



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS– PLANEACIÓN

***“ESTRATEGIA PARA EL DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL Y DE POLÍTICAS, BASE PARA
UNA NUEVA FORMA DE ORGANIZACIÓN QUE COADYUVE EN ACTIVIDADES DE
INVESTIGACIÓN PARA LA NANOTECNOLOGÍA.”***

TESIS, QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
VÍCTOR MANUEL MACÍAS MEDRANO

TUTOR PRINCIPAL:
DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA
FACULTAD DE INGENIERÍA

MÉXICO, D. F. ENERO DE 2014

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: DR. JOSÉ JESÚS ACOSTA FLORES

SECRETARIO: M. EN I. ARTURO FUENTES ZENÓN

PRIMER VOCAL: DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA

SEGUNDO VOCAL: DR. RICARDO ACEVES GARCÍA

TERCER VOCAL: M. EN I. FRANCISCO JOSÉ ÁLVAREZ Y CASO

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO, D. F.

TUTOR DE TESIS:

DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA

FIRMA

AGRADECIMIENTOS

Atrás del presente trabajo de tesis hay muchas personas que me han apoyado en mayor o menor medida en lo moral, en lo técnico y en lo académico para su realización. Por ello, agradezco a:

Mi madre, la señora *Teresa Medrano Lumbreras*, por haberme enseñado con el ejemplo la importancia del trabajo, por haberme enseñado el amor al prójimo y pensar en los demás antes que en uno mismo.

Gracias viejita donde quiera que estés.

El *Dr. Javier Suárez Rocha*, por haberme enseñado Planeación y haberme tenido toda la paciencia en la dirección del presente trabajo.

Gracias Javier.

El Dr. José Jesús Acosta Flores, el M. en I. Arturo Fuentes Zenón, el Dr. Ricardo Aceves García, el M. en I. Francisco José Álvarez y Caso, por haberme enseñado Planeación y haber aceptado ser mi jurado y enriquecer el presente trabajo con sus recomendaciones y observaciones.

A todos gracias.

El Dr. Javier Miranda Martín del Campo, especialmente por su paciencia, amistad y apoyo para la elaboración de las encuestas y a su conocimiento acerca del Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM que fueron indispensables para la realización del presente trabajo.

Gracias Javier.

La Dra. Elizabeth Chavira, la Dra. Cristina Piña, el Dr. Luis Rodríguez, el Dr. Gabriel Torres, por sus comentarios y paciencia para la realización de las entrevistas.

A todos gracias.

El Mat. Luis Alfonso León García, la Técnica en Informática Olaya Margarita Castro Cabrera, por apoyarme moral y técnicamente en este trabajo de tesis, además de agradecer su amistad como compañeros de trabajo.

Gracias Alfonso, Gracias Olaya.

INDICE

	PÁG.
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO UNO: FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	9
1.1 CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	10
1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA	16
1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	25
1.4 PRGUNTA DE INVESTIGACIÓN	25
1.5 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.6 CONCLUSIONES	27
CAPÍTULO DOS: MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA	28
2.1 METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES	29
2.2 METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN FORMATIVA	40
2.3 FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE I & D	47
2.4 CONCLUSIONES	50
CAPÍTULO TRES: ESTRATEGÍA DE SOLUCIÓN	51
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA	52
3.2 CONCLUSIONES	64
CAPÍTULO 4: APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA	65
4.1 MARCO INICIAL DE REFERENCIA.	66
4.2 CONCLUSIONES	91
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES GENRALES	92
5.1 CONCLUSIONES TEÓRICAS	93
5.1 CONCLUSIONES DE LA UIPAIN	94
5.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A SEGUIR	94
BIBLIOGRAFIA/MESOGRAFIA	95
ANEXO 1	96
ANEXO 2	102
ANEXO 3	110

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se estableció una estrategia para el diagnóstico y solución de problemas organizacionales y de políticas de investigación para actividades en nanotecnología, donde se pretende que se incluya a la actividad inventiva mediante un proceso de intervención, dentro de un subsistema de investigación científica.

La estrategia se desarrolló considerando la metodología de sistemas suaves (MSS) de Checkland para establecer un diagnóstico de problemas complejos, no estructurados que se presentan en la etapa de formulación y planeación de las actividades de investigación de los grupos y por otro lado, se tomó como referencia las metodologías de la planeación normativa como guía para implantarla en las actividades de investigación en los grupos del subsistema, para fortalecer la etapa de formulación de proyectos de I & D a través de un proceso de intervención de especialistas en la actividad inventiva y con la ayuda de analistas de sistemas.

La estrategia propuesta, se establece como un proceso de aprendizaje y se propone como una mejora a través del cambio, una nueva organización para la formulación de proyectos y actividades en nanotecnología mediante la administración del cambio organizacional.

Palabras clave:

Estrategia

Proceso de intervención

Metodología de sistemas suaves (MSS)

Planeación Normativa

Proceso de aprendizaje

ABSTRACT

In the present research, we established a strategy for the diagnosing and troubleshooting organizational policies and activities in nanotechnology research, which is intended to be included inventive activity through a process of intervention, within a subsystem of scientific research.

The strategy was developed considering the soft systems methodology (SSM) of Checkland to establish a diagnosis of unstructured complex issues, that arise in the design and planning stage of research groups and on the other hand, was taken as reference methodologies planning rules as a guide to implement it on in research activities subsystem groups, to strengthen the formulation stage of research and development project through a process of intervention specialists inventive activities and with the help of analysts systems.

The proposed strategy is established as a learning process and is proposed as an improvement through change, a new organization for the development of projects and activities in nanotechnology through organizational change management.

Key words:

Strategy

Intervention process

Soft systems methodology (SSM)

Planning rules

Learning process

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo, se ha propuesto una estrategia apoyada en una metodología diseñada para hacer un diagnóstico a los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM debido a una baja producción de solicitudes de patente en nanotecnología, reportada por estudios hechos por la OECD. El diagnóstico parte de cierto conocimiento previo del subsistema de la investigación científica de la UNAM, pero es necesario indagar más a través de entrevistas formulando una serie de interrogantes. El diagnóstico es tomado como base para buscar una solución a la baja producción de resultados de investigación en nanotecnología utilizando la metodología de sistemas suaves (MSS) de Checkland, para detectar los problemas de actividad humana en la organización que es representada por grupos de investigación científica. Además, se propone la metodología de planeación normativa para implantar una nueva forma de formular y planear actividades en nanotecnología dentro de los grupos, considerando a especialistas en propiedad industrial para apoyar en la actividad inventiva y la búsqueda del estado del arte, para fortalecer las solicitudes de patente. Por otro lado, también se propone la asistencia de analistas de sistemas para coadyuvar en metodologías de planeación a la hora de formular actividades o proyectos en nanotecnología.

