centro, ya que en CIATEJ tradicionalmente el aprendizaje se refería a la capacitación de temas técnicos y se le daba poca importancia a las cuestiones de la cultura de la cooperación y desarrollo humano.

Los resultados financieros que ha demostrado el CIATEJ a partir de la implementación de la organización sistémica quedan expresados en el cuadro V.21 en el cual se puede observar lo positivo de los resultados a partir del año 2004.

*Cuadro V.20 Ingresos Anuales de CIATEJ*

Ingreso en pesos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Ingreso (millones)	\$11.45	\$14.45	\$12.98	\$14.97	\$13.21	\$17.85	\$32.50	\$25.85	\$45.50
INPC (Mex)	100	106.4	111.7	116.8	122.3	127.2	131.8	137	145.905
Ing. en millones pesos constantes	\$11.45	\$13.58	\$11.62	\$12.82	\$10.80	\$14.03	\$24.66	\$18.87	\$31.18
Número de empleados	127	139	152	137	135	132	120	131	141
Ingreso <i>per cápita</i> (a pesos constantes)	\$90,157	\$97,704	\$76,450	\$93,553	\$80,010	\$106,311	\$205,488	\$144,035	\$221,168
<b>Ingreso en dólares</b>									
Tipo de cambio	9.459	9.337	9.663	10.793	11.29	10.894	10.906	10.928	11.143
Ingreso (millones)	\$1.21	\$1.55	\$1.34	\$1.39	\$1.17	\$1.64	\$2.98	\$2.37	\$4.08
Índ. de precios (EUA)	100	102.8	104.5	106.8	109.7	113.4	117.1	120.4	120.5
Ing. en millones de dls. constantes	\$1.21	\$1.51	\$1.29	\$1.30	\$1.07	\$1.44	\$2.54	\$1.96	\$3.39
Ing. <i>per cápita</i> (dls. constantes)	\$9,531	\$10,831	\$8,457	\$9,480	\$7,901	\$10,946	\$21,207	\$14,998	\$24,033

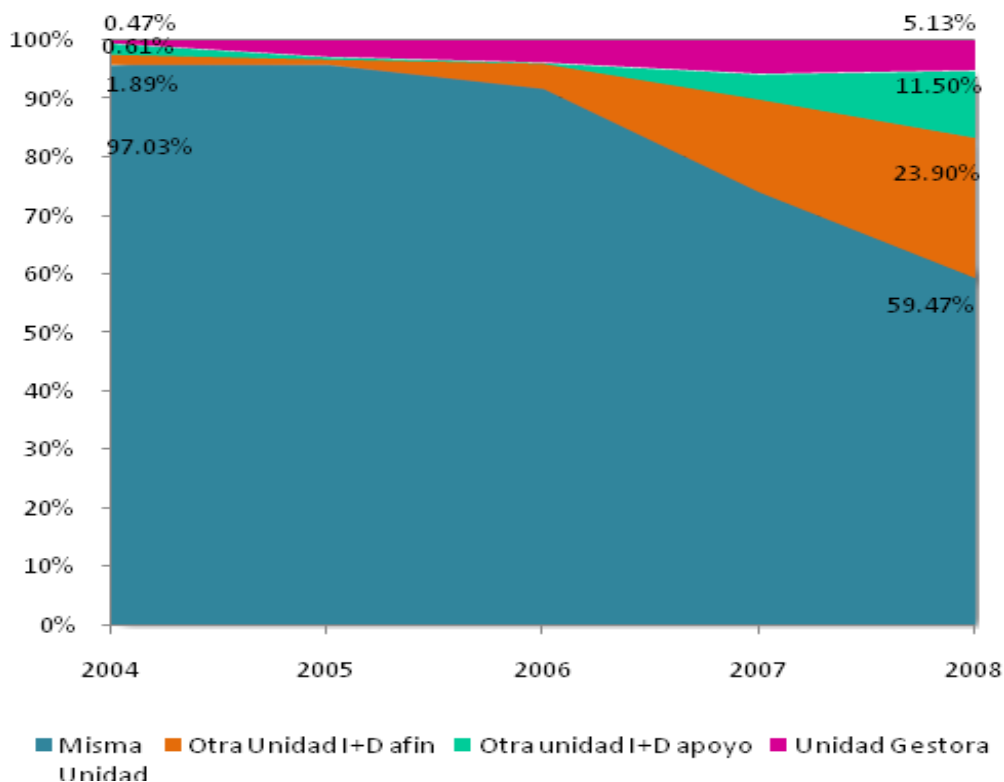
FUENTE: Elaboración propia con datos de CIATEJ, de la Federal Reserve System para los tipos de cambio

(<https://www.federalreserve.gov/releases/g5a/>), y de la OCDE para el índice de precios al consumidor de EUA.

(<http://stats.oecd.org/WBOS/Index.aspx?DataSetCode=CSP2009>)

Como reflejo del nuevo ámbito de cooperación, se puede mencionar la composición de los proyectos realizados en el centro. Por ejemplo, en el 2005 el 97% de los proyectos eran realizados solamente por un área de la institución; en cambio, para el 2008, esta estructura cambia en el sentido que, el 59% de los proyectos solamente es atendido por un área de la organización.

Gráfica V. 18 Fortalecimiento de la organización sistémica en CIATEJ



FUENTE: CIATEJ

### Los avances

Uno de los principios del pensamiento sistémico señala que las situaciones, antes de mejorar, empeoran. No es posible iniciar una transformación sin los problemas inherentes que acompañan al cambio, especialmente las rutinas defensivas, muchas de ellas inconscientes, que despliegan los miembros de la organización, cuya cultura se pretende cambiar. Por ello, una organización *sistémica*, tienen que observar patrones dinámicos: cómo van cambiando indicadores y percepciones en el tiempo.

Una experiencia colectiva obtenida de las actividades realizadas durante 2005 y 2006 ilustra la situación descrita. Durante el año 2005, se inició el programa “Calidad como forma de vida”. Era la primera vez que en el CIATEJ se realizaba un esfuerzo de integración y aprendizaje entre todo el personal.

Este programa sensibiliza a los miembros del centro sobre los principios sistémicos de la organización, induce formas de aprendizaje organizacional y fomenta la cooperación y una mejor comunicación.

A inicios de 2007 se realizó una “valuación” exhaustiva del programa. Para ello se formó un grupo de trabajo con miembros de las diferentes áreas del centro. Los impactos del programa se expresaron a través del concepto “interés por aprender”; es decir, la motivación individual por participar en las actividades del programa, re-alimentarlo con opiniones y críticas útiles para su mejora.

En síntesis, “la organización sistémica” no sólo requiere de mucha creatividad para generar formas nuevas de orientar su desarrollo, sino también otras formas de visualizarlo. No es sencillo, sobre todo tratándose de una organización cuyo desempeño se expresa sólo a través de indicadores numéricos y cuadros comparativos. La comunidad de CIATEJ habrá de familiarizarse con las nuevas categorías de orientadores y, además, contribuir a reducir la ambigüedad y de disponer de imágenes que comuniquen las percepciones colectivas.

### **CIATEJ en el siglo XXI**

Los principales logros obtenidos por el centro, en la presente década, han estado relacionados con las investigaciones relativas a la cadena productiva agave-tequila, esto es, en la producción *in vitro* para superar la crisis productiva que tuvo el sector en el año de 2001; además se estableció el desciframiento genético del agave y se desarrolló la construcción de una máquina jimadora. Asimismo, se logró una mejor industrialización del nopal y de los servicios medioambientales. Además, se buscaron adelantos tecnológicos en equipos para el mejor aprovechamiento de frutas y hortalizas.

Para el año 2003, dentro del CIATEJ se comenzaron a formar interdivisionales y multidisciplinarios. Es decir, se conjuntaban grupos de trabajo con integrantes de todas las divisiones del centro, con el propósito de buscar soluciones de conjunto a las necesidades que se fueran presentando en las líneas de acción de la institución.

No obstante la buena marcha de la organización, en el 2005 el Comité Externo de Evaluación recomendó identificar con mayor precisión el área de oportunidad de

biotecnología y considerar el tema de la producción de biocombustibles, a partir del etanol anhidro de la caña de azúcar o del maíz.

El tema de los recursos económicos siempre sale a relucir y durante 2005 se inició una nueva estrategia en aras de lograr una mayor captación de recursos, que consistió en poner en práctica nuevos esquemas de comercialización, con base en proyectos de investigación y desarrollo con generación de propiedad industrial patentable y licenciable; es decir, rentar las licencias para el uso de las patentes y los beneficios logrados de proyectos en desarrollo. Además, se buscó poner más atención en los servicios a los sectores farmacéutico y alimentario.

El centro ha logrado fomentar los vínculos de cooperación científico-tecnológica con varios países: Canadá, Estados Unidos, Alemania, Francia y España, entre otros, además de que se han transferido proyectos de desarrollo tecnológico a comunidades identificadas como de alta expulsión de migrantes hacia Estados Unidos, tanto de Jalisco, como de Zacatecas, Nayarit, Michoacán, San Luis Potosí, etc.

También se ha dado apoyo a la generación de microempresas con base en productos desarrollados en el centro, con tecnología propia y que han generado recursos y empleos locales. Además, se busca incrementar los desarrollos innovadores que den ventajas competitivas a la cadena productiva farmacéutico-veterinaria en México.

En suma, en la actualidad el centro atiende a más de mil empresas anualmente, de las cuales el 80% pueden catalogarse como micro y pequeñas, y en varios de los proyectos y servicios colabora estrechamente con las principales instituciones educativas del estado: Universidad de Guadalajara, ITESO y UNIVA. Con las dos primeras destaca la creación del primer biocluster de occidente en biotecnología.

### **Hacia dónde va el CIATEJ**

En estos tiempos se vive en un mundo que está siendo moldeado por la creatividad que brota de la ciencia, la tecnología y las nuevas formas de innovar y esta característica seguirá presente en las próximas décadas. Nunca como ahora tuvo

más vigencia la célebre frase del economista Joseph Schumpeter de que la innovación es la *destrucción creativa*.

Una “organización sistémica” no sólo se orienta por una visión que señala lo que quiere llegar a ser y por la naturaleza de las interrelaciones, se ha reflexionado en torno de aquellos elementos con los que se constituyen el nuevo contexto del que CIATEJ formará parte integral en los años por venir.

*El cambio climático y la innovación en los sistemas de energía.* Representan el área de innovación más dinámica en las próximas décadas. Las energías renovables y en particular el bioetanol y el biodiesel son temáticas alrededor de las cuales se realizan mundialmente esfuerzos muy diversos de innovación, incluyendo la búsqueda de métodos biotecnológicos modernos.

*El surgimiento de la biotecnología moderna como la ola innovadora.* Es en biotecnología donde surgirán el mayor número de alianzas en investigación y desarrollo. Integrarse a ellas es una estrategia básica de cualquier organización relacionada con el ramo.

*La economía regional en un mercado globalizado.* Las exigencias internacionales en alimentos y su inocuidad —biológica, química y física— irán creciendo.

*El surgimiento de nuevas formas de innovación cooperativa.* Uno de los cambios drásticos que experimenta la ciencia y la tecnología es su integración a los nuevos modelos de innovación, definidos en gran medida por las necesidades del mercado. Los modelos de innovación han cambiado radicalmente, ahora involucran estructuras cooperativas complejas. Los viejos modelos de vinculación investigación-industria han sido sustituidos por estrategias cooperativas y de largo plazo.

*La evolución de las organizaciones hacia formas complejas y amorfas.* La transformación más significativa será en lo organizacional. La innovación no florece en estructuras verticales y excesivamente jerárquicas. Para interactuar, con eficacia y eficiencia, la organización del centro deberá volverse simbiótica, sólo así logrará los niveles de comunicación necesarios.

*La ciencia y la tecnología convertidas en un elemento del proceso innovador.* La ciencia ha dejado de ser un fin y se ha convertido en un medio muy poderoso.

Ahora es definida en gran medida por el mercado. El costo creciente de la investigación no puede ser enfrentado sólo por el gobierno; la participación industrial y de capital de riesgo deberá irse incrementando.

*La desaparición de fronteras y la aparición de nuevos campos científicos.* Las próximas décadas verán surgir nuevas interfases entre campos científicos y tecnológicos y no sólo interdisciplinarios, sino metadisciplinarios. Habrá que poner atención permanente a acciones de seguimiento, sobre todo en las interfases entre la biología, las energías renovables y las tecnologías informáticas.

*Las reglamentaciones ambientales.* El daño ambiental, incluyendo el que ocasiona el CO<sub>2</sub>, es una de las mayores externalidades que está empezando a ocasionar grandes dislocaciones en el mercado. Aparecerán nuevas políticas de protección ambiental que llevarán a las industrias a invertir intensamente en tecnologías. La industria regional no está exenta de estos traumas.

*Cuadro V. 21* Evolución de la estructura organizativa de CIATEJ

1976 - 1982	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundación. Calzado, vestido, joyería.</li> <li>- Poco personal y limitada orientación al mercado</li> <li>- Reorganización integral. Consejo Técnico Asesor.</li> </ul>
1982 - 1986	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de la temática del calzado, vestido y joyería</li> <li>- Ind. agroalimentaria, química, farmacéutica, recursos bióticos</li> <li>- Divisiones: Ingeniería, Biotecnología, Gestión, Documentación</li> </ul>
1986 - 1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Homologación a centros de la Secretaría de Programación</li> <li>- Reglamentación acorde a Ley de Entidades Paraestatales.</li> <li>- Adscripción al Sistema Conacyt.</li> </ul>
1994 - 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Departamentos: Planeación, Gestión Tecnológica y División Académica.</li> <li>- Crecimiento de plantilla de investigadores al doble.</li> </ul>
2001- 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambio de Consejeros y de estatutos.</li> <li>- Nueva estrategia para mejorar las funciones básicas de investigación y desarrollo, eficiencia y finanzas.</li> </ul>
2004 a la fecha	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora académica, gestión de la calidad, sistema de información automatizado.</li> <li>- Orientación a una organización sistémica.</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia

El personal que labora en CIATEJ espera que la organización tenga una evolución sin término.

## **ROBOTIKER y CIATEJ**

ROBOTIKER y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ) son centros de investigación que brindan a las empresas soluciones tecnológicas que les permita tener un mayor valor agregado en los productos que elaboran sus clientes. Además, ambas instituciones se orientan a generar riqueza en sus respectivas sociedades mediante la innovación en tecnología.

