



LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, UNA PERSPECTIVA INTERNACIONAL

FELIPE ALEJANDRO
RUBIO CASTILLO
Centro de Ingeniería y
Desarrollo Industrial
CIDESI.
frubio@cidesi.mx

El presente trabajo aborda un tema que en algunos centros de investigación, desarrollo e innovación (CI+D+I) de diferentes países del mundo ha sido resuelto con muy buenos resultados, mientras que en otros, como es el caso de México, ha pasado desapercibido, o al menos no ha tenido, en términos generales, una repercusión en su diseño y operación. La pertinencia de una estructura organizacional (E.O.) que establezca 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. En el presente trabajo 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.

El objetivo del presente trabajo es analizar 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, derivado del punto de vista taylorista, aplicable en su origen a las industrias que operaban con grandes lotes, con

Resumen

El conocimiento es reconocido globalmente como elemento fundamental para el bienestar socio-económico y los centros de investigación y desarrollo como sus principales generadores. En este trabajo se analiza el papel estructura organizacional en la vida institucional de los centros, 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). Se muestra el resultado de la investigación sobre cambios en la estructura organizacional realizada en 31 centros de investigación y desarrollo de 15 países que aporta elementos para concluir que a la par de un cambio organizacional, los centros reportan 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.

Abstract

Knowledge is recognized worldwide as a key element for the socio-economic wellbeing, and research and development institutions as their main generators. This paper analyzes the role of the structure organization in their institutional life with an international survey to assess the structure impact in productivity, as well in other center's operation issues. The main science and technology indicators published by the OECD (2008) are used at the per capita productivity level as a framework for appraisal purposes. The paper shows the outputs of an international survey of 31 centers coming from 15 countries to support the idea that the centers that have changed their organizational structure improved their productivity level, the nature of projects suitable to be performed, and in their customer relationship, among others. The centers that haven't changed their organizational structure reported plans to do so, and their expectations match perfectly with the ones of the first group.



producción masiva y procesos continuos (Woodward, 1965). Se presentan los resultados de un cuestionario aplicado a directivos de centros de investigación de 15 países. Este cuestionario contiene un cuerpo común y tres opciones de respuesta, según la condición de cada centro respecto a su estructura organizacional: a) los que no han tenido cambio, b) los que lo planean y c) los que ya lo realizaron.

Importancia de los centros de investigación, desarrollo e innovación

El 31 de mayo de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012, donde se 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 globalización de la economía ha obligado a las naciones a reconocer que el conocimiento que sean capaces de generar, 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.

La investigación científica y la innovación tecnológica, ahora más que nunca, son herramientas indispensables para la construcción de sociedades modernas e incluyentes (CEPAL, 2004). 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, para detonar un ciclo virtuoso que permita incrementar de forma significativa 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.

Impacto y productividad en los CI+D+I

Por la naturaleza propia de las metas y los objetivos de la investigación y el desarrollo tecnológico, los resultados y sus posibles contribuciones pueden tomar años para ser evidentes. El reto, en opinión de J. Melkers, *et al* (Reporte interno Conacyt, 2004), es desarrollar un proceso de evaluación que refleje el hecho de que los cambios significativos producto de la investigación se convierten en una realidad después de muchos años, al tiempo que provean información en tiempo y forma a los directivos que la requieran para la toma de decisiones de corto plazo.

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 circunstancias del usuario, entre las internas puede ser, por ejemplo, la condición laboral o financiera; y de naturaleza externa sus competidores, productos sustitutos, proveedores; o inclusive por las condiciones políticas y macroeconómicas que lo rodean.

Por los motivos expuestos no resulta práctica su aplicación generalizada, y sin desconocer, en forma alguna, la importancia de la evaluación del impacto, en este estudio se plantearon de manera concreta las condiciones en las que la evaluación

del desempeño institucional se realiza en la actualidad en 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 medir 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, y que permita establecer comparaciones sobre una base común y que sea posible obtenerlo nacional e internacionalmente.