La problemática está enfocada desde un marco de referencia fuera de la organización porque dentro de la organización, no se ve como problema porque no fue declarada por los grupos de investigación. La presente investigación se lleva a cabo con la ayuda de un investigador experto del subsistema de la investigación científica para elaborar las entrevistas que se realizaron a los investigadores para recabar información para plantear la problemática.

Las entrevistas con investigadores del subsistema indican que no hay una aparente intención de que esta situación cambie. Por lo que se planea la estrategia como un proceso de intervención que se lleva a cabo en instalaciones de Institutos de investigación, laboratorios y demás instalaciones, la idea es implantar una mejora para despertar aún más el interés de investigadores y estudiantes en la disciplina de la nanotecnología.

Esta estrategia contempla tres etapas de estudio con actividades específicas para cada una de ellas.

Etapas 1. La construcción del objeto de estudio.

En esta etapa se desarrolla el análisis para definir los sistemas donde se considera a los grupos de investigación que son los que hacen la investigación, con sus respectivas relaciones del entorno y como estas relaciones pueden afectar al sistema, estableciendo los distintos

subsistemas que lo conforman y los supra sistemas en donde está inmerso. A través de la identificación de la problemática de sistema, se inicia la idea de cómo mejorar la situación.

Etapa 2. El diagnóstico

El diagnóstico, se llevó a cabo mediante una estrategia para la elaboración de preguntas abiertas y cerradas en cuanto a la cartera de proyectos, proyectos de investigación y desarrollo, procesos de administración y organización para realización de actividades y tareas. Las entrevistas llevadas a cabo con investigadores integrantes de los grupos de investigación, proporcionaron la información para la identificación de la problemática y establecer mediante (MSS) las alternativas de solución para el problema de la baja producción en patentes de nanotecnología. Por lo que en esta etapa se identificó el problema central a nivel grupo de investigación.

Etapa 3. Líneas de acción, análisis y selección de alternativas de mejora e implantación de la mejora.

En esta etapa considerando el resultado del diagnóstico y siguiendo la (MSS), se elaboraron las alternativas de solución, de las que se seleccionó una de ellas y en base a esta opción, se propone un proyecto que solucione la situación problema presente, y se proponen cambios que consisten en proponer una nueva organización para la formulación de actividades y proyectos en nanotecnología, mediante una Unidad específica para la formulación de actividades y proyectos en nanotecnología, con la ayuda de expertos en propiedad industrial y analistas de sistemas para apoyar dichas actividades.

CAPITULO UNO: PLANTEAMIENTO Y ESTRUCTURACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1.5 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

1.6 CONCLUSIONES

1.1 CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

La idea inicial para este trabajo de investigación, surge a partir de una experiencia con un grupo de investigadores del Instituto de Física de la UNAM. Este grupo me invitó a colaborar con ellos para la formulación de un proyecto de investigación en donde era condición necesaria, el desarrollo de una **patente**, (se referían a una solicitud de patente), y en particular en **Nanotecnología**. Esto, con el fin de cumplir con los requisitos solicitados por la institución financiadora para ser considerados en la convocatoria respectiva y así conseguir el financiamiento para el proyecto de investigación. Además de otros resultados de investigación como artículos para su publicación y material didáctico. El grupo no tenía experiencia alguna en la realización de patentes por lo que éste grupo, identificó una problemática ante un nuevo paradigma para conseguir financiamiento que no había tenido antes. Instituciones de apoyo a la investigación como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y la misma UNAM, han estado cambiando su visión del mundo ante la exigencia internacional respecto de resultados de investigación: artículos científicos, tesis, y más recientemente **solicitudes de patente**¹.

Así la importancia de la **Nanotecnología motivo del tema de estudio** para el presente trabajo, la Nanotecnología se puede entender como el comportamiento de la materia a escala nano-métrica, es decir a una dimensión de 10^{-9} m (una millonésima parte de un milímetro), tanto átomos como moléculas pueden ser manipulados con ciertas técnicas, para modificarlos en al menos una de sus dimensiones de su estructura y controlarlos con el fin de desarrollar estructuras que sirvan para un determinado fin en la escala nano-métrica.

Gracias a las tecnologías de los microscopios de Barrido de efecto túnel y a los de fuerza atómica, surge un nuevo terreno de investigación dominado por la mecánica cuántica, "*la nano-ciencia*". En donde, a escala nano-métrica, la materia puede comportarse completamente diferente a como se comporta en la escala métrica (como la hemos observado por años). La materia modificada a escala nano-métrica por tanto, puede presentar características y propiedades intrínsecas de la escala atómica que nos sorprendería. De hecho caracterizar materiales en cuanto a sus nuevas propiedades físicas y químicas, resulta de interés desde hace apenas poco más de una década.

Por lo tanto, si bien la nano-tecnología en un sentido técnico propiamente es la capacidad de manipular átomos a voluntad para construir moléculas complejas o nano-estructuras,

¹ Una solicitud de patente ("*application*" en inglés) es el camino inicial para buscar una patente, pero el proceso para el otorgamiento del título de la patente, no es tan inmediato, pues es necesario que las solicitudes pasen varios exámenes de forma y de fondo y requerimientos específicos hasta demostrar principalmente que es novedosa en el mundo. Si no es novedosa, entonces se puede desechar dicha solicitud. De ahí la necesidad de saber el estado del arte.

también le corresponde elaborar la forma de reproducir estas nano-estructuras con el fin de aprovecharlas en sus nuevas propiedades para beneficio de la sociedad y sobre todo del medio ambiente tan deteriorado en nuestro tiempo y es por eso que a pesar de que México como país ha tenido a la fecha, una participación muy pobre como lo muestra el reporte de la OECD (ver figuras 1.10 y 1.12 y referencia 2) en materia de patentes y donde México aparece en un lugar no deseado, pero que además los intentos por lograr una mayor participación en el tema, parece que van muy lentos, de ahí que se le dé la importancia al tema en este trabajo de tesis.