En el caso de ROBOTIKER esta institución fundada en 1985 que está constituida como una organización privada establecida en el país Vasco, España, sin fines de lucro por lo que no se rige bajo el esquema de una empresa privada y es parte del grupo tecnológico de TECNALIA. En cambio CIATEJ, en funciones desde 1976, está ubicado en el estado de Jalisco, es un organismo público bajo la modalidad de Asociación Civil y es uno de centros públicos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El contexto de cada centro difiere sustancialmente, sobre todo, en la importancia que le imprime cada país a la investigación y desarrollo. En el caso del país europeo, inmerso en la dinámica de la Unión Europea, el gasto en ciencia y tecnología fue de 1.2% del PIB para el 2005, que fue mucho mayor al de México que apenas llegó a 0.46% del PIB para el mismo año, lo que implica mayor dependencia hacia los países desarrollados en cuestiones de ciencia y tecnología. Como referencia, el Banco Mundial recomienda que dicho gasto sea del 1% del PIB.

El campo de investigación de ROBOTIKER abarca a las tecnologías de la información y telecomunicaciones (TIC) enfocado a las siguientes áreas tecnológicas: sector automotriz, sector energético, telecomunicaciones, desarrollo de *software*, sistemas de innovación y tecnologías asistidas.

En este mismo sentido, CIATEJ se dirige a los sectores: agroindustrial, alimentario, químico, ciencias de la salud y farmacéutico; poniendo énfasis en biotecnolog-



ía, tecnología alimentaria, tecnología ambiental, desarrollo y calidad de los alimentos y biotecnología vegetal.

Una característica a resaltar de ROBOTIKER, es que en el año 2002, junto a otros centros de investigación del país Vasco, determinaron emprender la creación de un grupo tecnológico denominado TECNALIA. Con la instauración de esta corporación, la gran decisión que tomaron los directores de los centros, fue la de ceder parte de su competencia a la corporación. Deciden pasar la estrategia que ellos tenían controlada en sus centros a TECNALIA.

Es importante mencionar que con la estrategia de TECNALIA, en ROBOTIKER hubo un cambio en la estructura organizacional en el 2004, al implantarse en la institución las unidades de negocios (UN), las cuales se caracterizaron por operar bajo un marco de planeación triple: a) de gestión, b) de *marketing* estratégico y c) tecnológico.

Asimismo, las unidades son policéntricas, esto significa que al iniciar un nuevo proyecto en ROBOTIKER y al ser asignado a una UN, comienza un proceso en el cual varios centros de grupo TECNALIA intervienen, dependiendo de la naturaleza del proyecto, en otras palabras, el proyecto inicia y termina en ROBOTIKER, pero durante su ejecución, más de un centro participa.

Financieramente el impacto de las UN en ROBOTIKER ha sido de consideración. En este sentido, el promedio de la tasa de crecimiento<sup>14</sup> de los ingresos en euros de ROBOTIKER en términos reales, antes del establecimiento de las UN (2000-2003) fue de 2.22% y a partir de 2004 y hasta 2008 —con el funcionamiento de las UN—, el promedio de la tasa de crecimiento de los ingresos en euros de ROBOTIKER, también en términos reales ha sido de 15.77%. Las magnitudes en dólares se comportaron de la siguiente manera: de 2000 a 2003, la tasa real de crecimiento promedio fue de 9.32% y en el periodo 2004-2008 de 24.20%.

Curiosamente, en el caso de CIATEJ también en el año de 2004 hubo un cambio en su estructura organizacional, consistente en convertir a la institución en una organización sistémica, dicho concepto radica en estimular nuevas relaciones entre unidades e individuos para mejorar la cooperación entre las distintas áreas del

---

<sup>14</sup> Para el promedio de la tasa de crecimiento se utilizó la fórmula:  $[P(t)/P(0)-1]^{1/n}$

centro. El resultado de este cambio se puede apreciar en el hecho que en 2004, el 97% de los proyectos del organismo, los efectuaba una sola área del centro, en cambio para el 2008, este porcentaje se redujo a 59%.

En ámbito financiero, el comportamiento que tuvo CIATEJ antes y después de ser una organización sistémica de 2000 a 2003, la tasa de crecimiento promedio en términos reales del ingreso en pesos fue de 2.98%; pero a partir que la nueva administración comenzó a inducir una mayor cooperación entre las áreas del centro (2004-2008), la tasa de crecimiento promedio en términos reales del ingreso en pesos fue de 37.74%. Estas mismas mediciones en dólares tienen el siguiente comportamiento: durante los años 2000-2003, la tasa real de crecimiento promedio de los ingresos fue de 1.82% y para los años 2004-2008 de 43.54%.

Cuadro V.22 Comparativo ROBOTIKER-CIATEJ

Aspecto	Robotiker	CIATEJ
Origen	Español (provincia Vasca)	Mexicano (estado de Jalisco)
Condición jurídica	Privado, sin fines de lucro. (perteneciente al grupo Tecnalia)	Público, asociación civil (perteneciente a la red de centros CONACYT)
Objeto de investigación	Tecnologías de la información y telecomunicaciones (TIC)	Sector agroindustrial, alimentaria, químico, ciencias de la salud y farmacéutico
Áreas tecnológicas	Sector automotriz, sector energético, telecomunicaciones, desarrollo de <i>software</i> , sistemas de innovación, tecnologías asistidas	Biotecnología, tecnología alimentaria, tecnología ambiental, desarrollo y calidad de los alimentos, biotecnología vegetal
Cambio organizacional	Unidades de negocios (policéntricas)	Organización sistémica (apoyos multiárea, cooperación)
Año del cambio organizacional	2004	2004
Impacto en ingresos monetarios	Positivo (ver cuadro V.18)	Positivo (ver cuadro V.21)

FUENTE: Elaboración propia.

En ambos casos, es palpable que las modificaciones que realizaron las respectivas direcciones de cada centro, en referencia a la manera de concebir la dinámica interna de cada institución, ha redundado en una mejora considerable de los ingresos obtenidos.

#### **V.4 RESUMEN**

El análisis de las respuestas de los cuestionarios ofrece una amplia diversidad de condiciones de la muestra, que en su carácter descriptivo resulta ilustrativa de la tendencia de los resultados derivados del cambio organizacional. En general se agrupan las respuestas en dos bloques: los centros que si cambiaron estructura reportan mejoras importantes en productividad, en la relación con sus clientes y mejores proyectos entre otras mejoras; los centros que no tuvieron cambios informan resultados de los mismos, lo que puede interpretarse como la expectativa o motivador para un plan de cambio. Resulta interesante que algunas variables (calidad integral, situación financiera, trabajo en equipo, liderazgo) tienen un patrón ligeramente diferente en los dos grupos. Resulta de interés estudiar en futuras investigaciones con más detalle los centros que no han cambiado para conocer con profundidad las circunstancias por las que siguen operando con la misma estructura, al menos por los últimos diez años.

Las Entrevistas de Profundidad se llevaron a cabo con un esquema semiestructurado, inclinado a obtener un marco de referencia amplio de la operación de los centros y a las condiciones que resultan proclives a la adopción de estructuras idóneas a la condición sui géneris de los CI+D+I, por tanto tuvieron una amplia cobertura, y se reportan con detalle los conceptos de mayor recurrencia y profundidad en las entrevistas. Se integró un grupo con directivos de centros nacionales y del extranjero para tener una perspectiva más completa. Entre los temas que destacan cabe mencionar: generación de tecnología; Multidisciplina; manejo de proyectos; integración de grupos y equipos multidisciplinarios; y apreciaciones sobre estructuras organizacionales.

Los estudios de caso, uno español y el otro mexicano, se seleccionaron tomando en consideración el enfoque internacional, de tamaño y tiempo de fundación similar; con temática diferentes en mercados distintos para facilitar un ejercicio de contraste y detección de elementos comunes.

Ambas instituciones, de corte tecnológico, comparten elementos centrales en su misión, valores y objetivos, entre ellos la orientación a la solución de los requerimientos de los usuarios, el reconocimiento social, e internacional, la eficacia y rentabilidad tecnológica y una contribución a la formación de investigadores y tecnólogos.

Una diferencia fundamental, para los efectos del tema bajo estudio, es que Robotiker, el centro español es una organización privada, mientras que Ciatej es gubernamental, lo que tiene implicaciones mayores en el proceso de toma de decisiones. En el primer caso el rediseño organizacional fue de naturaleza suprainstitucional, al adoptar, después de varios ajustes, una estructura matricial corporativa con otros centros. Ciatej mantiene la estructura funcional como diseño, pero ha implantado una cultura sistémica que le ha permitido realizar trabajo con grupos integrados con personal de diferentes áreas, que le da una aproximación a una estructura por proyecto.

En ambos casos se acusa una mejora sustantiva en los resultados institucionales, aún cuando en el caso de Robotiker, los resultados son de mayor impacto, por efecto del mercado en el que están inmersos, porque se aplicó a todo el centro de una sola vez, mientras que en Ciatej se implanta un cambio de cultura sobre una base menos flexible y que toma tiempo su adopción.

## CAPITULO VI

# CONCLUSIONES

### VI.1 RESUMEN GENERAL

El conocimiento es reconocido globalmente como elemento fundamental para el bienestar socioeconómico y los centros de investigación y desarrollo como sus principales generadores. En este trabajo se analiza el papel de la estructura organizacional (E.O.) en la vida institucional de los centros, tema que en diferentes países del mundo ha sido resuelto con muy buenos resultados, mientras que en otros, como en México, en general ha pasado desapercibido, o al menos no ha tenido una repercusión significativa en su diseño y aplicación en el establecimiento de las relaciones y los procedimientos mediante los cuales los integrantes de las instituciones interactúan entre sí para la consecución de los fines institucionales, requiere medirse en base a los resultados que los centros obtienen.

Se analizan el impacto y la productividad de los centros como una herramienta de medición de los niveles de eficiencia y de efectividad de su operación, tomando la productividad *per cápita* como indicador de aplicación generalizada y como referencia los principales indicadores sobre ciencia y tecnología publicados por la OECD (2008), de cuyo análisis se deriva una marcada diferencia entre el resultado que logra a nivel individual el investigador “medio” de los diferentes en su vinculación con la industria o institución de fomento. Estas diferencias, y el empleo de una estructura no adecuada para la naturaleza de los centros constituyen la génesis de la investigación sobre el estado de las E.O. a nivel internacional.

Con ese propósito se analiza el impacto y las consecuencias que un cambio de estructura organizacional genera en la productividad de los centros internacionales de investigación y desarrollo. Se revisa el modelo tradicional de las organizaciones funcionales en los CI+D+I, concebido para industrias de producción masiva y procesos continuos. Se presentan los resultados de un cuestionario aplicado a directivos de centros de investigación de 15 países.

Los resultados en 31 centros de investigación y desarrollo de 15 países sobre cambios en su estructura organizacional aporta elementos para concluir que a la par de un cambio, los centros lograron mejoría en productividad, en la naturaleza de los proyectos desarrollados y en la relación con sus usuarios, entre otros. Los centros encuestados que por diversas consideraciones no han realizado un cambio de estructura, pero lo tienen planeado, esperan resultados similares a los que sí lo hicieron.

## **VI.2 Importancia de los centros de investigación, desarrollo e innovación**

La globalización de la economía ha obligado a las naciones a reconocer que el conocimiento que generen, la forma en que lo apliquen y la velocidad con que lo hagan permite que se construyan cada vez mejores estadios de competitividad y nuevas oportunidades para la planta productiva; el no insertarse puede condicionar la permanencia de industrias, sectores del mercado y en última instancia, el nivel de bienestar de sus países. El conocimiento ha sido el factor fundamental para el desarrollo y competitividad de los países y, por tanto, del bienestar social; se genera principalmente en los centros de investigación, desarrollo e innovación, CI+D+I, tanto de universidades como independientes, públicos o privados.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, considera estratégico establecer condiciones para que México se inserte en la vanguardia tecnológica como factor esencial para promover el desarrollo integral del país de forma sustentable. El PND destaca la importancia de apoyar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, de tal manera que se reflejen en la mejora competitiva del país, pues considera que tales acciones son precursoras esenciales de la competitividad y el crecimiento económico; por ello requieren de un fuerte impulso, así como de la promoción de vínculos de colaboración entre científicos, tecnólogos, académicos e industriales. En otros términos, valora la generación, transferencia e implantación del conocimiento como instrumento fundamental para promover el desarrollo.

La investigación científica y la innovación tecnológica, ahora más que nunca, son herramientas indispensables para la construcción de sociedades modernas e incluyentes; su fortalecimiento es imprescindible para apoyar el desarrollo y competir en entornos cada vez más dominados por el conocimiento y la información. La ciencia y la tecnología, fruto de la actividad de centros de investigación, tanto públicos como privados, así como de los incorporados a instituciones de educación superior, son un factor determinante para el progreso de las naciones, y su contribución a la competitividad de las empresas es estratégica para el país, por lo que resulta indispensable mejorar la eficiencia y la eficacia de sus actores, a fin de detonar un ciclo virtuoso que permita incrementar la inversión en ciencia y tecnología, y se cumpla a cabalidad la razón de ser de los CI+D+I: proveer productos de alto valor agregado para aumentar la competitividad de la empresa.

### **VI.3 Impacto y productividad en los CI+D+I**

Los resultados y las posibles contribuciones de la investigación y el desarrollo tecnológico, por su naturaleza, pueden tomar años para ser evidentes. La medición estricta del impacto de cada proyecto es en sí misma compleja y en no pocos casos, constituiría una investigación tanto o más complicada que la que la generó, debido a la amplitud de sus efectos o por el tiempo que puede tomar su adopción e implantación. Adicionalmente, la evaluación del impacto de un proyecto científico o tecnológico está condicionada no sólo por la calidad intrínseca del mismo, sino también por algunas circunstancias del usuario. Entre las internas puede ser, por ejemplo, la condición laboral o financiera y las externas sus competidores, productos sustitutos, proveedores, o inclusive las condiciones políticas y macroeconómicas que lo rodean.

Por los motivos expuestos no resulta práctica su aplicación generalizada, y sin desconocer la evaluación del impacto, se plantearon de manera concreta las condiciones en las que la evaluación institucional se realiza actualmente en los CI+D+I.