El indicador indirecto del impacto de la actividad de una institución, y por tanto de su contribución a la sociedad, se considera para los fines del presente trabajo la *productividad* entendida como la relación del financiamiento obtenido bajo contrato para proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o innovación para entidades públicas o privadas, respecto al personal con que cuenta la institución. La *productividad per capita* 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 de la investigación tienen la calidad adecuada y cumplen las expectativas del usuario, o bien de la entidad de fomento, pública o privada, al punto que está en disposición de financiar el trabajo realizado. Manejar un indicador per capita minimiza el efecto que el tamaño de las organizaciones induce a nivel integrado.

La diversidad de niveles de productividad per cápita tanto en centros de países desarrollados, como en aquellos 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 de altos volúmenes, cuando por su naturaleza los CI+D+I tienen *actividad creativa, de naturaleza única, por ello la* estructura organizacional, como conjunto de normas y procedimientos que regulan las interrelaciones de los integrantes de una institución orientadas a la consecución de sus fines, es particularmente importante por ser intensivos en

personal altamente calificado.

El presente trabajo reporta los resultados de una investigación en la que se analizaron las repercusiones que han tenido 31 centros de 15 países en su operación, derivadas de cambios en su estructura organizacional. Los elementos que influyen en la toma de decisiones para el cambio de E.O., no son objeto directo de este estudio, ni los que se modifican de manera simultánea con un cambio de estructura organizacional.

Indicadores en ciencia y tecnología

Desde el punto de vista metodológico, 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 específica que datos centro por centro a nivel país podría aportar para efecto de análisis de ramos específicos, que no es el objetivo del presente trabajo.

Los indicadores publicados por la OECD dan una visión global sobre el estado que guarda la ciencia y la tecnología y permiten realizar comparaciones de interés como por ejemplo la relación que guardan los indicadores para México con relación a 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.

Otra diferencia sensible que resulta del análisis de los indicadores es el gasto que la *industria* hace por *investigador*; o expresado de otra forma, la cantidad de recursos que el investigador promedio de cada país obtiene de la industria por proyectos, lo cual significa que está trabajando en lo que aquella requiere y lo hace bien. Adicionalmente a la referencia general que la información mostrada a continuación puede representar para efecto del presente trabajo, es de resaltar la enorme variación del nivel de contribución que un investigador puede aportar, presumiblemente con el mismo nivel académico de sus pares.

Tabla I. 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

Si se analiza la tabla I, sin considerar el peso que tiene el número total de investigadores –que es trascendente- quitando 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.

Este listado muestra la relación que tienen los investigadores de los centros de esos países con la industria. Hay otros factores que pueden influir en el índice de productividad, como por ejemplo el equipamiento, la condición del mercado etcétera, pero un análisis objetivo de los datos marca con claridad las diferencias que existen 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. En el caso de la inversión que realizan los *gobiernos* por *investigador*, no hay diferencia de consideración entre los países en comento, guardadas las pro-

porciones 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 a 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 como país necesita.

Problemática de la estructura funcional

Como se mencionó en el apartado anterior, la productividad media por investigador tiene niveles bastante diferenciados de país a país, y las causas son varias, de entre las cuales en el presente trabajo se seleccionó para estudio la forma en que están organizados los centros, por tres ra-

ziones principales: la primera de ellas es que los centros 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 en el presente apartado 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 internacional sobre el impacto que cambios en la estructura organizacional han generado en la productividad y en otros temas de interés para los centros.

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

La estructura funcional en los CI+D+I tiene un formato tradicional, derivado del punto de vista taylorista que con frecuencia se encuentra en organizaciones con un alto grado de ejercicio de autoridad y control, focalizadas en maximizar los márgenes de utilidad a través de economías de escala y optimizar la experiencia funcional Stanford, (2006, p. 49).