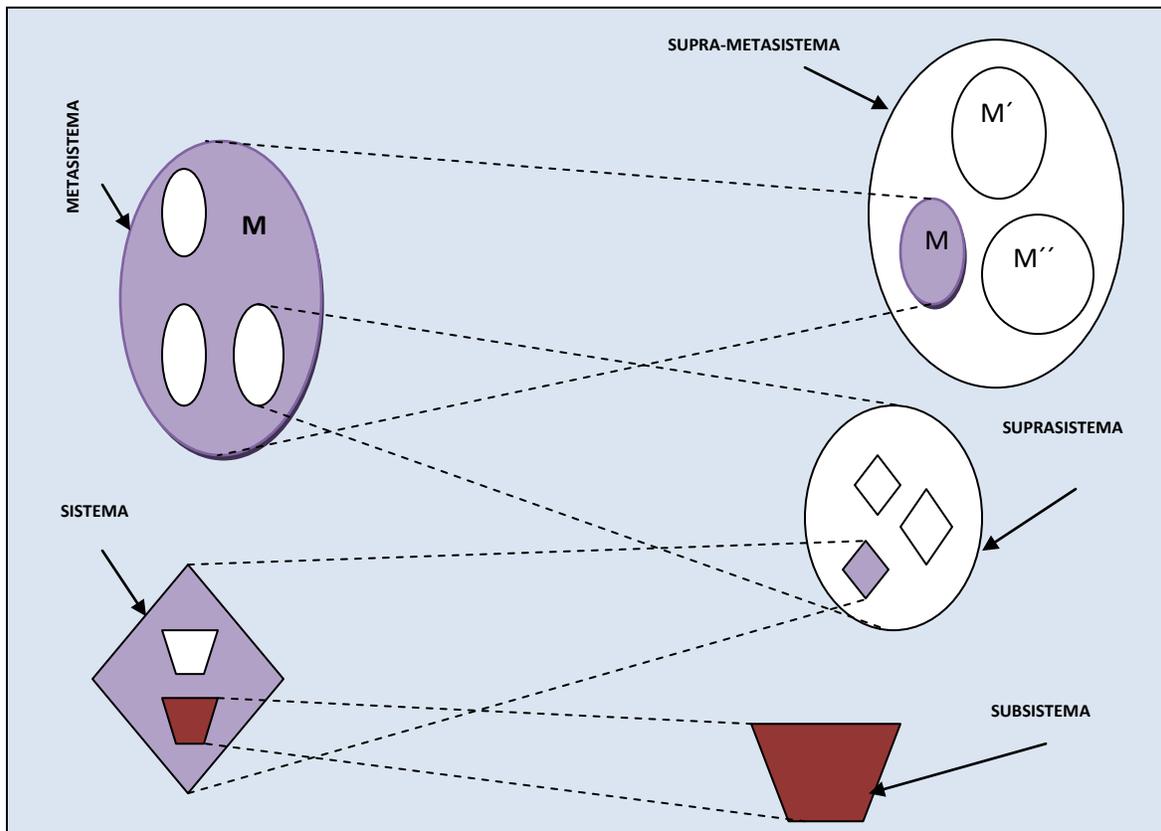


FIGURA 1.1 REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA CONSIDERADO PARA ESTE TRABAJO A VARIOS NIVELES DE DETALLE

Desde el enfoque de sistemas podemos ver esta problemática como un sistema (Figura 1.1), en donde entenderemos al **sistema**, como los grupos de investigación pertenecientes lo que se conoce como el “subsistema de la investigación científica de la UNAM” y dicho subsistema, será considerado como el “supra-sistema” para el presente trabajo. El meta-sistema, será considerado como el país, “México” y el supra-meta-sistema serán los países del mundo y que es ahí, donde la OECD (2), considero el estudio acerca de la participación en el desarrollo de la Nanotecnología y de donde se considera la base para el establecimiento de la problemática para el presente trabajo.

En el supra-meta-sistema, aparecen las grandes instituciones en propiedad intelectual como la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), las oficinas de patentes de países altamente desarrollados como la “USPTO” en EEUU, la “EPO” en Europa, la “JPO” en Japón y con menor presencia, los países menos desarrollados con sus universidades y oficinas de transferencia de tecnología (OTT), sus gobiernos, empresas, oficinas nacionales en propiedad intelectual etcétera. Debemos recordar que la OECD (2), tiene una labor de monitoreo muy importante que constantemente está informando acerca de todos los aspectos que tienen que ver con el desarrollo económico de países miembros (las patentes son objeto de estudio para la OECD) y entre otras también, están las instituciones que regulan el mercado internacional. En este nivel el (supra-meta-sistema), es en donde se da la competencia por el desarrollo de la Nanotecnología y sus posibles aplicaciones, causando prestigio para los desarrolladores por un lado y por otro, la oportunidad de explotar comercialmente resultados de investigación, convertidos en solicitudes de patente primero y en patentes después, además de otros resultados no menos importantes como artículos de investigación.

El sistema para el presente trabajo, está considerado por investigadores, trabajadores operativos, estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado fundamentalmente, ya que es en donde se hace la mayor parte de la investigación científica en México, y el **subsistema** de este sistema, será lo relacionado con las actividades de investigación en la formulación de proyectos de investigación, particularmente en nanotecnología.



FIGURA 1.2 IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

El **objeto de estudio** para este trabajo (figura 1.2), está puesto en donde se generan los proyectos de investigación. Estos los formulan y los ejecutan los grupos de investigadores (sistema de estudio) dentro de las universidades en particular de la UNAM, pero también

varios grupos forman el sistema. En la UNAM, la máxima casa de estudios de México, está concentrada la mayor parte de la investigación científica del país, por lo que es de carácter relevante.

Los grupos de investigación en la UNAM tienen una forma tradicional de realizar sus proyectos que se basa en una jerarquía (figura 1.3). El líder de proyecto por lo regular un investigador de mayor experiencia y jerarquía en el tema, encabeza al grupo de investigación compuesto de colaboradores, investigadores de menor experiencia en el tema. Una parte dentro del grupo son los estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado que están solamente de manera ocasional mientras terminan sus trabajos de tesis y se gradúan. En proyectos de investigación experimental, se cuenta con el apoyo de personal operativo que operan los instrumentos y equipos y les dan mantenimiento y que ocasionalmente son consultados para la realización de los proyectos pero no deciden. Ocasionalmente, hay investigadores externos invitados de otras instituciones nacionales o extranjeras para colaborar en algún proyecto de interés mutuo (figura 1.3).