A partir de la enorme diversidad de criterios que existen no sólo a nivel internacional, sino incluso a nivel nacional, resulta necesario simplificar la forma de me-

dir el impacto no sólo de un proyecto, sino de la actividad de una institución, para lo cual se propone la aplicación de un indicador indirecto que minimice la complejidad de la medición directa enunciada, que además permita establecer comparaciones sobre una base común y que sea posible obtenerlo nacional e internacionalmente. Este indicador ha considerado a la *productividad*, entendida como la relación del financiamiento obtenido bajo contrato para proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación con entidades tanto públicas como privadas.

La *productividad per cápita* minimiza el efecto que el tamaño de las organizaciones puede inducir y es un indicador representativo, en tanto que refleja la adecuada orientación de la actividad de un centro a las necesidades de la sociedad o a un segmento de ésta, y que los productos tengan la calidad adecuada y cumplan con las expectativas del usuario, al punto que está en disposición de financiar el trabajo realizado.

Los recursos que el investigador promedio de cada país obtiene de la industria por proyectos implica que está trabajando en lo que ésta requiere y lo hace bien, el monto refiere el grado de relación entre las partes y guarda una proporción directa con la productividad por *investigador*, entre otros motivos porque la mayoría de los costos en los centros son de naturaleza fija.

El cuadro muestra el nivel de contribución por investigador medio equivalente, presumiblemente con el mismo nivel académico de sus pares, arroja una enorme variación en montos; sin considerar el peso específico que representa el número total de investigadores –que es trascendente- eliminado los extremos de la tabla, la media corresponde al investigador “medio” de Canadá con 90,000 USD, que representa el 50% del más alto y más de cinco veces del más bajo.

Otros factores pueden influir en el índice de productividad, como el equipamiento o la condición del mercado, pero un análisis objetivo de los datos marca con claridad las diferencias entre la productividad de los investigadores de diferentes países con independencia del número total de ellos por país y la consecuente inversión en equipamiento e instalaciones, que con frecuencia provienen de fondos gubernamentales.



Cuadro VI. 23 Recursos canalizados por la industria a ciencia y desarrollo por investigador por país.

	País	*Investigadores	** Montos Industria
1	Suiza	25,400	205.2
2	Luxemburgo	2,346	184.2
3	Estados Unidos	1,387,882	160.7
4	Alemania	282,063	159.8
5	Japón	709,691	150.8
6	Suecia	55,729	139.3
7	Corea	199,990	135.3
8	Irlanda	12,167	121.4
9	Austria	30,452	120.6
10	Bélgica	33,924	113.9
11	Holanda	45,852	111.0
12	Francia	204,484	105.8
13	Finlandia	40,411	103.6
14	Dinamarca	28,653	96.6
15	Canadá	125,330	90.9

	País	*Investigadores	** Montos Industria
16	Reino Unido	183,535	87.7
17	Italia	82,489	85.8
18	Noruega	21,653	79.0
19	Australia	81,384	76.2
20	República Checa	26,267	75.6
21	Islandia	2,155	65.3
22	España	115,798	63.4
23	México	48,401	56.9
24	Turquía	42,663	52.7
25	Hungría	17,547	45.2
26	Portugal	21,126	31.6
27	Nueva Zelanda	17,235	28.4
28	Grecia	19,907	27.1
29	Polonia	59,573	17.3
30	República de Eslovaquia	11,776	13.9

\* Número total de Investigadores, equivalente a tiempo completo. 2006,

\*\* MONTOS financiados por INDUSTRIA por investigador en miles de dólares; ppp corrientes 2007.

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD 2008-1

En el caso de la inversión que realizan los *gobiernos por investigador*, no hay diferencia de consideración entre los países en comento, guardadas las proporciones del caso, por el tamaño de sus economías: Estados Unidos gasta 30% más que México y Corea 30% menos. Este último dato señala que la inversión del gobierno mexicano en fomento de la ciencia y la tecnología por investigador está en un nivel intermedio respecto de los países de referencia. Las proporciones mencionadas sugieren que en México se necesita una mayor inversión de la industria en ciencia y tecnología y, por lo mismo, un mayor acercamiento entre los investigadores y las necesidades de las empresas para fortalecer la proveeduría nacional de ciencia y tecnología y alcanzar el nivel de competitividad que México necesita.

La diversidad de niveles de productividad per cápita tanto en centros de países desarrollados, como en aquéllos con otros niveles, llevan a reflexionar sobre los orígenes de esas diferencias; entre los posibles factores de diferenciación, la estructura organizacional merece especial consideración debido a que la mayoría de los centros trabajan, o trabajaron con una estructura organizacional de tipo funcional que fue concebida para empresas de producción masiva, cuando por su natura-

leza los CI+D+I tienen actividad creativa, de naturaleza única, y al ser intensivos en personal altamente calificado, la estructura organizacional, como conjunto de normas y procedimientos que regulan las interrelaciones de los integrantes de una institución orientada a la consecución de sus fines es particularmente importante.

#### **VI.4 INDICADORES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

El empleo de los indicadores que publicó la OECD (2008) en *Principales Indicadores en Ciencia y Tecnología*, resultan de particular utilidad porque permiten establecer relaciones, con una cobertura global, del desempeño que tienen los centros de investigación en los distintos países que se reportan. El documento resalta la importancia que cada país le da a la investigación y el desarrollo. La inversión global llevada a *ingreso por investigador* permite compensar la distorsión que el tamaño de las diferentes economías pudiera arrojar sobre el monto invertido en el aglomerado de los centros de un país al realizar comparaciones entre ellos. La perspectiva internacional con información agregada de cada país supera la falta de información de centro por centro a nivel país que podría aportar para efecto de análisis de ramos específicos.

Estos indicadores dan una visión global sobre el estado que guarda la ciencia y la tecnología y permiten realizar comparaciones de interés, como la relación que guardan los indicadores para México con los de Estados Unidos y Canadá, socios comerciales en términos del Tratado de Libre Comercio; también es de interés observar la evolución que han tenido países que en 1970 contaban con un PIB similar al de México, como Corea y España.

Por cada dólar que invierte México en ciencia y tecnología, Estados Unidos gasta 58.1 y Canadá 4.0.

Corea invierte 6.1 veces más que México y España 2.6.

El país reportado en la lista con una inversión total inmediata inferior a la de México es Turquía, con 80 centavos de dólar por cada dólar invertido por México.

Si se considera sólo la inversión *gubernamental*, por cada dólar que gasta México en ciencia y tecnología Estados Unidos gasta 37.6, Canadá 2.9, España 2.5 y Corea 3.1.

En el rubro industrial, por cada dólar que invierte la industria mexicana, en Estados Unidos se invierten 81.1, Canadá 4.1, España 2.7 y Corea 9.8.

Por otro lado, vale la pena resaltar que por cada investigador que hay en México, en Estados Unidos hay 28.7, en Canadá 2.6, en España 2.4 y en Corea 4.1; disparidad muy grave, difícil de remontar incluso en el mediano plazo.

## **VI.5 PROBLEMÁTICA DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL**

Como se mencionó, la productividad media por investigador tiene niveles bastante diferenciados de país a país, y las causas son varias, de entre las cuales se seleccionó para estudio la forma en que están organizados los centros, por tres razones principales: la primera, porque son organizaciones intensivas en personal, y en este caso, de alto nivel académico por lo que sus interrelaciones tienen trascendencia en la consecución de los objetivos institucionales; la segunda, es que la operación de la mayoría de los centros en México y en otros países, tiene una orientación funcional que no es adecuada para la actividad que realizan los CI+D+I; y en tercer lugar, porque remediar este problema no requiere inversión monetaria, sino de ajuste cultural y de procedimientos. Con este propósito se expone una revisión de la condición inherente a las estructuras funcionales y en el siguiente algunos campos de aplicación de la misma, como plataforma de referencia para exponer los resultados de la encuesta sobre el impacto que cambios en la estructura organizacional han generado en la productividad y en otros temas de interés para los centros.

La estructura funcional puede ser recomendable para cierto tipo de empresas y en ciertos procesos para otras, incluyendo etapas tempranas de la vida de algunos CI+D+I, en opinión Davies y Hobday (2005, p.1) las organizaciones tradicionales con departamentos funcionales y divisiones se asfixian por falta de innovación; conformadas como estructuras permanentes o semipermanentes, estas formas organizacionales son adecuadas para altos volúmenes de productos o servicios es-

tandarizados, y para la toma de decisiones repetitivas en un ambiente tecnológico y de mercado con relativa estabilidad. Pero en un ambiente turbulento, incierto y de cambios rápidos, estas empresas enfrentan una condición y una problemática únicas y difíciles de manejar.

Una metáfora representativa de la organización funcional es la de los silos de molinos de trigo. En los silos sólo existe conexión entre ellos en el nivel superior, y descargas individuales sin conexión alguna. Stanford (2006, p. 312) define a los silos organizacionales como “divisiones o departamentos que trabajan en forma independiente, resistiéndose a la cooperación y la colaboración con otras funciones de la organización. Existe falta de información compartida entre ellas que conduce a la duplicidad, la superposición y a una mayor lentitud para conseguir que el trabajo se realice. Lo más peligroso es que también puede conducir a cometer errores y falta de acción cuando la ocasión lo requiere”.

En ocasiones, los silos organizacionales no existen en la estructura, pero a nivel individual o de pequeños grupos se genera *la mentalidad de silo*, definida por la misma autora como “una percepción estancada, con frecuencia incentivada por la estructura jerárquica y reforzada por los sistemas de incentivos y reconocimientos. Personas con una mentalidad de silo son reticentes a compartir información, a establecer conexiones entre su trabajo y el trabajo de otros departamentos, o a visualizar dónde la colaboración podría implicar un beneficio mutuo”.

En los CI+D+I con estructura funcional, la operación se basa en especialidades temáticas definidas con claridad, como procesos independientes, integrados al interior de aquéllas, que por lo general sólo se comunican entre sí, tal como apunta la metáfora de los silos, a través de una superestructura jerárquica, que opera de manera adecuada para el modelo de investigación individual o para grupos muy pequeños.

La mayoría de los centros en México, y en otros países; adoptaron al momento de ser constituidos una estructura funcional, que fue fortaleciéndose a medida que dichos centros se ampliaron. Ello no tuvo mayor complicación cuando sus condiciones de operación no demandaban una configuración compleja para sus grupos de

trabajo, ni la conformación de grandes grupos, porque los trabajos realizados en esas épocas eran prácticamente del orden de investigaciones individuales.

## **VI.6 APLICABILIDAD DE LA ESTRUCTURA FUNCIONAL**

A pesar de que la estructura funcional no es adecuada para centros de investigación, como ha quedado documentado, su aplicación temporal, combinada con otros modelos de organización, constituye una ruta de transformación gradual del *modus operandi* institucional hacia un estadio más eficiente.

La adopción y evolución de las estructuras organizacionales en los centros se puede apreciar con claridad analizando los mismos procesos en empresas que crecen demasiado y que mantienen la esencia de productos con alto volumen, pero en nuevas líneas, nuevos productos o mercados por atender, llevan implícito un incremento en la complejidad de su administración, por lo cual un diseño organizacional simple no cumple con sus requerimientos; según Hatch (2006, p. 297), usualmente adoptan un diseño funcional para enfrentar las demandas crecientes de diferenciación, o fortalecen la estructura existente.

Davies y Hobday (2005, p. 68) proponen de manera simplificada el continuo entre formas de organización de empresas en que se mezcla el modo de operar, dependiendo del nivel de complejidad con el volumen de los productos que genera. En ella se puede apreciar que existe una relación diametralmente opuesta entre una organización diseñada para un alto volumen de producción, estandarización de productos, economías de escala y un horizonte estable —con una marcada especialización dentro de una estructura funcional—, con aquella organización orientada al desarrollo de proyectos en que se consideran entregas únicas o pequeños lotes de manufactura, con productos de elevada complejidad tecnológica y requerimientos de alta eficiencia, enmarcados en un horizonte de incertidumbre e innovación de la tarea, que se asimilan a empresas constructoras de mega proyectos; algunos tipos de consultoría, o inclusive a CI+D+I ante la presencia de grandes proyectos.

## VI.7 CAMBIO DE ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL, UNA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

Para tener algunas herramientas que permitan interpretar los resultados que un cambio de estructura organizacional puede generar en instituciones de investigación y desarrollo, el estudio de algunos centros de nivel internacional resulta conveniente, para tal fin la productividad media por investigador que ha mostrado niveles bastante diferenciados de país a país, se buscó la relación entre un cambio de la E.O. y la productividad en CI+D+I se realizó una encuesta internacional de corte descriptivo.

El trabajo de investigación se desarrolla con un enfoque multimodal, que implica un proceso de recolección de datos cuantitativos y cualitativos para dar respuesta al problema propuesto. El enfoque multimodal permite, por la diversidad de sus aproximaciones, obtener una visión más precisa del fenómeno, por lo mismo, ayuda a sortear las debilidades que los diversos métodos en forma aislada pudiesen presentar, particularmente en un estudio complejo, como es el caso tanto por el objeto de estudio en sí mismo, como por la cobertura.

En el contexto de la metodología multimodal, la investigación tiene una mayor orientación cualitativa; la fase cuantitativa proporciona medios para la interpretación de los resultados de las entrevistas de profundidad y de la información derivada de los estudios de caso.

Caracterizar el universo de los centros no fue el objetivo de la investigación, lo cual, adicionalmente, no es factible modelar a nivel nacional, mucho menos al internacional, por la pluralidad de circunstancias, temática y *modus operandi* inherentes a la esencia, entre otras consideraciones.

El cuestionario consta de un cuerpo de reactivos destinado a todos los centros donde se recabó información de tipo genérico sobre temas como su origen, naturaleza de su actividad, tamaño de la organización, etc., y un segundo bloque con opciones múltiples, que dependen de la condición de la estructura organizacional de cada uno: centros que *no han tenido* cambio organizacional, los *que lo planean* y los que *ya lo realizaron*.

Los directivos a quienes se envió el cuestionario se seleccionaron de forma tal que hubiese una representación de centros ubicados en países con diferente nivel de desarrollo. En total se enviaron 168 cuestionarios, de los que se recibieron 31 respuestas provenientes de 15 países. El cuestionario, aplicado vía Web, se orientó más a la representatividad temática, a la naturaleza constitutiva y operativa descriptivas, más que a integrar una muestra con fines de estadística inferencial, representativa de los CI+D+I a nivel global. Así, el resultado del análisis de la información cuantitativa no pretende representar los atributos del universo de los centros, sino disponer de una herramienta sólida para interpretar el fenómeno de la influencia de la estructura organizacional desde una perspectiva internacional, con condiciones y temáticas enriquecidas por su diversidad.