Los silos de los molinos de trigo constituyen una metáfora representativa de la organización funcional. En los silos de granos 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*, también 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 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, científicamente fundamentado, para mejorar las relaciones interpersonales de investigadores y tecnólogos y la productividad a nivel institucional requiere especial atención.

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. Como en la mayoría de las organizaciones de este tipo, los centros están estructurados de forma vertical, con líneas de autoridad que ligan las diferentes funciones que las integran.

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.

Aún cuando la estructura funcional es recomendable para cierto tipo de empresas y en ciertos procesos para otras, incluyendo etapas tem-

pranas 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 semi permanentes, estas formas organizacionales son adecuadas para altos volúmenes de productos o servicios estandarizados, 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 difíciles de manejar.

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 estado 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 pro-

ducción, 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.

Cambio de estructura organizacional, una experiencia internacional.

Como se mostró a partir de los indicadores de la OECD, *op cit*, la productividad media por investigador tiene niveles bastante diferenciados de país a país, y ante el hecho de que algunos centros del extranjero han cambiado su estructura organizacional, se realizó una encuesta internacional de corte descriptivo sobre la relación que, en experiencia de esos centros, se ha dado entre la estructura organizacional y la productividad en sus instituciones, y en el presente trabajo se presentan los resultados obtenidos.

El cuestionario consta de un cuerpo de reactivos destinado a todos los centros en el que se recaba información de tipo genérico sobre temas como su origen, naturaleza de su actividad, tamaño de la organización, etcétera, y un segundo bloque con tres opciones de respuesta, que dependen de la condición de la estructura organizacional de cada uno:

- a) Centros que *no han tenido* cambio organizacional en los últimos 10 años.
- b) Instituciones que *planean* realizar un cambio significativo en su organización.
- c) Centros que *ya realizaron* un cambio organizacional.

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.

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.

A continuación se enlistan los países participantes en el estudio cuantitativo de la presente investigación:

1	Alemania
2	Burkina Faso
3	Canadá
4	Colombia
5	China
6	Dinamarca
7	Estados Unidos
8	Finlandia
9	Jamaica
10	Jordania
11	México
12	Tailandia
13	Tanzania
14	Turquía
15	Uganda

Los directivos encuestados laboran en centros que como grupo 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 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:

- 1.- Los centros en 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.

- 2.- Los centros que en su mayoría tienen contratos con la empresa privada y reciben recursos de otras fuentes, constituyen el 38.8%
- 3.- 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%.

Resultados logrados o por lograr en el corto plazo por cambio organizacional.

Como se pudo apreciar en el análisis de los indicadores de la OECD, op cit, la inversión gubernamental por investigador es comparable -dentro de ciertos límites razonables- entre los países integrantes de la OECD; situación que no se presenta en los indicadores que reflejan 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 del presente estudio sobre la condición de la estructura organizacional de centros a nivel internacional 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, como por ejemplo: inversión, condición del mercado, etcétera, 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 que se muestran en la tabla II, 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 10 años; el segundo corresponde a instituciones que no han cambiado, pero que consideran hacerlo en el futuro; y el tercero agrupa a los cuestionarios que no respondieron al reactivo base del cuadro pero se pronunciaron por una expectativa.

Tabla. II. Resumen de resultados de cambio organizacional en CI+D+I.

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 resultados del estudio estadístico muestran, como se aprecia en el cuadro que aparece adelante, que los centros que experimentaron cambios organizacionales lograron mejoras en varios aspectos. La investigación 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 que aparecen en el cuadro que sigue, y se tratan adelante.

En el caso de la productividad un 69% de los cuestionarios informan haber obtenido una mejora importante respecto a la condición previa al cambio; un 25% reporta una mejora limitada, y el 6% corresponde a los cuestionarios que no tuvieron cambio o fue negativo.

Figura I. Resultado del cambio de estructura organizacional.



Fuente: Elaboración Propia.