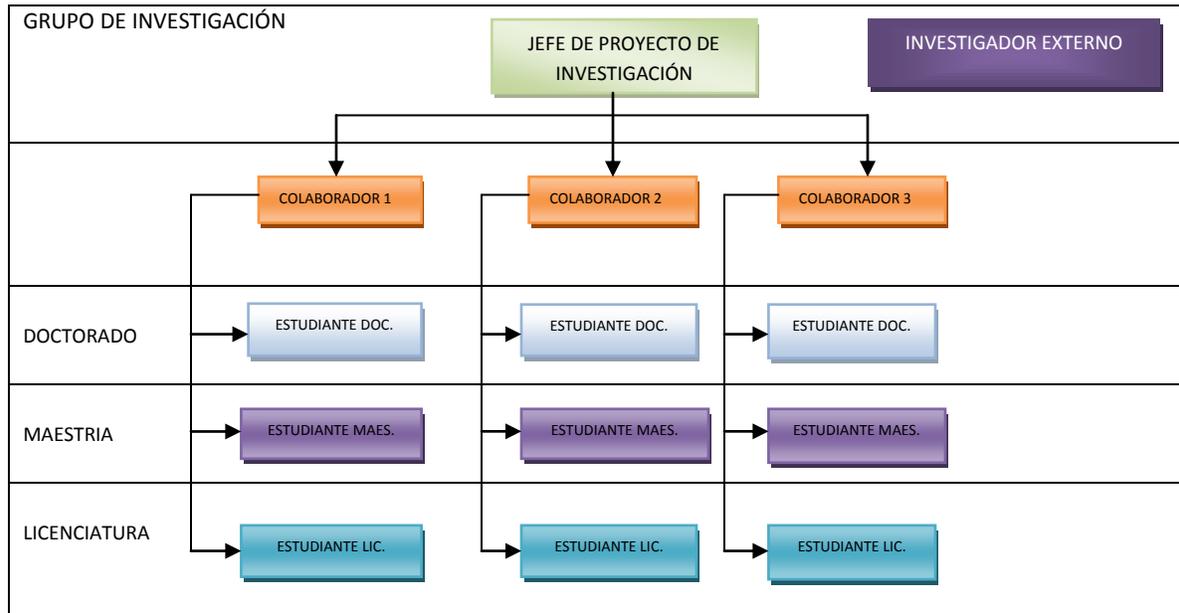


FIGURA 1.3 JERAQUIA DE UN GRUPO DE INVESTIGACIÓN TRADICIONAL

El entorno de los grupos de investigación es complejo aunque tengan la libertad² para realizar la investigación. Compromisos internos y externos con la actividad en seminarios, congresos nacionales e internacionales y otros, los hacen apresurar a veces sus trabajos de investigación. Sin embargo, tienen responsabilidades dentro de grupo, en la Tabla 1.1 se resumen las más importantes dentro del grupo.

Las políticas y normas para regular las actividades de investigación están dentro del grupo y fuera de él. Al interior, se coordinan entre ellos en uno o varios proyectos a la vez, los temas

² Libertad en el sentido normativo y contractual, pues existen los paradigmas de investigación que de manera natural aparecen en la investigación y que jalan a instancias a veces no previsibles.

los elijen ellos con relativa libertad. Al exterior del grupo (figura 1.4), son evaluados por instancias para la promoción como el del subsistema de la investigación científica de la UNAM y el Consejo Técnico de su institución y a nivel nacional por instancias como el CONACYT y el SNI.

PARTICIPANTES	RESPONSABILIDADES DENTRO DEL GRUPO
LIDER DE PROYECTO	Consigue recursos para los proyectos, formula proyectos junto con sus colaboradores, dirige, evalúa, delega, hace labor política, mantiene al grupo unido, resuelve problemas interpersonales. Decide resultados de investigación junto con los colaboradores. En menor grado atiende a estudiantes de licenciatura, maestría o doctorado.
COLABORADORES	Ejecutan las indicaciones del líder de proyecto, da la consecución de los proyectos, la logística de los mismos, ayuda al líder a evaluar, calificar y formular los proyectos. Capacita a estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. Coordina acciones de investigación. Revisa resultados de investigación para su publicación junto con los demás colaboradores.
ESTUDIANTES	De doctorado, participa en los proyectos y se coordina en el proceso de la investigación para preparar su tema de tesis derivado de un proyecto de investigación.
	De maestría, participa en los proyectos y se coordina en el proceso de la investigación para preparar su tema de tesis derivado de un proyecto de investigación.
	De licenciatura, participa en los proyectos y se coordina en el proceso de la investigación para preparar su tema de tesis derivado de un proyecto de investigación.
PERSONAL OPERATIVO	Opera equipos de experimentación, da mantenimiento a los equipos de laboratorio. Colabora para la mejor obtención de resultados bajo instrucciones de los colaboradores y líder de proyecto.

TABLA 1.1 RESPONSABILIDADES DENTRO DEL GRUPO

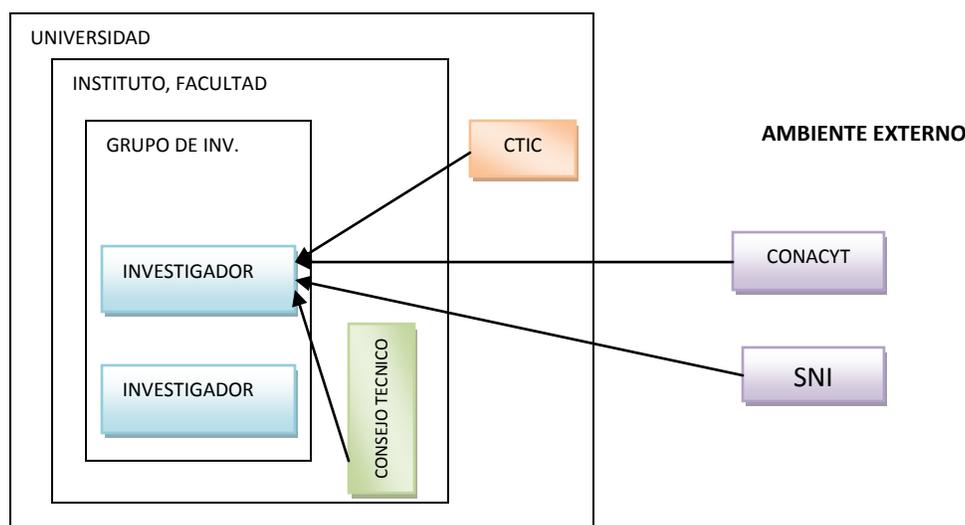


FIGURA 1.4 AMBIENTE EXTERO E INTERNO DE LOS INVESTIGADORES

La forma en que se desarrollan las actividades en la formulación y ejecución de los proyectos de manera general, se describe en la (figura 1.5). A partir de una revisión previa en distintas revistas de artículos científicos (por lo regular internacionales) y posibilidades técnicas, se reúne el equipo en “staff”³ para hacer una lluvia de ideas e iniciar la formulación de futuros proyectos. El concepto de cartera de proyectos como se maneja comúnmente en la industria, no es muy común en este ambiente, pues la cultura científica no persigue tradicionalmente en México fines de lucro. Pero eso fue en el pasado, ahora inician otras reglas para buscar más recursos que no vengan del gobierno y los investigadores así lo están entendiendo.