El grupo de centros donde laboran directivos encuestados tiene una amplia cobertura temática de ciencias básicas, sociales, de humanidades y tecnológicas; se envió un mayor número de cuestionarios a centros orientados a desarrollo tecnológico en temas de: automatización, electricidad, electrónica, tecnologías de información, alimentos, nutrición y agricultura; lo anterior obedece a que el desarrollo de la investigación aplicada, tecnología e innovación, por lo general demanda la conformación de grupos multidisciplinarios y, en no pocas ocasiones, interinstitucionales para la ejecución de proyectos complejos y de largo alcance.

A continuación se tratan algunos de los reactivos del cuestionario como referentes para la interpretación de los resultados del cambio organizacional o de su ausencia, en su caso en los CI+D+I.

Las respuestas al cuestionario integran la visión de la organización como un todo en el 54.8% de los casos y como la visión de una división en el 45.2%.

Los centros desarrollan varios tipos de actividades en forma simultánea; el grupo reportó las siguientes participaciones: 48.4% investigación básica; 87.1% investigación aplicada; 83.9% desarrollo tecnológico; los servicios tecnológicos representan el 64.5% y el 35.5% imparte algún tipo de docencia relacionada a las actividades sustantivas del centro.

El 29% de los centros realiza otro tipo de actividades no especificadas en las categorías anteriores.

Sin considerar el monto dedicado a inversión, una mayoría significativa, el 74% de los centros, tiene un presupuesto menor o igual a 30 millones de dólares, y un 10% se encuentra entre el rango de los 50 y los 60 millones.

El 6% no especificaron su posición financiera.

Los centros se agrupan en tres bloques dependiendo del balance en el origen de los recursos financieros con que operan, es decir, la proporción que representan del total de sus ingresos los recursos provenientes: a) directo de gobierno; b) por contratos gubernamentales; c) contratos con la iniciativa privada, y d) otras fuentes, como sigue: en los que predomina la relación con gobierno y tienen poca o nula relación con la empresa privada u otras fuentes de financiamiento se integra en dos subgrupos: el 19.4% recibe el presupuesto de manera directa de su gobierno, y el 25.8% de los centros tiene de forma mayoritaria contratos gubernamentales para su operación. Ambos segmentos representan el 45.2% de la muestra.

Los centros que en su mayoría tienen contratos con la empresa privada y reciben recursos de otras fuentes, constituyen el 38.8%.

Los centros que mantienen un balance entre las cuatro fuentes de recursos: asignación gubernamental directa; contratos con dependencias tanto públicas como privadas y de otras fuentes representan el 16%.

La encuesta es descriptiva, a pesar de ello, tiene una cobertura temática, de presupuesto, de antigüedad, de personal, inclusive de casos con y sin cambio, que ratifica la necesidad imperiosa de revisar la estructura de los centros, y señala tendencias *de facto* en los cuestionarios, y vivenciales, derivadas de las entrevistas y los estudios de caso.

## **VI.8 RESULTADOS LOGRADOS, O POR LOGRAR, EN EL CORTO PLAZO POR CAMBIO ORGANIZACIONAL**

La inversión gubernamental por investigador es comparable —dentro de ciertos límites razonables— entre los países integrantes de la OECD, según se desprende de los multicitados indicadores; situación que no se presenta en la productividad *per cápita* de los investigadores con base en recursos provenientes de *investigación*



*bajo contrato*, en que existen marcadas diferencias. Esta disparidad constituye un serio problema desde la óptica del cumplimiento de la misión institucional, que se agrava en muchos centros con el empleo de un formato de operación inadecuado, lo que motivó la realización de esta investigación sobre la condición de la estructura organizacional de los CI+D+I y la relación que guarda con la productividad y otros temas de la institución.

La evaluación de cada centro participante en la encuesta es respecto a sí mismo, no se compara con la de otros centros, a fin de atenuar los efectos inducidos por causas distintas a la estudiada, por ejemplo: inversión, condición del mercado, etc., contando para el propósito con el juicio de los propios directores para evaluación de las variaciones en el nivel de la productividad y de los otros factores de sus respectivas instituciones.

Los resultados se derivan de las respuestas de 25 cuestionarios, los seis restantes de la muestra no se tomaron en cuenta para el reactivo de resultados por inconsistencias en las respuestas, derivadas posiblemente de problemas en la comprensión del lenguaje (se enviaron versiones en español e inglés) y/o del marco cultural.

El cuadro tiene tres bloques, el primero concentra las respuestas de los centros que reportan haber tenido un cambio de estructura organizacional en los últimos diez años; el segundo corresponde a instituciones que no han cambiado, pero que consideran hacerlo en el futuro; y el tercero agrupa a los que no respondieron al reactivo base del cuadro, pero se pronunciaron por una expectativa.

Los resultados del estudio estadístico muestran que los centros que experimentaron cambios organizacionales mejoraron en varios aspectos. Se consideró la posibilidad de que se presentaran impactos en otros temas de la operación de los centros, adicionales a la productividad, como consecuencia del cambio de estructura organizacional, y se formularon preguntas sobre los ocho temas.

En el caso de la productividad 69% de los encuestados informan haber obtenido una mejora importante respecto a la condición previa al cambio; 25% reporta una mejora limitada, y el 6% sin cambio o fue negativo. La respuesta integrada para los centros que hicieron cambios con un nivel de mejora, limitado e importante, fue de

94%. La expectativa o motivador para un futuro cambio fue de 100%, 78% que esperarían una contribución importante y 22% una limitada.

En todos los temas la contribución ha sido positiva, en mayor o menor grado, al menos para el 87% de los casos, como se reporta en el tema de la contribución a la calidad integral del centro, y a la mejora de la situación financiera, teniendo para el resto de los temas un pronunciamiento positivo superior al 90%.

Los encuestados que respondieron no haber tenido cambio, informaron sobre de los motivadores o expectativas para un futuro. Considerando las expectativas de mejoras importantes junto con las limitadas, los temas de la productividad y de la posibilidad de tener una mejor condición para realizar proyectos más complejos, fueron considerados en el 100% de los casos.

Una reflexión que puede considerarse como elemento común de las tres etapas metodológicas que engloban el enfoque multimodal del presente trabajo, es la necesidad de un alto grado de flexibilidad en la operación y el establecimiento de condiciones para trabajar multidisciplinariamente, que este último enfoque se presentó en algunos centros de manera explícita y en otros, como en ROBOTIKER bajo la nomenclatura de las unidades de negocio y en CIATEJ, con un enfoque de organización sistémica.

De la triangulación de los criterios y conclusiones derivados del estudio cuantitativo, y los dos cualitativos, se desprende que no existe una estructura que pueda considerarse como óptima para los centros de investigación y desarrollo, sin embargo, sí hay consenso sobre la necesidad y conveniencia de hacer un cambio en la estructura organizacional para adaptarse mejor a su naturaleza, y a las condiciones en las que opera. En algunas instituciones, los cambios no se han dado, pero sí existe un plan para llevarlos a cabo.

No se desprende un cambio significativo en las variables que soportarían la teoría rival “la mejora en la productividad se debe a factores diferentes del cambio organizacional”, aun cuando no se descarta que, los cambios van asociados con otras medidas o generan modificaciones después de su implantación, pero la mejora en la productividad, como uno de tantos indicadores en los centros, no depende directamente de esas variables al ocurrir una modificación estructural, como pudo

constatarse tanto en el análisis estadístico descriptivo de los centros internacionales, ni por comentarios en las entrevistas de profundidad.

## **VI.9 CONSIDERACIONES FINALES**

El ingreso *per cápita* de investigador, como indicador del nivel de operación de centros de diferentes países, muestra diferencias significativas en los montos captados por investigación y desarrollo realizados bajo contrato. En el 64% de los centros que respondieron afirmativamente al reactivo sobre los resultados derivados de un cambio organizacional, reportaron mejora importante en la productividad el 69% de los encuestados y limitada el 25%, así como contribuciones en otros temas, lo que apunta en dirección a una contribución significativa de la estructura organizacional para los centros de investigación.

Los centros que reportaron no haber modificado su estructura organizacional respondieron con la expectativa de los beneficios que esperarían obtener derivados del cambio planeado. Conceptualmente existe una amplia coincidencia con lo reportado por los primeros.

No obstante lo anterior, falta un modelo explícito de estructura organizacional para los CI+D+I, científicamente fundamentado, que debiendo ser basamento y referente de otras facetas de la actividad institucional, no ha sido estudiado de manera profunda, por lo que amerita trabajo de investigación que proporcione soporte a su concepción.

Las instituciones que modificaron su estructura adoptaron una organización por proyecto en 38% de los casos, y con el mismo porcentaje una organización funcional-matricial, seguidos por una tipo matricial-proyecto con 19%. Las organizaciones que han realizado cambios estructurales, conservan un modelo de orientación funcional para las áreas administrativas que se combina con otros modelos organizacionales en las áreas técnicas.

Los directivos de centros, particularmente de México, deben revizar la estructura organizacional de la institución que dirigen; las condiciones en que fue adoptada, comparándolas con las actuales para que determinen la pertinencia de aquélla,

y en su caso, capitalicen la experiencia de otros centros que han realizado ajustes o cambios profundos en sus instituciones para hacer frente a los requerimientos organizacionales de los proyectos que realizan a la fecha, cada vez más grandes y complejos, así como los que habrá que atender en un futuro próximo.

Adicionalmente a la necesidad de corte macroeconómico de mejora de la productividad de los CI+D+I la supervivencia es quizá uno de los principales factores que detonan el cambio organizacional. Hace falta dar un marco teórico que dé sustento al proceso de toma de decisiones sobre el particular y generar conocimiento que soporte las decisiones de los centros, especialmente en condiciones de cambios radicales en el ambiente, en las que las organizaciones deben reaccionar mediante un proceso de adaptación. Esta adaptación puede estar orientada a la necesidad de innovación tecnológica de soporte, de una estructura más flexible para interactuar en mercados globales y competitivos, de nuevos criterios de calidad o bien, una mezcla de todas ellas. Las organizaciones que no sean capaces de adaptarse tienden a desaparecer.

Para que los centros contribuyan a la competitividad del país necesitan fortalecerse cuantitativa y cualitativamente. A partir de que los centros sean más productivos se canalizarán más recursos para su operación, así como contar con disponibilidad financiera para la creación de nuevas instituciones. Una mayor inversión en ciencia y tecnología implicará un mayor apoyo a las empresas para fortalecer su competitividad, y en esta condición se mejorará en el grado de bienestar social de la población, en un alcance proporcional al esfuerzo que en este sentido haga tanto el gobierno como por la iniciativa privada.

La magnitud de los requerimientos de la industria, clarifica la necesidad de la existencia de más y mejores centros de investigación en el país, tanto en lo que se refiere a la pertinencia como a la oportunidad de los productos y servicios científico-tecnológicos que generan. Antes de incrementar los centros en el país, se hace necesario que los tomadores de decisiones, tanto en el sector público como en la iniciativa privada, se decidan por una inversión mayor a la actual en los centros existentes, y para que esto suceda, deben estar en condición de constatar la rentabilidad social, en el caso en la inversión gubernamental, y la comercial en el de

las empresas; en ambos casos con una evaluación objetiva del impacto del conocimiento que hayan recibido de los CI+D+I.

Quienes deciden sobre los montos a invertir en CI+D+I y la orientación de éstos, son altamente sensibles al nivel de productividad de los centros y esperan que la relación insumoproducto esté en condiciones similares, y aun mejores a las que existen en el medio internacional. Esta condición, implícita o explícita, obliga a que los centros revisen hacia adentro el nivel de competitividad, de forma tal, que se convierta en una práctica cotidiana en la vida institucional de las organizaciones y se difunda a los usuarios del conocimiento.

La entrevista de profundidad, aporta información para el estudio analítico y contribuye al diagnóstico de las estrategias relacionadas con la estructura organizacional en los CI+D+I mediante conversaciones de nivel profesional presenciales; cubren una amplia temática, que se deriva de la interpretación personal de los directivos entrevistados sobre factores estratégicos que, por un lado, constituyen el eje medular de la actividad institucional y, por otro, arrojan un panorama completo sobre la perspectiva que tienen en relación a la estructura organizacional actual en algunos centros y deseable en otros.

Dada la naturaleza de la información sobre la cual habrían de versar las entrevistas, ofrecí específica y claramente la confidencialidad en los puntos que lo requirieron y en algún caso, inclusive el anonimato acerca del nombre de la institución y del entrevistado.

Existen puntos de vista y lenguajes diferentes entre usuarios e investigadores; esta diferencia de lenguaje, de forma de interpretar la realidad, debe estudiarse y cuidarse con mucho detalle. La visión de los usuarios de los productos y servicios de los centros difiere en alcance, recursos y sentido de urgencia, entre otras consideraciones, de lo que a un investigador motiva o requiere, por lo que es importante acercar ambos puntos de vista a una posición compartida que permita la integración coordinada de insumos y requerimientos para alcanzar satisfactoriamente los objetivos del proyecto, sin afectar aquéllos de los participantes.

El contar con procedimientos y políticas cobra sentido cuando existe un líder con capacidad a fin de seleccionar adecuadamente el grupo de trabajo para un proyecto, y puedan comprometerse con la consecución de los objetivos.

En el caso de grandes proyectos, o de naturaleza compleja, que participan diferentes grupos temáticos o instituciones, adicional al grupo central de trabajo, el líder debe propiciar un espíritu de colaboración entre los participantes, partiendo de criterios y asignación de responsabilidades claramente establecidos, con mecanismos de comunicación eficientes.

La complejidad inherente a ciertos temas ha llevado a las organizaciones a trabajar cada vez más en redes, grupos que interactúan de manera coordinada con horizontes estables a mediano y largo plazos, complementando disciplinas y compartiendo resultados con objetivos y visión común. Este tipo de colaboración se ha fortalecido con mecanismos más estructurados a partir de la concepción formal del diseño de redes temáticas, consorcios de investigación, etc.

Cuando el tema de la colaboración y las alianzas se lleva a un escenario de mayor amplitud, se pueden establecer sistemas de innovación tendentes a un comportamiento más estructurado, con más recursos en un horizonte de tiempo más largo.