La respuesta integrada para los centros que hicieron cambios representa un nivel de mejora entre limitada e importante del 94%, porcentaje con una alta significancia en el estudio. La expectativa o motivador para un futuro cambio en el caso de los centros que aún no han realizado un cambio es del 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 cuestionarios que respondieron no haber tenido cambio, informaron sobre 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, como se muestra en la figura I.

Conclusiones

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 importantes en otros temas, lo que apunta en dirección a una contribución significativa de la estructura organizacional para los centros de investigación,

situación que se representa en la figura siguiente:

Los centros que reportaron no haber modificado su estructura organizacional respondieron con la expectativa de los beneficios que esperarían obtener derivados del cambio planeado. Vale la pena resaltar que 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, y que claramente amerita trabajo de investigación que de soporte a su concepción.

Las instituciones que modificaron su estructura adoptaron una organización por proyecto en un 38% de los casos, y con el mismo porcentaje una organización funcional-matricial, seguidos por una tipo matricial-proyecto con un 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.

El modelo propuesto por Davies y Hobday (2005, p. 68) muestra de forma teórica un continuo entre formas de organización que pueden mezclarse en la operación de una institución.

El modelo puede constituir una vía para que los centros que no estén en condiciones de hacer un cambio radical, incursionen en la formalización de etapas intermedias que den experiencia y soporten el cambio cultural de la comunidad, al tiempo que provean de un marco más flexible para atender los requerimientos de los proyectos que ameriten la conformación de grupos complejos, por su naturaleza multidisciplinaria y/o interinstitucional.

El presente trabajo propone a los directivos de centros, particularmente de México, que revisen la pertinencia de la estructura organizacional de la institución que dirigen; las condiciones en que fue adoptada, comparándolas con las actuales para que determinen la pertinencia de aquella,

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.

Queda para trabajos posteriores una investigación con una muestra más amplia, incentivando la participación de nuevos centros con información derivada de los resultados de la presente investigación, y profundizando la cobertura del análisis estadístico en aspectos relacionados con la flexibilidad y la adaptabilidad de los centros ante proyectos de diferente naturaleza, así como el análisis de modelos organizacionales coexistentes en una misma institución.

Referencias Bibliográficas

- 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.
- Creswell, J. W. 2003. *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*, SAGE Publications, Thousand Oaks, California
- CEPAL. 2004. *América Latina y el Caribe rezagados en investigación y desarrollo*. Comunicado de prensa. Disponible en <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getprod>. [Consultado el 14 de Julio de 2008].
- Davies, A. y M. Hobday. 2005. *The Business of Projects, Managing Innovation in Complex Products and Systems*. Cambridge, UK.
- Diario Oficial de la Federación, "Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, PND." Publicado el 31 de Mayo 2007.
- Hatch, M. Jo. 2006. *Organization Theory*, Oxford University Press, N.Y.
- Lindkvist, Lars. 2007. *Project organization: Exploring its adaptation properties*. International Journal of Project Management 26. pp 13-20.

- Melkers, J. Welch, E. *et al.* 2004. CONACYT Final Report, Assessing the Outcomes of Mexican Federally Funded Research. Chicago, IL.
- Mintzberg, Henry 1989. *Mintzberg y la Dirección*. Madrid: Ed. Díaz de Santos.
- .(2002). *La Estructuración de las organizaciones* Ed. Ariel, Barcelona.
- OCDE. *Principales indicadores de ciencia y tecnología*. Abril de 2008.
- Pfeffer, Jeffrey. 1982. *Organizaciones y Teoría de las Organizaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pieter van Donk, Dirk y Molloy, Eamonn. 2007. *From organizing as projects to projects as organizations*. *International Journal of Project Management* 26. pp. 129-137.
- Stanford, Naomi. 2006. *Guide to Organization Theory*, The Economist, London.
- Woodward, J. 1965. *Industrial organizations: Theory and Practice*. Londres: Oxford University Press.