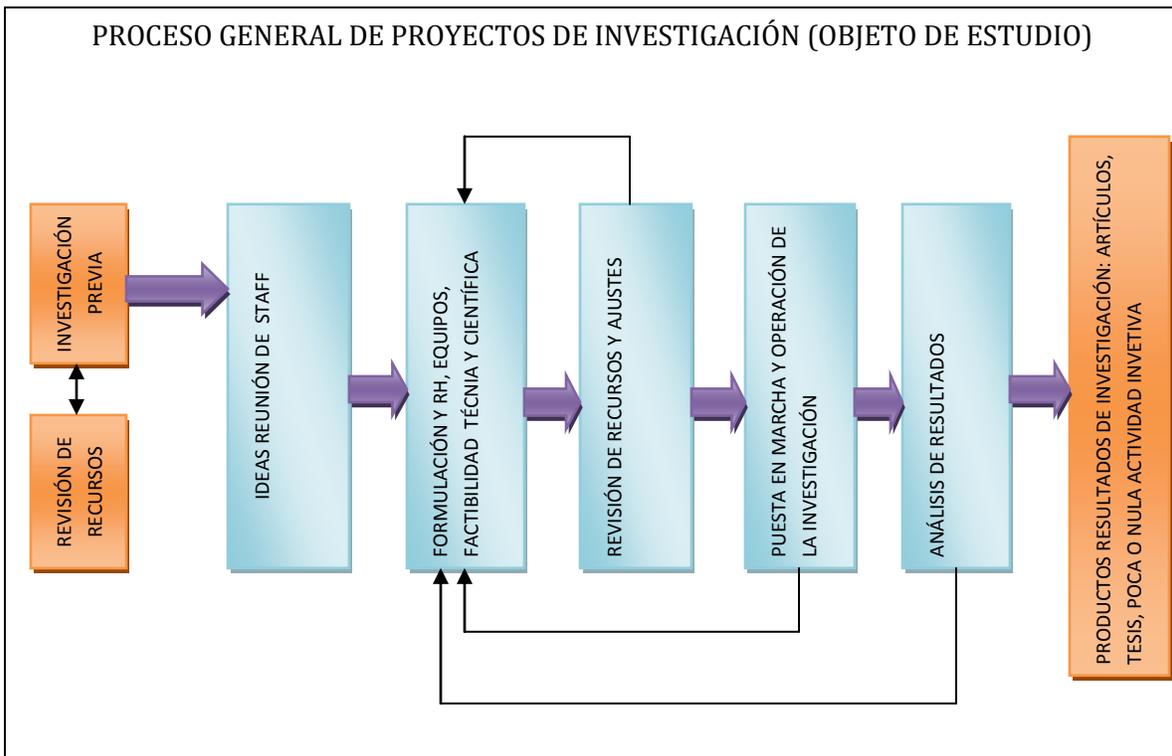


FIGURA 1.5 PROCESO GENERAL DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

En la etapa de la formulación, también se revisan la factibilidad técnica y científica, además de la distribución de responsabilidades y las actividades entre los colaboradores y los estudiantes. En la etapa de revisión de recursos es en donde el líder de proyecto si no cuenta con los recursos, tendrá que realizar alguna estrategia para la obtención de los mismos. Por lo regular son instancias como el CONACYT a nivel nacional o muy recientemente con la nueva Secretaria de Ciencia y Tecnología del gobierno del Distrito Federal. Contando con las ideas y la factibilidad técnica y con los recursos se procede a la ejecución de la investigación. Después de cierto tiempo, se llega a la etapa de revisión de resultados. Si no son satisfactorios se

³ “staff” es una función de apoyo destinada a ayudar a la toma de decisiones en el grupo en el manejo de los detalles.

procede a la revisión de los protocolos de investigación y se procede a corregir posibles fallas en la formulación. Cuando se tienen los resultados esperados se procede a la elaboración de artículos, informes, etcétera, para su publicación.

En caso de que el grupo es presionado para la obtención de patentes además de artículos y demás productos de investigación, por lo regular se cuenta de manera tradicional con al menos una oficina de transferencia de tecnología en su institución (figura 1.6). La cual le proporciona la ayuda en este tema. El grupo de investigación suele acudir a esta oficina o directamente lo hace ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI). También se asesora con otros grupos de investigación que ya hubiesen tenido experiencia previa en el tema e incluso con instituciones externas como otras universidades.

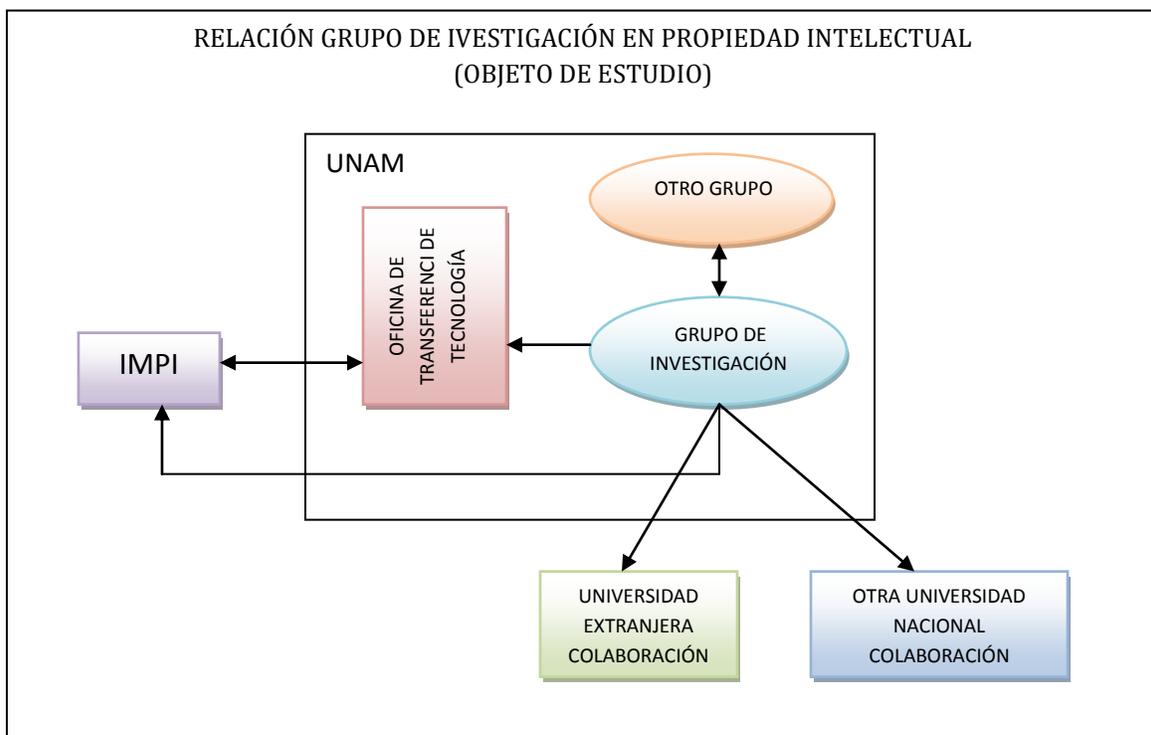


FIGURA 1.6 RELACIÓN DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PROPIEDAD INTELECTUAL

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Un problema es una discrepancia entre el ser y el deber ser, por lo que todo problema es generado por actores o personas. En particular, México está por debajo de países con menos recursos en nanotecnología de lo que debería estar.