La formación de equipos multidisciplinarios al interior de un centro se sustenta por la necesidad natural de la complementariedad científico-tecnológica, y se fortalece con el desarrollo de una cultura de colaboración, que permite dejar temas en los que se tiene una capacidad limitada o marginal, para que otros grupos de la propia institución o de otras los lleven a cabo. Se busca una posición equilibrada entre lo que se aporta y se recibe. La colaboración es, el trabajo conjunto que no implica sólo una actividad simultánea, sino también convergencia en visión y objetivos de un proyecto.

Sobre la estructura matricial los entrevistados comentaron buenos resultados en varios casos, entre otras razones porque los grupos de trabajo se integran con los especialistas adecuados sólo por el tiempo en que se requiere su participación; el problema de la operación con una estructura matricial es la autoridad dual; por un lado, hay una autoridad temática y, por el otro, existe la autoridad específica del

proyecto a desarrollar. El buen desempeño de una operación bajo la modalidad de estructura matricial, depende de aspectos culturales de comunicación, de balance del liderazgo, de autoridad adecuadamente compartida, lo que no siempre sucede y genera tensión entre los miembros del equipo del proyecto.

La razón de ser de los centros de investigación aplicada y desarrollo tecnológico es la solución de problemas científico-tecnológicos de una comunidad o de un usuario específico. Para tal propósito se define como unidad de trabajo un concepto que se ha denominado proyecto, este concepto incluye la realización de una serie de actividades con ciertos recursos en un entorno dado para el logro de un objetivo específico con la participación unipersonal de un grupo de especialistas; su duración puede ser de corto, mediano o largo plazo.

Los proyectos tienen dos características que los diferencian respecto a otras formas de trabajo: la primera, tienen un objetivo específico y la segunda, una duración perentoria, es decir, tienen una fecha de inicio y una de terminación específica. Varios de los entrevistados informaron que sus instituciones trabajan en base a proyectos; difícilmente un centro de investigación y desarrollo puede trabajar en un esquema sin definición de los proyectos que deben realizarse; los proyectos pueden llevarse a cabo en cualquier tipo de organización, sin embargo, la diferencia estriba en la forma en que se constituyen los grupos que los desarrollarán.

Si el grupo se desprende de una sola área temática es claramente una organización funcional donde se gesta el proyecto; si el grupo se forma con personal proveniente de diferentes áreas con un jefe temático y otro encargado del proyecto por sí mismo, se tiene una organización matricial en la que de manera evidente se opera también con proyectos; si la organización está segmentada en procesos productivos, como típicamente sucede en el sector químico, la orientación de los proyectos será por proceso; finalmente, si la conformación es variable y los proyectos pueden darse o no dependiendo de las condiciones de la organización, por ejemplo, proyectos para la industria de la construcción.

Aun cuando una organización pudiera tipificarse como esencialmente basada en proyectos, tiene componentes funcionales principalmente en los temas de administración. Una característica de este tipo de organizaciones es su alta demanda en

los procesos de planeación para garantizar una ocupación del tiempo del personal en actividades sustantivas y, por otro lado, tener una alta certidumbre sobre la disponibilidad del personal que se requiera en cierto momento de la vida de los proyectos; esta situación se complica a medida de que se incrementa el número de proyectos, y de personas que participan en ellos.

Los estudios de caso: ROBOTIKER y CIATEJ, mostraron la evolución de variables críticas y algunas circunstancias que prevalecieron en el momento de la toma de decisiones concernientes a los ajustes de la estructura organizacional y su repercusión en la operación institucional. Ambos centros presentan condiciones diferentes de aproximación a una situación de cambio, ROBOTIKER por la asimilación a una estructura matricial de tipo corporativo en TECNALIA, y CIATEJ por la adopción de un enfoque sistémico en la institución, que aun preservando una estructura funcional como base, permite una orientación matricial entre las direcciones de área del centro e inclusive ha fortalecido sus alianzas nacionales e internacionales. En ambos estudios los reportes financieros acusan una mejora altamente positiva, con punto de inflexión en el momento en que sendos cambios llegaron a considerarse. El contexto de cada centro difiere sustancialmente, sobre todo, en la importancia que le da cada país a la investigación y el desarrollo. En el caso del país europeo, inmerso en la dinámica de la Unión Europea, el gasto en ciencia y tecnología fue de 1.2% del PIB para el 2005, que es mucho mayor al de México de apenas 0.46% del PIB para el mismo año, lo que implica mayor dependencia hacia los países desarrollados en cuestiones de ciencia y tecnología.

Una característica a resaltar de ROBOTIKER, es que en el año 2002, junto a otros centros de investigación del país Vasco, determinan emprender la creación de un grupo tecnológico denominado TECNALIA. Con la instauración de esta corporación, la gran decisión que tomaron los directores de los centros, fue la de ceder parte de su competencia a la corporación. Deciden pasar la estrategia que ellos tenían controlada en sus centros a TECNALIA.

Es importante mencionar que bajo la estrategia de TECNALIA, en ROBOTIKER hubo un cambio en la estructura organizacional en el 2004, al implantarse en la institución las unidades de negocios (UN), las cuales se caracterizan por operar



con un marco de planeación triple: a) de gestión, b) de *marketing* estratégico y c) tecnológico.

En el caso de CIATEJ también en 2004 hubo un cambio en su estructura organizacional, consistente en convertir a la institución en una organización sistémica, dicho concepto radica en estimular nuevas relaciones entre unidades e individuos para mejorar la cooperación entre las distintas áreas del centro. El resultado de este cambio se puede apreciar en el hecho que en 2004, el 97% de los proyectos del organismo, los efectuaba una sola área, en cambio para el 2008, este porcentaje se redujo a 59%.

En ambos casos, es palpable que las modificaciones que realizaron las respectivas direcciones de cada centro, en referencia a la manera de concebir la dinámica interna de cada institución, ha redundado en una mejora considerable de los ingresos obtenidos.

## **VI.10 CONCLUSIONES**

### CONTRIBUCIONES DE LA TESIS

1. El tema no ha sido estudiado en el ámbito de los centros de investigación, desarrollo e innovación, tiene importancia por la posible inducción a nuevo trabajo que profundice facetas específicas del contexto de la investigación realizada, y también porque constituye un tema de reflexión para que las autoridades y directivos de CI+D+I sobre posibles cursos de acción para mejorar la operación de las instituciones, que si bien es compleja por implicar, entre otras consideraciones, cambios a la cultura, no requiere inversión financiera, sino voluntad y visión de largo plazo.
2. Los resultados de la investigación marcan una clara tendencia hacia el abandono de estructuras organizacionales funcionales o asimiladas a éstas; no hay convergencia sobre un tipo de estructura, las diferentes circunstancias de cada institución, tanto internas como externas, orientaron la adopción de estructuras distintas, inclusive con una mayoría que conserva la funcional para labores administrativas, en que resulta apropiada, y otra u otras para el

desempeño de actividades de investigación y desarrollo, asimilándose así al modelo de estructura mixta.

3. A pesar de que conceptualmente el tema de las organizaciones se ha desarrollado ampliamente en otras esferas socioeconómicas, la orientación a centros de investigación no ha sido considerada; la importancia que estas instituciones tienen en la actualidad y la contribución que un marco teórico profundo tendría, sugieren que ha llegado el momento de desarrollar teoría sobre el particular. Los resultados de esta investigación son una modesta contribución para incentivar estudios a profundidad sobre diferentes facetas de la problemática.
4. Los estudios de caso cierran la investigación plasmando de cuerpo entero la realidad de las instituciones en el pasado reciente, - tres décadas- con matices diferentes, como resulta natural entre la comunidad económica europea y un mercado local demandante y con cierta tradición y cultura empresarial forjada de tiempo atrás, respecto a un mercado disperso, en período de maduración. Para CIATEJ la situación se agudizó por los problemas que los cambios radicales de temática suponen; frecuentes cambios de estatutos y normatividad; composición y orientación de los órganos de gobierno, falta de formación especializado en las épocas tempranas de la institución y por si fuese poco, restricciones financieras.

Para CIATEJ un cambio de estructura funcional resulta sumamente complejo por su naturaleza gubernamental, pero la sensibilidad y determinación hacia la eficiencia y la calidad, lo llevaron a adoptar una orientación sistémica, que como cambio cultural sobre la misma base organizacional inclina la operación del Centro hacia una organización por proyecto, lo que ha mejorado la productividad, la naturaleza del trabajo que realiza, el clima laboral y las finanzas.

ROBOTIKER realiza un cambio formal, no sólo al interior del centro, sino que adopta una estructura matricial de tipo corporativo al integrarse a TECNALIA con otros centros. En esta estructura, el director de cada centro se constituye

en director de un tema a lo largo y ancho del corporativo. Una decisión de esta naturaleza tiene la enorme ventaja de tener un período de implantación bastante corto y definido, lo que facilita la asimilación cultural, fortalece a los diferentes grupos académicamente y como consecuencia posiciona mejor a todo el grupo con más y mejores proyectos, mejora la condición de respuesta a los requerimientos de los usuarios lo que le lleva a cumplir su misión en mejores términos y adicionalmente le reporta excelentes resultados financieros: mejores ingresos y remanentes, una mayor especialización y una mayor cobertura de mercado por contar con frentes múltiples. Tienen planes para mayores cambios, en cuanto se establezca la condición actual, fortalecer el corporativo y especializar la labor de los directores de los diferentes centros.

#### ÁREAS DE OPORTUNIDAD

1. Las respuestas al cuestionario pudieron ser más precisas en la selección de las diferentes opciones de estructura organizacional, tanto por el concepto en sí mismo, como por diferentes niveles dominio del idioma en países no hispano o anglo parlantes.
2. La enorme cantidad de encuestas de todo tipo, especialmente en países desarrollados, genera una predisposición al llenado del cuestionario; aún cuando se tuvo un nivel aceptable de respuestas, un mayor número sería de utilidad.
3. Un primer paso para el cambio de estructura es el investigar por qué no lo han llevado a cabo los centros que siguen operando con base funcional. No se le dio este enfoque al diseño del cuestionario, ni se envió al segmento de instituciones que podrían aportar información sobre el particular.

#### PROPUESTAS ACADÉMICAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

1. En futuras investigaciones será muy conveniente dar un mayor peso a las entrevistas presenciales respecto a los cuestionarios; en ambos casos el esta-

blecimiento de alianzas para poder realizar un batería de entrevistas, inclusive en un ciclo doble, para retroalimentación y/o profundización de ciertos resultados derivados de un primer ciclo de procesamiento. Las alianzas, al menos una por continente, aumentaría muchísimo la cobertura, y la profundidad de las entrevistas.

2. Los cuestionarios vía web seguirán usándose por cobertura y costo; una consideración importante en el diseño es incluir un glosario de términos básico y restricciones por software para evitar respuestas contradictorias, y en su caso afianzar las que confirman posturas.
3. Sería deseable manejar dos rondas de cuestionario, la primera muy simple, de naturaleza exploratoria para mandar en la segunda un cuestionario específico. No se puede conocer ex ante muchos detalles organizacionales, ni la evolución que han tenido; pero sobre todo, facilitar la respuesta aumenta el grado de confiabilidad y en número de ellas.
4. Para futuras investigaciones será recomendable trabajar en el proceso mismo de la adopción de estructura organizacional, sus condiciones duración, obstáculos, etcétera.
5. La investigación que se concluye puede detonar una mejor respuesta por interés de los encuestados compartiendo los resultados o parte de ellos.

## RECOMENDACIONES PARA LOS CI+D+I

1. El formato de estructura mixta es una modalidad que permite avanzar en la adopción de nuevas formas organizacionales, validar sus resultados para las condiciones específicas de la institución y modelar la cultura.
2. La condición de una institución puede ser buena, pero siempre existe la posibilidad de mejorar; la mayoría de los centros está buscando opciones de mejora. El no avanzar representa en términos relativos, con el paso del tiempo, un atraso.

3. La decisión de realizar un cambio formal puede tomar más o menos tiempo, pero en tanto sucede es de la mayor importancia conformar equipos de trabajo, dotarlos de más flexibilidad, y orientarlos a resultados,. Esto traerá mejoras en varios campos, no sólo en la productividad.
4. Recomendaciones para los centros públicos: Análisis de sus procedimientos, evaluación de la EO, y su diseño, qué alternativas se evaluaron, proponer estudiarlas, Condicionamientos de la participación interdisciplinaria y multistitucional. Necesidad de innovación de productos de ciencia y tecnología, y de operación para estar en condiciones de competir en mercado global.

#### LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN CI+D+I Y LAS POLÍTICAS DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

1. De acuerdo con las modificaciones a la Ley de Ciencia y Tecnología publicada en el DOF el 12 de junio de 2009, se incorpora al marco legislativo el concepto de la innovación como objeto prioritario y por tanto de fomento mediante un comité ad hoc y las correspondientes evaluaciones. La innovación está ligada a soluciones a problemática de la vida real y su implantación, que requiere concurso horizontal de expertos.
2. Se faculta la conformación de redes, alianzas, redes tecnológicas y/o de innovación, consorcios, asociaciones estratégicas, lo que fortalece al imperativo que supone la operación flexible, multidisciplinaria e interinstitucional que se deriva de EO distintas a la funcional, que adicionalmente contarán con esquemas de estímulos gubernamentales.
3. La modificación a la Ley contempla no sólo la vinculación con el sector productivo, sino también con el de servicios, lo que supone una mayor flexibilidad en la operación de los centros.
4. Los órganos de gobierno de los CPI's expedirán los términos y requisitos para que el personal de los centros se incorpore y participe en las asociaciones,

alianzas, consorcios, unidades, redes, o nuevas empresas de que se trate, lo que amplía la cobertura de actualización de la figura organizacional de los centros, no sólo a nivel institucional, sino las repercusiones que a nivel de investigador las nuevas disposiciones implican.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aktouf, Omar (1992). *Management and Theories of Organizations in the 1990s: Toward a Critical Radical Humanism*. The Academy of Management Review 17. pp. 407-431.
- Arellano, David. (1994). *Análisis organizacional: una perspectiva desde la estrategia*. Documento de Trabajo 26. México. CIDE.
- \_\_\_\_\_ y Cabrero, Enrique (1997). *Cambio en organizaciones públicas en México: dos casos de estudio*. Documento de Trabajo 25. México. CIDE.
- Aubry, M., Hobbs, B., y Thuillier, D. (2008) *Organisational project management: An historical approach to the study of PMOs*. International Journal of Project Management 26, pp. 38-43.
- Australian Research Council Annual Report (2002-2003, 26-114) Report on Performance.
- Bellini, Emilio y Canonico, Paolo (2007). *Knowing communities in project driven organizations: analysing the strategic impact o socially constructed HRM practices*. International Journal of Project Management 26, pp 44-50.
- Cabrero Mendoza, Enrique; Valadés, Diego y López-Ayllón, Sergio (2006, 46). *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM.
- CEPAL. (2004). *América Latina y el Caribe rezagada en investigación y desarrollo. Comunicado de prensa*. Disponible en <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/comunicados/4/15164/P15164.xml&xsl=/prensa/tpl/p6f.xsl&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl> [Consultado el 14 de julio de 2008]
- Child, John (1990). *Organización, guía para problemas y práctica*. México. Compañía Editorial Continental.
- Clegg, Stewart (1990). *Frameworks of Power*. Londres. Sage.
- \_\_\_\_\_ y Bailey, James (ed.) (2008). *International Encyclopedia of Organization Studies*. ts 2 y 4. EUA. Sage Publications.