La **Nanotecnología** es una de las áreas más recientes en investigación científica y tecnológica en todo el mundo, porque parece ser prometedora para su

aprovechamiento social, científico, cultural y comercial. Es un área multidisciplinaria en donde se está centrando principalmente en cuatro disciplinas altamente citadas en artículos: Química, Ciencia de Materiales, Física y Bioquímica, de donde se desprenden muchas otras sub-disciplinas (Tabla 4.6 capítulo4).

La problemática para **competir** en el plano internacional en esta disciplina con países altamente desarrollados, es muy compleja para nosotros como país, pues aparecen aspectos de tipo: social, económico y político muy fuertes y complejos difíciles de entender. La realidad es que la producción nacional tanto en artículos sobre nanotecnología como en solicitudes de patente logrados en México, es pobre comparado con la producción del país líder EEUU, la Unión Europea, China y Japón e incluso con países emergentes como Corea que es un país más pequeño que México como se ha reportado por la OECD-EPO (figuras 1.10 Y 1.12). A nivel regional en Iberoamérica (figura 1.11), México está por debajo de la producción de España y de Brasil tanto en artículos publicados como en solicitudes de patente.

Competir para elevar la producción científica en artículos y solicitudes de patente en Nanotecnología en México, pudiera verse **como un problema o no**. Si no se ve como problema, entonces debemos aceptar esta realidad como país conformista y aceptar el destino que se nos depara. Pero si lo consideramos como problema, entonces habrá que buscar una o más soluciones para **mejorar primero**, nuestra producción científica en nanotecnología con la ayuda de la actividad inventiva, antes de vernos como verdaderos competidores (un paso a la vez).

Como se mencionó, la idea inicial para este trabajo de investigación, surgió a partir de una experiencia con un grupo de investigadores del Instituto de Física de la UNAM. Este grupo me invitó a colaborar con ellos para la formulación de un proyecto de investigación en donde era condición muy importante el desarrollo de una solicitud de patente preferiblemente en **Nanotecnología**, con el fin de cumplir con los requisitos para ser considerados en la convocatoria respectiva y así conseguir el financiamiento. Pero este grupo nunca consideró a la **actividad inventiva** como algo necesario o como algo obligatorio, sino más bien como un mero trámite para la obtención del financiamiento (así como otros grupos en el subsistema de la investigación científica de la UNAM). La actividad inventiva entonces, no se vio como una actividad inherente a la investigación y a veces, se ve como algo que ocasiona mucho más trabajo, más que como una oportunidad.

Para muchos grupos de investigación en la UNAM y en otras universidades del país, la situación al respecto es muy similar.

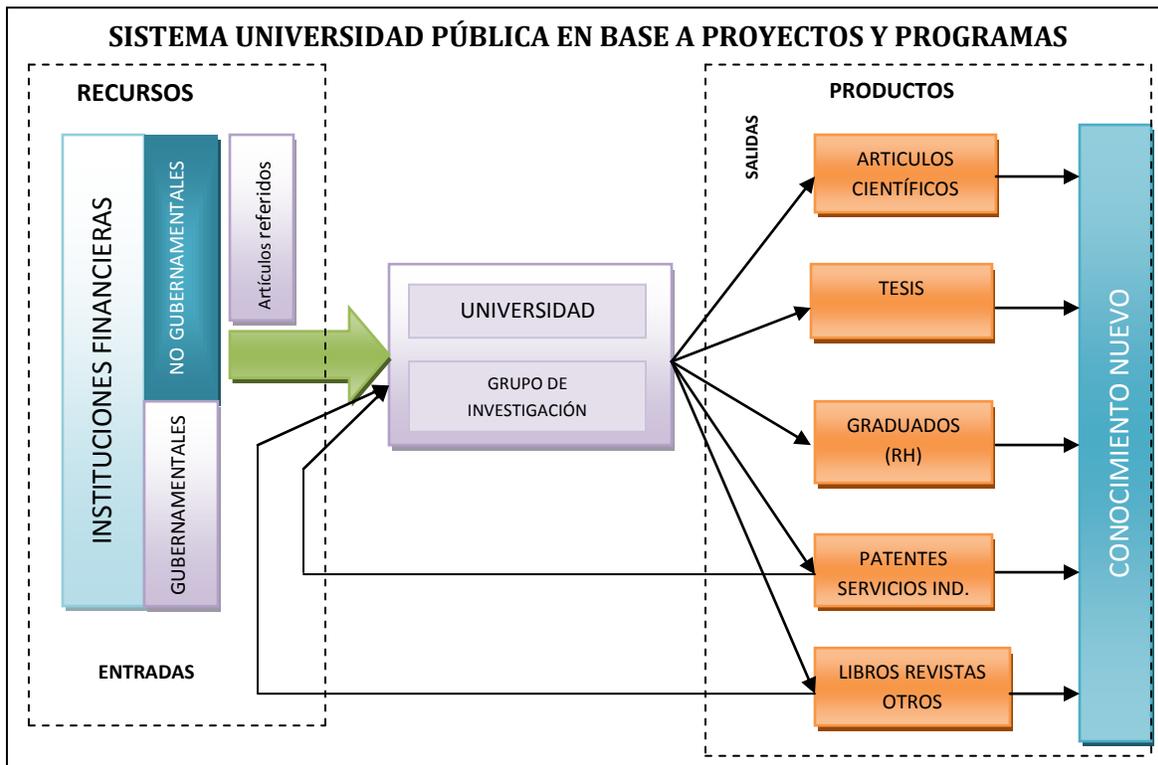


FIGURA 1.7 LOS RECURSOS PARA UNIVRSIDADES PÚBLICAS EN MÉXICO

La actividad inventiva es compleja y no se hace de manera inmediata y por lo regular para los investigadores por experiencia propia, es algo que reportan como si fuera un artículo más. Pero la actividad inventiva requiere de una estrategia específica para garantizar la novedad. Mientras que los investigadores en EEUU tienen años utilizando patentes como referencia para formular sus investigaciones, lo que implica que tienen que considerar a una variable que tiene que ver con los **derechos exclusivos para la explotación de patentes**, muchos investigadores de universidades públicas en México no lo hacen regularmente, ya que no se ven forzados a adoptar esta actividad como necesaria y por tanto, se seguirá viendo como una molestia más que como una oportunidad. La forma tradicional de cómo funciona una universidad pública, reciben los recursos, pago de nómina para sueldos, mantenimiento, adquisición de equipos etcétera (figura 1.7). Los recursos los proporciona en mayor cantidad instituciones gubernamentales y en menor grado la iniciativa privada. Algunas empresas grandes en México recientemente en las últimas décadas han tenido poca participación y poca relación y relevancia con la UNAM. Algunos empresarios ya tienen proyectos de investigación con universidades de los EEUU, más que universidades del país.

Pero si los productos derivados de una investigación en Nanotecnología en México, no encuentran eco en la industria nacional, eso no significa que no lo encuentren en la industria estadounidense o de algún otro país. La visión del mundo está cambiando y en resultados de investigación querámoslo o no, alguien los va a utilizar y se podrá beneficiar. En la formulación de proyectos, pocas veces se consulta el **estado de arte previo en el sentido estricto**, por lo que los investigadores solo ven parcialmente el conocimiento en los artículos de investigación que van en la frontera ya que es una pequeña parte del conocimiento a nivel mundial, omitiendo una parte del conocimiento mundial de un tema en específico en posibles aplicaciones.

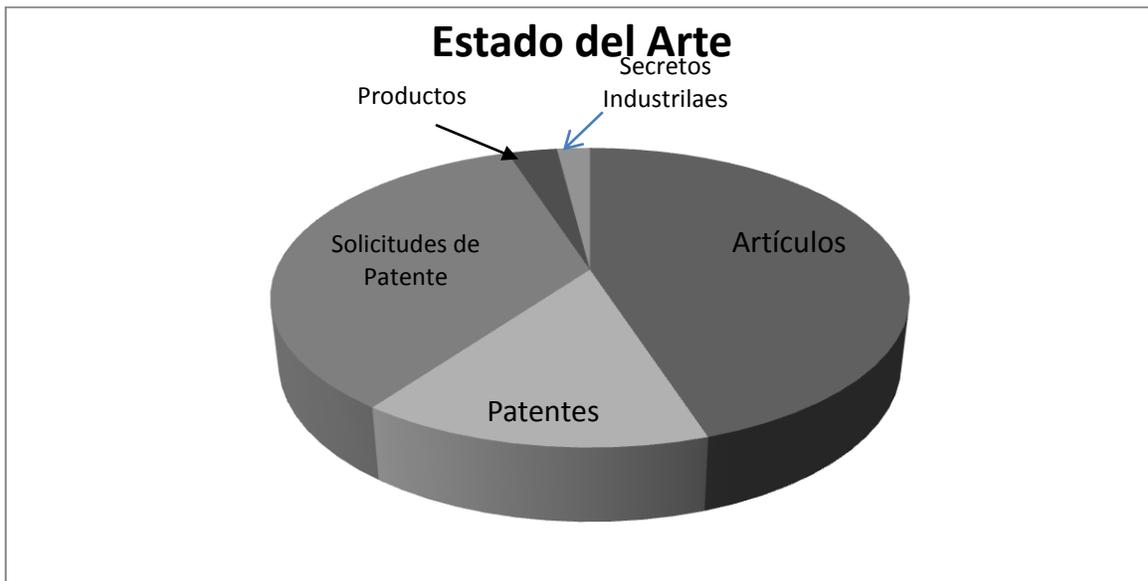


FIGURA 1.8, EL ESTADO DEL ARTE DE LA NANOTECNOLOGÍA U OTRAS DISCIPLINAS

En la gráfica de la figura 1.8, se aprecia cualitativamente la proporción que guarda el conocimiento en Nanotecnología y en general de cualquier disciplina. Los investigadores en México, revisan solamente una parte de lo relacionado con sus líneas de investigación que son los artículos publicados en revistas principalmente internacionales, pero si se observa la gráfica, solamente de artículos, los investigadores ven un segmento todavía más pequeño de lo que es realmente el estado del arte (nada más en artículos). Los segmentos de patentes y solicitudes de patentes, serían en principio las aplicaciones de lo formulado teóricamente en investigación y cuyos resultados de investigación son patentables. En la gráfica se observa también, los productos que ya se fabrican industrialmente y finalmente, la inferencia acerca de los secretos industriales que son armas estratégicas para la industria y su ventaja competitiva.

A lo largo de muchos años se ha trabajado una forma tradicional, pues la exigencia en participación de resultados de investigación dio para sobrellevar la actividad de investigación en México, pero los tiempos cambian y si se requiere ahora ser más competitivos, entonces

debemos empezara por cambiar nuestra forma de trabajar más acorde con la exigencia internacional misma, con sus reglas que ya están establecidas desde hace muchos años y que México como país es uno de los más atrasados en participación en materia de patentes.