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2001). *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*.
- Coronilla, Raúl y Castillo, Arturo del. (2000). "El cambio organizacional: enfoques conceptos y controversias" en Arellano, D. et al., (2000). *Reformando al gobierno una visión organizacional del cambio gubernamental*. México. CIDE.
- Creswell, J. W. (2003). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, California SAGE Publications. Thousand Oaks.
- Crozier, Michael (1963). *El fenómeno burocrático*. Buenos Aires. Amorrortu.
- \_\_\_\_\_ y Friedberg, E. (1977). *El actor y el sistema*. México. Alianza
- Culebro, Jorge (1998). *Cambio organizacional: transformación y diseño estructural*. Documento de Trabajo 66. México. CIDE.
- \_\_\_\_\_ (2000). "Cambio estructural" en Arellano et al., 2000. *Reformando al gobierno, una visión organizacional del cambio gubernamental*. CIDE. México.
- Cyert, R. y March, J. (1963). *Teoría de las decisiones económicas de la empresa*. México. Herrero.
- Davies, A. y Hobday M. (2005). *The Business of Projects, Managing Innovation in Complex Products and Systems*. UK. Cambridge.
- Decreto Presidencial, 11 de octubre de 2006, México, D.F.
- Diario Oficial de la Federación*, "Ley de Ciencia y Tecnología", el 5 de Junio de 2002, última reforma publicada por *DOF*, 21 de agosto de 2006, pp.17-18.
- Drucker, Peter (2001). *The Essential Druker*. EUA. Harper Collins Publishers.
- Gerardine de Sanctis, Jeffrey T. Glass, Ingrid Morris (2002). *Ensing, Organizational Designs for R&D, Academy of Management Executive*, 2002, vol. 16, núm. 3.
- Gibson, Ivancevich y Nonnelly (2004). *Las organizaciones, comportamiento, estructura, procesos*. Mc Graw Hill. México.
- Goodman, P., y Kurke, L. (1982). "Studies of change in organizations: a status report", en P. Goodman, *Change in organizations*, Nueva York. Jossey-bass.
- Hatch, Mary Jo. (2006). *Organization Theory. Modern, symbolic, and postmodern perspectives*. Gran Bretaña. Oxford University Press.



- Heyel, Carl (1986). *Enciclopedia de gestión y administración de empresas*. Barcelona. Grijalbo.
- IMD. (2008). *World Competitiveness Center*.
- Kloppenborg, Timothy y Opfer, Warren (2002). *The current state of Project Management Research: Trends, Interpretations, and Predictions*. Project Management Institute. vol 33. pp. 5-18.
- John, R., French, P., y Bertram R. (1959). "The basis of social power", en *Studies in social power*. Dorwin Cartwright, ed. pp. 150-167 USA. University of Michigan.
- Lindkvist, Lars (2007). *Project organization: Exploring its adaptation properties*. International Journal of Project Management 26. pp 13-20.
- March, J., y Olsen, J. (comps.). (1976). *Ambiguity and Choice in Organizations*, Bergen University. Norway.
- \_\_\_\_\_ y Simon, H., (1958) *Teoría de la organización*. Ariel. Barcelona.
- Melkers, J. , Welch, E. et al. (2004). CONACYT Final Report, *Assessing the Outcomes of Mexican Federally Funded Research*. Chicago, IL.
- Minsal y Pérez D. (2007). *Organización funcional, matricial En busca de una estructura adecuada para la organización*. Acimed. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16\\_4\\_07/aci101007.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_4_07/aci101007.htm) [Consultado: 08 de julio de 2008].
- Mintzberg, Henry (1989). *Mintzberg y la dirección*. Madrid. Ed. Díaz de Santos.
- Montesa, José (2004). *La estructura de la empresa*. Escuela de Informática Aplicada. Disponible en: <http://www.upv.es/~jmontesa/gei/GEI-10.ppt> [Consultado: 08 de julio de 2008].
- Olsen, J. (1976). "Choice in an organized anarchy". En March, J. y Olsen, J., (comps). *Ambiguity and choice in organizations*, Bergen Universitessfolaget.
- OECD, *Main Science and Technology Indicators*, (2008-1).
- Pariante, José L. (2000). *Teoría de las Organizaciones. Un enfoque de metáforas*. México. Porrúa-Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Programa Especial de Ciencia y Tecnología. PECYT (2008 -2010).

- Pellegrinelli, Sergio (1997). *Programme management: organising project-based change*. *International Journal of Project Management* 15, pp. 141-149.
- Pérez, Carlota (1996). *Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo*. Santiago de Chile. CEPAL/CLADES  
 Disponible en:  
<http://infolac.ucol.mx/documentos/politicas/05.pdf>. [Consultado el 14 de julio de 2008].
- Pieter van Donk, Dirk y Molloy, Eamonn (2007). *From organising as projects to projects as organisations*. *International Journal of Project Management* 26, pp. 129-137.
- Piric A & Reeve, N. (1997). *Evaluation of Public Investment in R&D—Towards a Contingency Analysis*. Nueva Zelanda. MRST.
- Pfeffer, Jeffrey (1982). *Organizaciones y teoría de las organizaciones*. México. FCE.
- Pressman, Jeffrey y Wildavsky, Araron (1998). *Implementación: cómo grandes expectativas concebidas en Washington se frustran en Oakland*. México. FCE.
- Rubio, F. (2007). *Ciencia y Tecnología en México, orientación a proceso en centros de investigación y desarrollo*. Querétaro, México.
- Simon, H.A. (1947). *El comportamiento administrativo*. Buenos Aires. Aguilar.
- Simon, H.A. (1997). *Administrative Behavior*, Nueva York. Free Press.
- Smircich, Linda (1983). "Concepts of Culture and Organizational Analysis", en *Administrative Science Quarterly* 28, pp. 339-358.
- SPRU (1996). *The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance*. Brighton, UK. Science Policy Research Unit—SPRU—University of Sussex.
- Stanford, Naomi (2006). "Guide to Organization Theory", en *The Economist*, Londres.
- Stoner, James y Wankel, Charles (1989). *Administración*. México. Prentice Hall.
- Swann, P. (1996). *The Economic Value of Publicly Funded Basic Research*. Manchester, UK. Programme of Policy Research in Engineering-Science and Technology PREST-University of Manchester.

- Walsh, James; Meyer, Alan y Schoonhoven, Claudia. (2006). *A future for Organization Theory: Living in and Living with Changing Organizations*. Organization Science 17, pp. 657-671.
- Weick, Karl (1976). *Educational Organizations as Loosely Coupled Systems*. Administrative Science Quarterly 21 pp. 1-19.
- Weimer & Vinning. (1999). *Policy Analysis: Concepts and Practice*. Barcelona. Prentice Hall.
- White, Diana y Fortune, Joyce (2002). *Current practice in project management- an empirical study*. International Journal of Project Management 20, pp.1-11.
- Woodward, J. (1958). *Management and technology*. Londres. Stationary Office.
- \_\_\_\_\_ (1965). *Industrial organizations: Theory and Practice*. Londres. Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ (1970). *Industrial organizations: Behaviour and Control*. Londres. Oxford University Press.

## ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
AAL	Ambient Assisted Living
ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
APD	Asociación para el Progreso de la Dirección con sede en Madrid, España
ARC	Australian Research Council
CEBEK	Confederación Empresarial de Bizkaia
CEPAL	Comisión Económica para América Latina
CI+DT	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico
CI+D+I	Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
CIDE	Centro de Investigación y Docencia Económica
CIDESI	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CRETI	Determinación de Peligrosidad de Residuos
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CyT	Ciencia y Tecnología
DNO	DNO International ASA ("DNO"), compañía petrolera independiente
EO	Estructura Organizacional
ETORFETS	Dispositivos de potencia para la red eléctrica y algoritmos
FEDIT	Federación Española de Centros Tecnológicos
FONEP	Fondo Nacional de Estudios y Proyectos
GIDE	Gasto Interno en Investigación y Desarrollo Experimental
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
IDE	Investigación y desarrollo experimental
IMCE	Indicador Mensual de Confianza Empresarial
IMD	Escuela de negocios con sede en Lucerna, Suiza
INFOTECH	Information Technology
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
ITESO	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente
LANFI	Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial
LCyT	Ley de Ciencia y Tecnología
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OCEANTEC	Desarrollo Tecnológico de un sistema de Aprovechamiento de la Energía de las Olas

OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PECyT	Programa Especial de Ciencia y Tecnología
PIB	Producto Interno Bruto
Ppp	Purchasing Power Parity
PNPC	Programa Nacional de Posgrados de Calidad
ROBOTIKER	Centro Tecnológico especializado en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC), y en Desarrollo de Producto. Bizkaia, España
SEP	Secretaría de Educación Pública
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SiC	Carbuero de Sicilia
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
SPP	Sistema de Programación y Presupuesto
TECNALIA	Centro tecnológico experto en Investigación Marina y Alimentaria. Bizkaia, España
TIC's	Tecnologías de Información y Comunicaciones
TO	Teoría Organizacional
UN	Unidad de Negocio
UNIVA	Universidad del Valle de Atemajac

# ANEXO I

## AUTORES REFERIDOS EN EL TEXTO

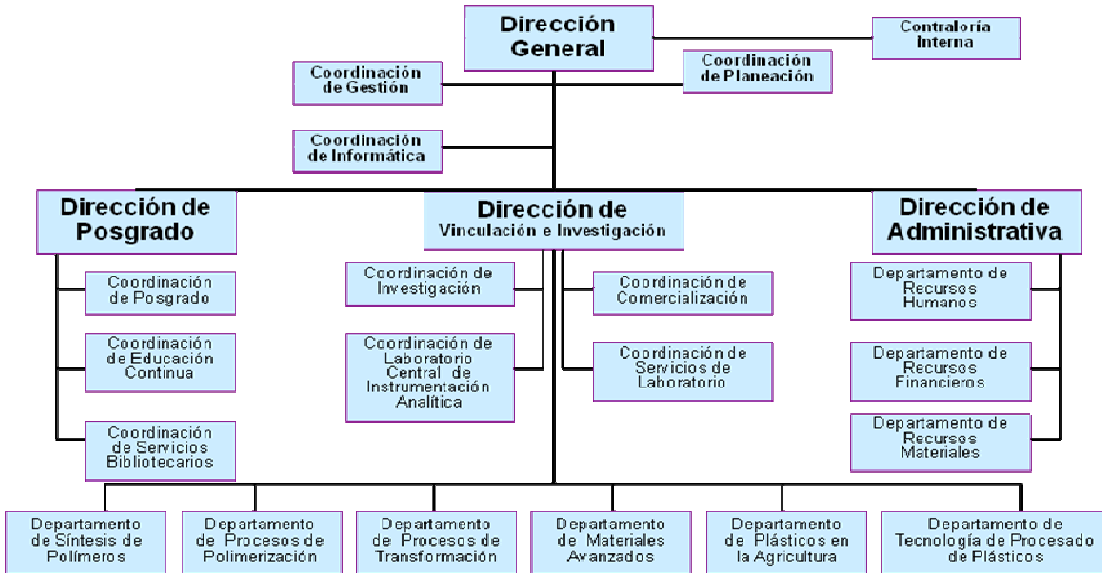
<i>Autor</i>	<i>Página</i>
Aktouf	52, 75
Arrellano	47, 76
Arrellano y Cabrero	31, 76, 78
Bowditch y Bauno (citados en Culebro)	41
Cabrero	75
Cabrero, E., Valadés P. y López S.	19
Chandler	41
Child	37, 38, 40
Clegg	49
Clegg y Bailey	59
Cohen	33
Coronilla y Del Castillo	33, 75, 76, 77
Creswell	113
Crozier	33, 52
Crozier y Friedberg	32
Culebro	35, 37, 41, 44, 45, 75
Davies A. and Hobday	83, 85, 91
Drucker	32, 37, 41
Evans y Pritchard (citados en Aktouf)	53
Gadis	91
Gibson, Ivanceuch y Nonnelly	34, 35
Hatch	41, 86
Heyel	53, 58, 59
Hernández	102, 103
Jonh, French y Bertram	51
Lindkvist	59
Mc. Gill y Khandwalla (citados en Mintzberg)	44
March y Olsen	33, 53, 77, 85
Mertens	104, 113
Middleton	91
Minsal y Pérez	55, 57, 62, 84
Mintzberg	32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 46, 63
Montesa	61
Morgan	34
Moses	94

Pariente	31, 33
Pfeffer	33, 39, 40, 49
Pieter Van Donk y Molloy	57, 60
Ramírez	50
Simon H.A	34, (50 cita en Ramírez)
Rubio, F.	29
Smircich	49
Stake	113
Stanford	54, 61, 83, 84, 87, 89
Stoner y Wankel	32, 47, 48, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 87
Swann	66
Weber	49
Weick	33, 59
Weimer y Vining	78
White y Fortune	60
Woodward	39, 40, 54, 83
Yin	112, 113

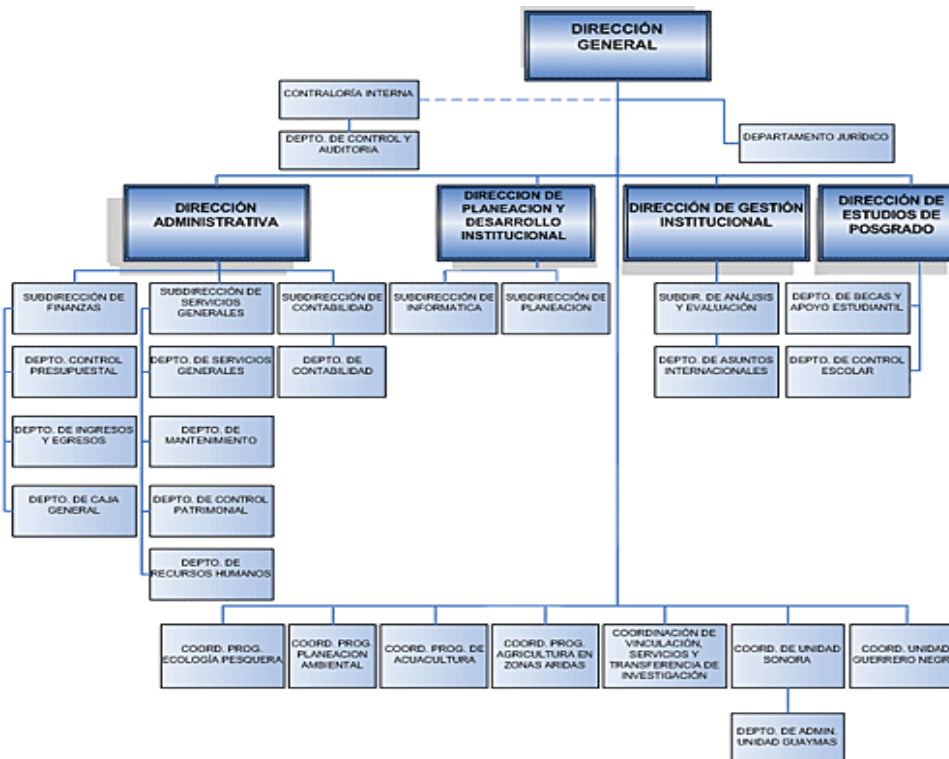
## ANEXO II

### ORGANIGRAMAS DE CI+D+I

**Centros CONACYT  
Tecnológico  
CIQA**



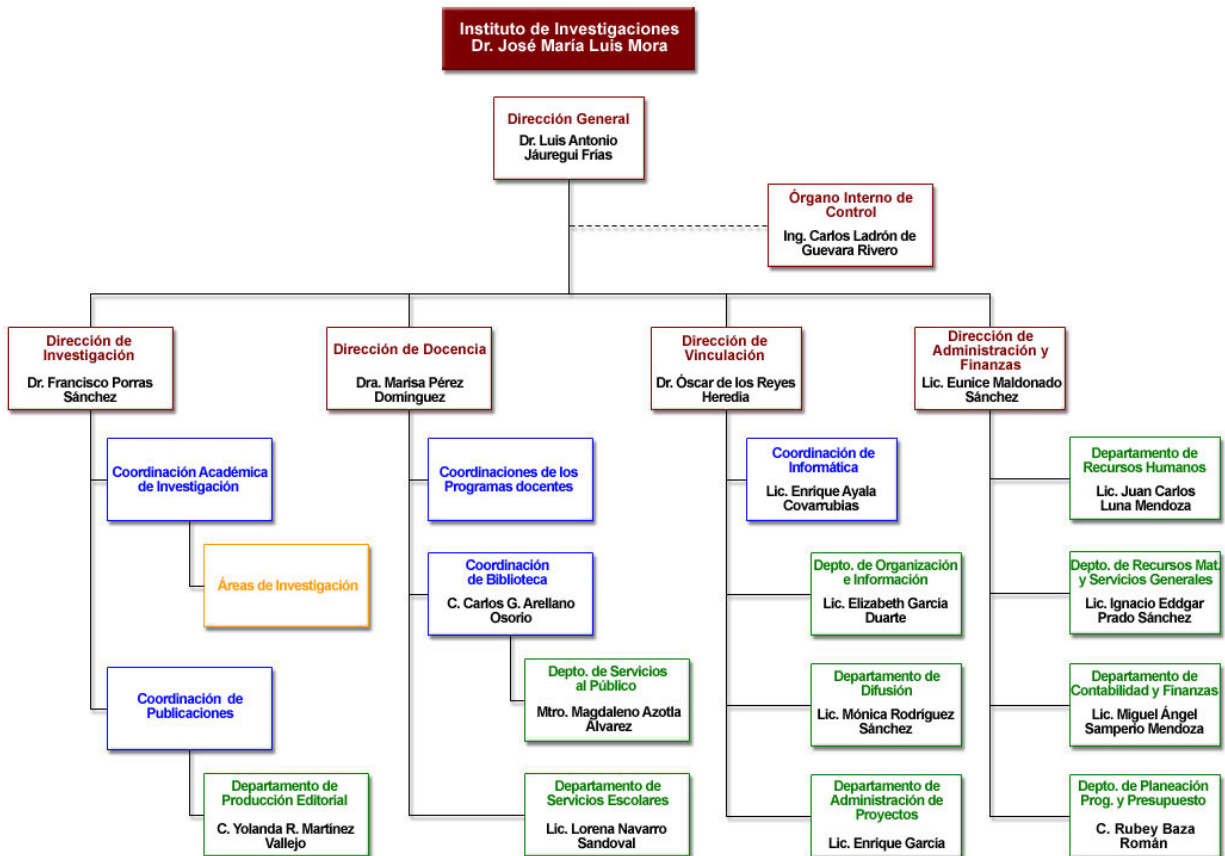
**Ciencias Naturales  
CIBNOR**



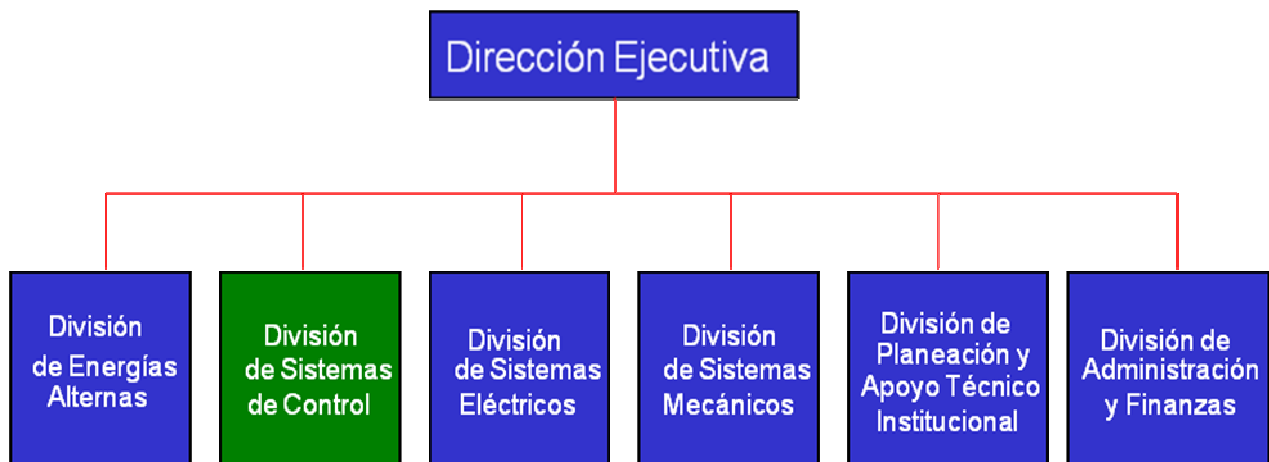


## Ciencias Sociales

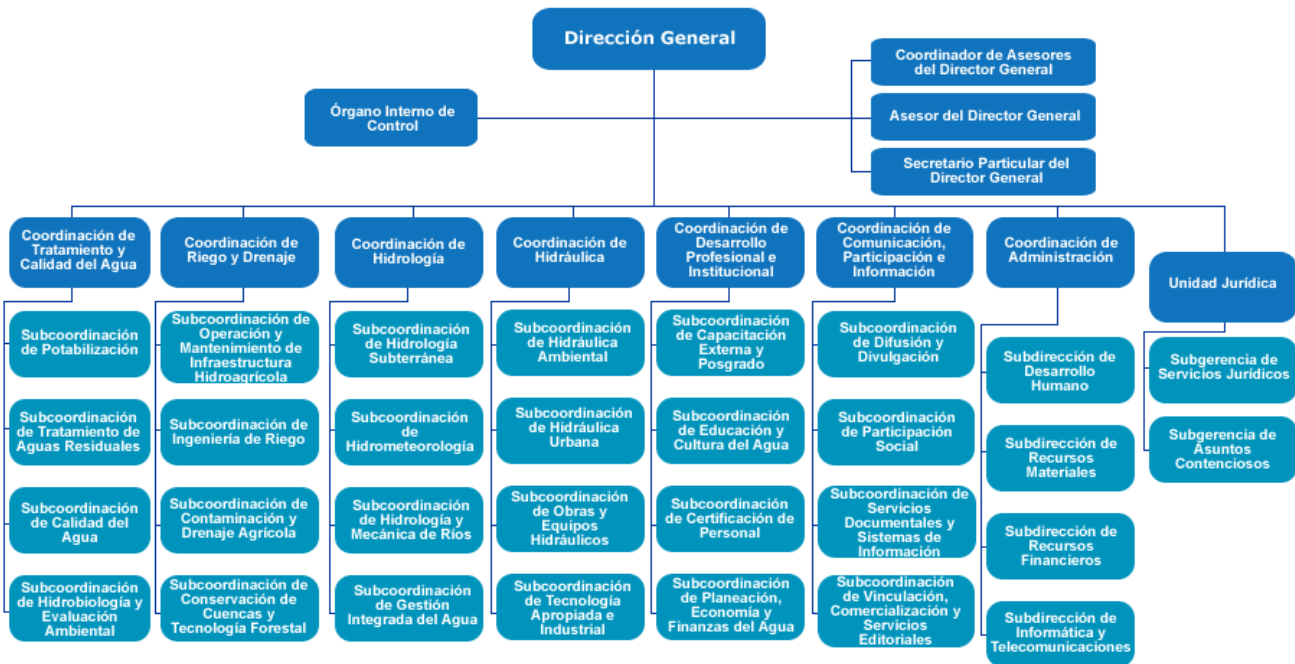
### Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora



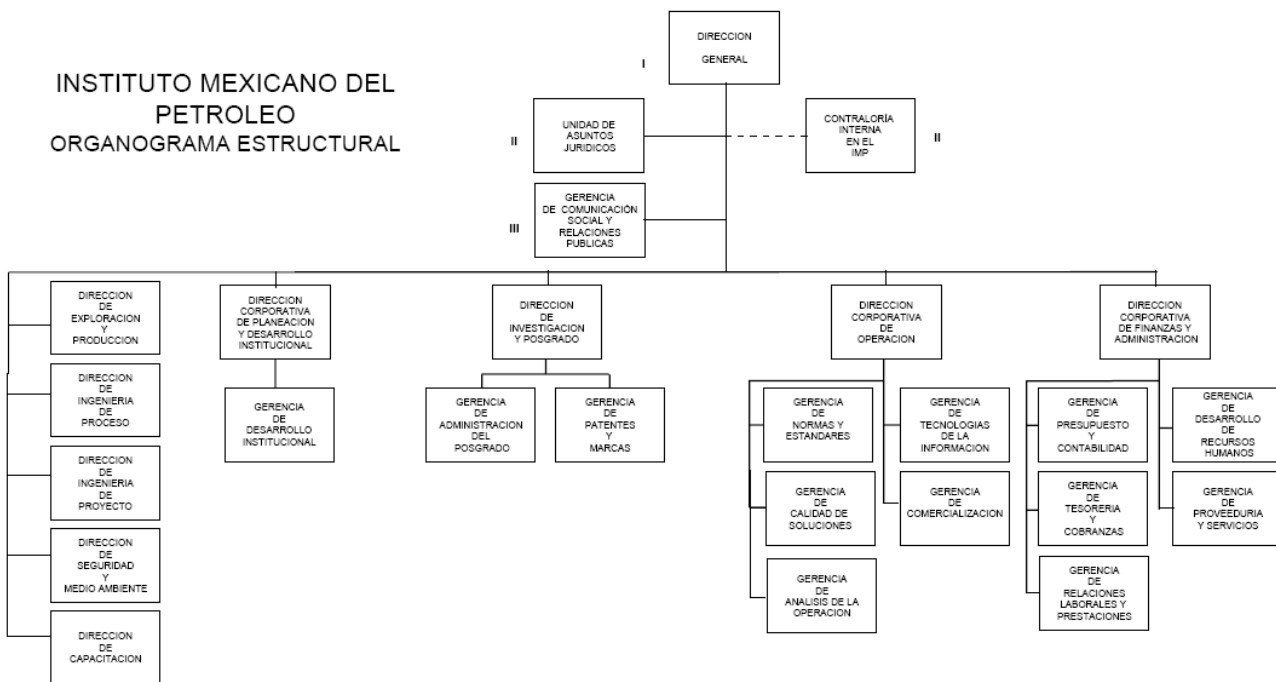
## Instituto de Investigaciones Eléctricas



## Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA



## INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO ORGANOGRAMA ESTRUCTURAL



## ANEXO III

### PRINCIPALES INDICADORES DE CYT

#### Main Science and Technology Indicators 2008-1

#### Key Figures

Gross Domestic Expenditure on R & D  
\*--2007\*--\*

Total Researchers  
\*--2006\*--\*

	Million current pp\$	% Financed by		% Performed by			Full time equivalent
		Industry	Government	Industry	Higher Education	Government	
Australia	11,698.1	53.0 v	40.5 v	54.1	26.8	16.0	81,384.0
Austria	7 865.3 c	46.7 c	37.4 c	67.7 c	26.7 c	5.1 c	30,452.0 c
Belgium	6 472.4 p	59.7	24.7	67.9 p	22.3 p	8.6 p	33 924 p
Canada	23 838.9 p	47.8 p	32.8 cp	54.4 p	36.0 p	9.2 p	125 330 cp
Czech Republic	3 489.1	56.9	39.0	66.2	15.9	17.5	26 267
Denmark	4 651.6 p	59.5	27.6	66.6 p	26.1 p	6.7 p	28 653 p
Finland	6 283.3 p	66.6	25.1	71.5 p	18.7 p	9.7 op	40 411
France	41 436.2 p	52.2	38.4	63.3 p	18.2 p	17.3 p	204 484
Germany	66 688.6 p	67.6	28.4	69.9 p	16.3 p	13.8 op	282 063 p
Greece	1 734.6 c	31.1	46.8	30.0 c	47.8 c	20.8 c	19 907 c
Hungary	1 831.3	43.3	44.8 a	48.3 v	24.4 v	25.4 v	17 547
Iceland	293.0	48.0	40.5	51.5	22.0	23.5	2 155
Ireland	2 490.4 c	59.3 p	30.1 p	66.8 c	26.4 c	6.8 cp	12 167 p
Italy	17 827.0	39.7	50.7	50.4	30.2 a	17.3	82 489
Japan	138 782.1	77.1	16.2	77.2	12.7	8.3	709 691
Korea	35 885.8 g	75.4 g	23.1 g	77.3 g	10.0 g	11.6 g	199 990 g
Luxembourg	542.1 cp	79.7	16.6	84.9 cp	2.4 cp	12.6 cp	2 346 cp
Mexico	5 919.0	46.5	45.3	49.5	27.4	22.1	48 401
Netherlands	9 959.0 cp	51.1	36.2	57.6 cp	..	14.1 cop	45 852 cp
New Zealand	1 189.3	41.2	43.0	41.8	32.5	25.7	17 235
Norway	3 686.2	46.4	44.0	54.1	30.2	15.7	21 653
Poland	3 110.0	33.1	57.5	31.5	31.0	37.0	59 573
Portugal	1 839.5 c	36.3	55.2	38.5	35.4	14.6	21 126
Slovak Republic	467.1	35.0	55.6 m	43.1	24.1	32.8 d	11 776
Spain	15 595.7	47.1	42.5	55.5	27.6	16.7	115 798
Sweden	11 815.3	65.7 a	23.5 a	74.9	20.4	4.5	55 729
Switzerland	7 479.2	69.7	22.7	73.7	22.9	1.1 h	25 400
Turkey	4 883.7	46.0	48.6	37.0	51.3	11.7	42 663
United Kingdom	35 590.8	45.2	31.9	61.7	26.1	10.0	183 535 b
United States	343 747.5 jp	64.9 jop	29.3 jp	70.3 jp	14.3 jp	11.1 hjp	1 387 882 b
EU-27	242 815.6 bp	54.1 b	34.7 b	63.0 bp	22.1 bp	13.8 bp	1 332 397 bp
<b>Total OECD</b>	<b>817 768.9 bp</b>	<b>62.7 b</b>	<b>29.5 b</b>	<b>68.8 bp</b>	<b>17.1 bp</b>	<b>11.4 bp</b>	<b>3 879 394 b</b>
<b>Non-Member Economies</b>							
Argentina	2 317.9	29.4	66.7	30.4	26.5	40.7	35 040
China	86 758.2	69.1 v	24.7 v	71.1	9.2	19.7	1 223 756 t
Israel	7 985.1 dp	69.0 d	23.3 d	78.3 dp	13.2 gp	5.1 dp	..
Romania	1 066.8	30.4	64.1	48.5	17.7	32.3	20 506
Russian Federatio	20 154.9	28.8	61.1	66.6	6.1	27.0	464 357
Singapore	4 782.5	58.8	36.4	65.7	23.9	10.3	25 033
Slovenia	784.1	59.3	34.4	60.2	15.1	24.5	5 834
South Africa	3 654.3	43.9	38.2	58.3	19.3	20.8	17 303
Chinese Taipei	16 552.9	67.2	31.4	67.5	12.2	19.9	95 176

1. or latest year. .

See tables 1, 7, 13, 14, 17, 18 and 19 for further details. Pour plus de détails, voir les tableaux 1, 7, 13, 14, 17, 18 et 19.

Source : OECD, Main Science and Technology Indicators, April 2008.

## ANEXO IV

### CARTA DE PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO

**Dear Sir/ Madam....**

My name is Felipe Rubio C. and I am General Director of CIDESI, a Mexican Federal R&D institution devoted mainly to Automation, Mechatronics and related fields. The institution has 268 employees and it was founded 24 years ago. Prior to this position, I served as former Director of the Research and Technology Centers System, which belongs to the National Council for Science and Technology (CONACYT) and includes about 6,000 researchers. I reached that position based upon my fifteen years of combined experience as a researcher and General Director of one of the research centres belonging to the System.

I am conducting a study on one of the critical areas for Management of Research and Technology Organizations, and I am writing to request your help on the matter by sharing your insights and completing the enclosed survey.

This research project will evaluate the impact of a specific organizational structure upon the results of the products or services offered by R&D institutions. I am inviting highly recognized R&D institutions, like yours, to participate in this study, with the purpose of acquiring meaningful knowledge that can be useful for the participants.

All survey answers will be treated with absolute confidentiality and secrecy. Individual data will be managed for statistical purposes, but only the integrated global set of data and conclusions will be disclosed to the public and the participants. Your institution's identity will be discarded from the data. It will not be linked to any discussion or record reported. As a participant, you will receive an electronic copy of the results as soon as they become available.

I gladly welcome any inquiries or concerns that you or your organization may have. Please do not hesitate to contact me regarding any issues concerning this request.

Thank you in advance for your participation. I deeply appreciate your interest, support, and quick response.

## ANEXO V

### CUESTIONARIO EN INGLÉS

#### SECTION 1. SURVEY INSTRUCTIONS

- Mark with an “X” the correct statement, or provide the figures as requested.
- If you do not know the exact figure in a given question, please provide your best estimate.
- If you can't make an estimate, please leave the answer blank.
- Use “N/A” if the statement does not apply to your institution.
- Enter a “0” (zero) if the question applies, but the answer is null.
- Please fill in **SECTION 2**, General Issues, as compulsory.
- After finishing with **SECTION 2**, please complete the section that applies to your organization:
  - a. **SECTION 3** if your institution or department **has not** made any changes in its organizational structure within the last ten years;
  - b. **SECTION 4** if your institution **plans** to implement an organizational structure; or
  - c. **SECTION 5** if your institution **has had** a change in the organizational structure within the last ten years.

#### SECTION 2. GENERAL ISSUES

2.1 Your position at the institution: \_\_\_\_\_

2.2 The answers in this survey represent:

Your whole organization ( )

Your division or department ( )

Name of Division or Department: \_\_\_\_\_

2.3 The core competences of the institution are related with the following themes (please select up to three):

Health ( )	Food ( )	IT & Communications ( )
Environment ( )	Materials ( )	Transport ( )
Mechatronics ( )	Economy ( )	Social Sciences ( )
Manufacture ( )	Energy ( )	Others ( )

2.4 When was the institution founded? ( )

2.5 Institutional activities' distribution:

Basic Research ( )%	Technology Development ( )%	Teaching ( )%
Applied Research ( )%	Technological Services ( )%	Others ( )%

2.6 Operational Budget (without investment):

Less than or equal to 30 million USD per year ( )
More than 30 million but less than 60 million USD per year ( )
Between 60 and 150 million USD per year ( )
More than 150 million USD per year ( )

2.7 Income source:

Government Departments ( )%	Direct government funding ( )%
Private enterprise contracts ( )%	Other sources ( )%

2.8 Total operational budget variation between 2002 and 2007 ( ) %

2.9 Projects of \$100,000 USD or higher amount represent ( ) % of the total institution activity.

2.10 Inter-institutional and international projects represent ( ) % of the total of developed projects.

2.10 Total number of personnel in 2002 ( ); in 2007 ( )

2.11 Average personnel turnover in the last five years ( ) %

2.12 How does the organization select a leader or manager for a project?

Permanent designation ( )	Democratic election ( )
---------------------------	-------------------------

Temporal designation ( )	Others ( )
--------------------------	------------

2.13 Select the word that best describes project planning management in your organization:

Centralized	( )
Departmentalized	( )
By the Project leader	( )
Other	( )

### SECTION 3. ORGANIZATION WITHOUT SIGNIFICANT ORGANIZATIONAL CHANGES

Please complete the following structure if your institution or department **HAS NOT HAD** major changes in its organizational structure over the last ten years.

Please indicate your level of agreement to statements 3.1, 3.2, and 3.3 below, using the following scale:

*1 totally agree, 2 somewhat agree, 3 somewhat disagree 4 completely disagree.*

	<b>Criteria/Scale</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
3.1	The actual organizational structure is fully satisfactory.	( )	( )	( )	( )
3.2	The current structure may be improved, but a major change is not mandatory now.	( )	( )	( )	( )
3.3	The actual organizational structure has the flexibility it needs to be operational.	( )	( )	( )	( )

3.4 Have top-level administrative leaders considered the possibility of performing a major organizational change?

Yes ( ) No ( )

3.5 In your opinion, a major change would be desirable, but the actual conditions are not appropriate for it.

Yes ( ) No ( )

3.6 For any reason, has a formal decision been made to keep the structure as it is now? Yes ( ) No ( )

**SECTION 4. ORGANIZATION THAT IS PLANNING ORGANIZATIONAL CHANGES**

Please complete the following section if your institution or department **HAS BEEN involved in the PLANNING PROCESS** for major changes in its organizational structure within the last ten years.

4.1 The planned changes will take place over what type of time frame? Short: 1-2 years ( ); Medium: 3-5 years ( ); or Long: 5+ years ( ) **term?**

**THIS PLANNING PROCESS IS DUE TO:**

4.2 Increase in the level or amount of R&D activity? Yes ( ) No ( )

4.3 Increase in demand for a new type of project? Yes ( ) No ( )

4.4 New markets or technological niches? Yes ( ) No ( )

4.5 Bigger or more complex projects? Yes ( ) No ( )

4.6 Incorporation of new personnel to handle some of the above reasons?

Yes ( ) No ( )

4.7 Other, please describe:

---



---

4.8 Nature of the change under consideration:

TYPE	Actual Model	Desired Model
Functional	( )	( )
Matriz	( )	( )
Per Project	( )	( )
Functional - Matrix	( )	( )
Matriz - Project	( )	( )



Other	( )	( )
-------	-----	-----

4.9 Nature of the change: Addition ( ), Partial change ( ), Full modification ( ).

## SECTION 5. ORGANIZATION WITH ORGANIZATIONAL CHANGES ALREADY PERFORMED

Please complete the following section if your institution or department has already **MADE CHANGES** in its organizational structure within the last ten years.

- 5.1 Was it a small change? Yes ( ), No ( )
- 5.2 Was it applied to the whole Center? No ( ) Yes ( ) (If yes, skip to **Q. 5.4**)
- 5.3 The model was applied in the ( ) % of the institution.
- 5.4 The previous model was modified just in some aspects? Yes ( ) No ( )
- 5.5 The change was a major one? Yes ( ) No ( )
- 5.6 Time elapsed since change? Years ( )
- 5.7 The structure is in a changing process right now? Yes ( ) No ( )

The **criteria** that push or supported the change were:

- 5.8 Increase on the requirements to the R&D productivity? Yes ( ) No ( )
- 5.9 Higher demand from the market? Yes ( ) No ( )
- 5.10 Increase on the level or amount of R&D activity? Yes ( ) No ( )
- 5.11 Demand increased for a new type of project? Yes ( ) No ( )
- 5.12 Demand increased for a new type of project? Yes ( ) No ( )
- 5.13 New markets or technological niches? Yes ( ) No ( )
- 5.14 Bigger or more complex projects? Yes ( ) No ( )
- 5.15 To improve flexibility and/or productivity? Yes ( ) No ( )
- 5.16 Incorporation of new personnel to handle some of the above reasons?  
Yes ( ) No ( )
- 5.17 Other, please describe

## 5.18 Nature of the model implemented:

TYPE	Previous Model	Actual Model
Functional	( )	( )
Matriz	( )	( )
Per Project	( )	( )
Functional - Matrix	( )	( )
Matriz - Project	( )	( )
Other	( )	( )

5.19 Nature of the change: Addition ( ) Partial change ( ) Full modification ( )

5.20 Did the organization go through more than one organizational change?

Yes ( ) No ( ) If yes, how many? ( )

5.21 **ACHIEVED RESULTS**, or expected results in the short term.

Change/ Level	Important	Limited	Without change	Negative
Productivity	( )	( )	( )	( )
Flexibility	( )	( )	( )	( )
Customer relationship	( )	( )	( )	( )
Quality	( )	( )	( )	( )
Financial results	( )	( )	( )	( )
Team Work	( )	( )	( )	( )
Leadership	( )	( )	( )	( )
Organizational Climate	( )	( )	( )	( )

## ANEXO VI

### PRINCIPALES AUTORES DE REFERENCIA

Tema	Concepto	Principales autores		
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Organización	Sistema nacional perfectamente cohesionado		Drucker	
	Arena política	Arellano y Cabrero	Crozier	
	Sistema Flojamente Acoplado		March y Olsen.	Weick
Estructura organizacional	Configuraciones organizacionales	Mintzberg, Culebro		
	Estructura funcional	Stoner y Wankel; Minsal y Pérez	Heyel	
	Estructura matricial	Stoner y Wankel		
	Estructura por producto	Stoner y Wankel; Minsal y Pérez		
	Estructura por proyecto		Heyel, Pieter Van Donk y Mollroy	Clegg y Bailey.
	Estructura mixta	Minzal y Pérez		Montesa

Tema	Concepto	Principales Autores		
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Factores que interactúan en las organizaciones	Factores de Contexto	Pfeffer, Stoner y Wankel; Mintzberg	Child	
	Cultura	Mintzberg		Smicich
	Tamaño	Pfeffer, Culebro		Child
	Sistema técnico	Mintzberg		Woodward
	La cooperación		Crozier, Aktouf	Crozier y Friedberg
	Poder	Mintzberg		Crozier; Clegg; Ramírez
	Liderazgo	Stoner y Wankel		Jonh; French y Beltram
	Toma de decisiones		Aktouf	
	Las Rutinas			March y Olsen
El cambio en las organizaciones	Cambio como proceso planeado o racional	Coronilla y Del Castillo		
	El Cambio como proceso accidental		March y Olsen	Weick
Factores determinantes del cambio	Medio ambiente, globalización, la competitividad; los nuevos requerimientos de la tecnología y calidad.	Pfeffer, Stoner y Wankel, Mintzberg		Cabrero
Evaluación de la estructura organizacional	Contexto			Clegg
	Flexibilidad			Lindkvist