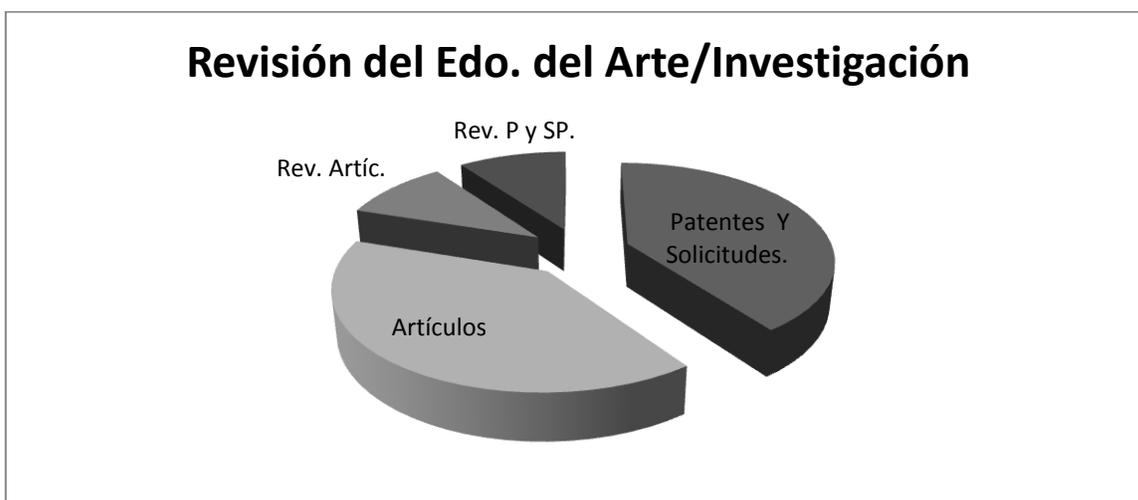


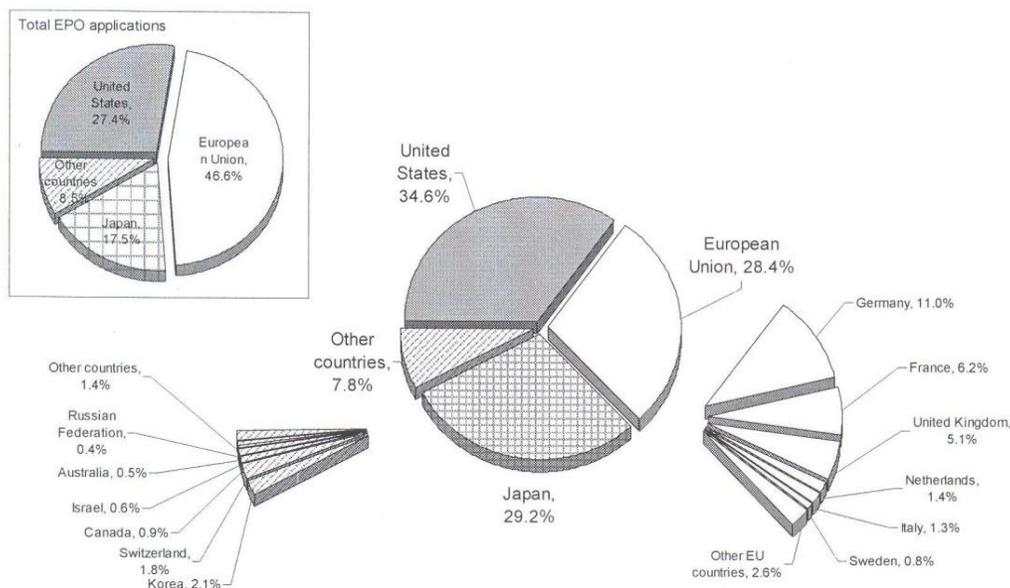
FIGURA 1.9 LA REVISIÓN DEL ESTADO DELA ARTE PARA ELABORAR ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

En la figura 1.9 sugiere la revisión e investigación de manera permanente del estado del arte acerca de un tema específico ya sea en nanotecnología u otra disciplina, lo cual debe ser considerado para la elaboración de estrategias de investigación y para esto, también es necesario hacer una investigación estratégica del estado del arte no solo para saber el grado de conocimientos, sino para establecer posibles aplicaciones que hace a un proyecto más rentable. En la práctica hoy día, la revisión del estado del arte en: patentes, solicitudes de patente, artículos y demás, se hace de manera no obligatoria y ocasionalmente, pero no se hace de manera estratégica ni como una práctica necesaria para la formulación de proyectos o actividades de investigación para el mediano y largo plazo y para proyectos de gran alcance, ni como una actividad de investigación y cuando hay solicitud de patente, se hace la investigación en patentes al final no al principio. Mientras que en otras partes si investigan el estado del arte para formular proyectos de largo alcance, en México pienso que ya se debe de hacer.

Es claro que mientras más conocimiento e información se tenga acerca de un tema específico, se tendrá una mayor capacidad para tomar decisiones y formular mejor las actividades de investigación en cuanto a sus alcances y objetivos. Se requiere por tanto que en el futuro, se conforme un sistema de de información y manejo de la actividad inventiva mucho más robusto de lo que se tiene hasta ahora.

Considerando los reportes de la OCDE (figura 1.10), se puede apreciar que la distribución en el mapa mundial en en nanotecnología, EEUU, la Unión Europea encabezados por Alemania, y Japón, cuentan con la mayoría de solicitudes de patente en nanotecnología, México aun no aparece. Considerando la figura 1.11 se observa en el reporte de la Coordinación, referentes a

las publicaciones de artículos en nanotecnología, México está ocupando un tercer lugar cuando al menos debería de ser primero en Iberoamérica.



Nota: El número de solicitudes (applications) de patente que se presentaron ante la Oficina Europea de patentes (EPO), se tomaron a partir de la fecha de prioridad y país de residencia del inventor.

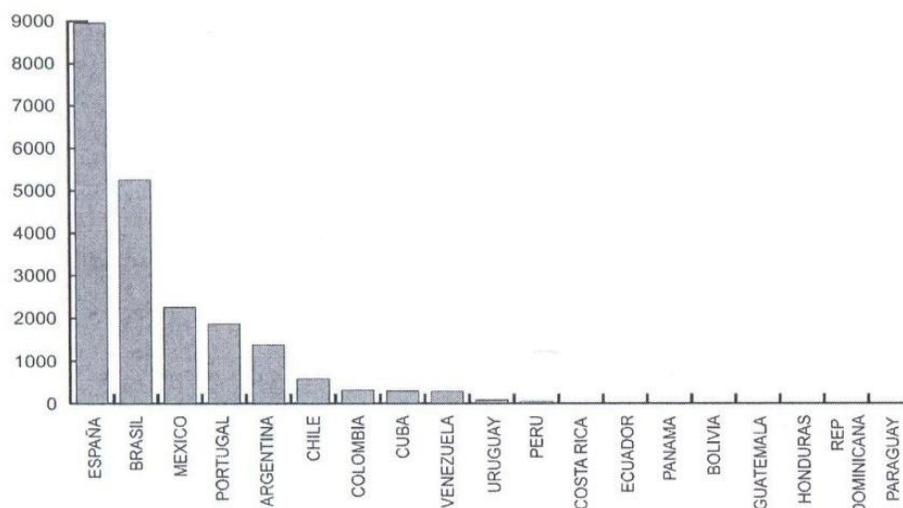
Fuente: Base de patentes de la OECD, hasta septiembre de 2006, en base a la lista de patentes seleccionadas por la EPO.

FIGURA 1.10 DISTRIBUCIÓN DE PAÍSES EN EL MUNDO, DE SOLICITUDES DE PATENTES NANOTECNOLÓGICAS ANTE LA EPO DE (1978- 2005)

Observando la figura 1.12, se muestra que México ocupa un penúltimo lugar, solo por encima de Turquía en el intervalo de entre el 0% y el 2% mundial, lo cual no es comodo ni como nación, ni como universitarios ni como público en general. Cabe señalar, que la compilación a nivel mundial acerca del estado del arte en materia de patentes, se lleva varios años en hacer dicha compilación.

Quizá México es un país dependiente de la tecnología basado en los hechos. A nivel mundial, las aportaciones de México son pocas si contamos lo que se conoce como la “alta tecnología” en equipos de laboratorio, telecomunicaciones y otros sistemas de comunicación. Estamos consientes de que los laboratorios donde se investigan las nano-ciencias y la nanotecnología en México y en particular en el subsistema de la investigación científica (nuestro supra-sistema), no están equipados como los laboratorios de los países líderes en el campo de la

nanotecnología. Sin embargo, esto no debe ser un motivo para no mejorar la aportación del subsistema de la investigación científica.

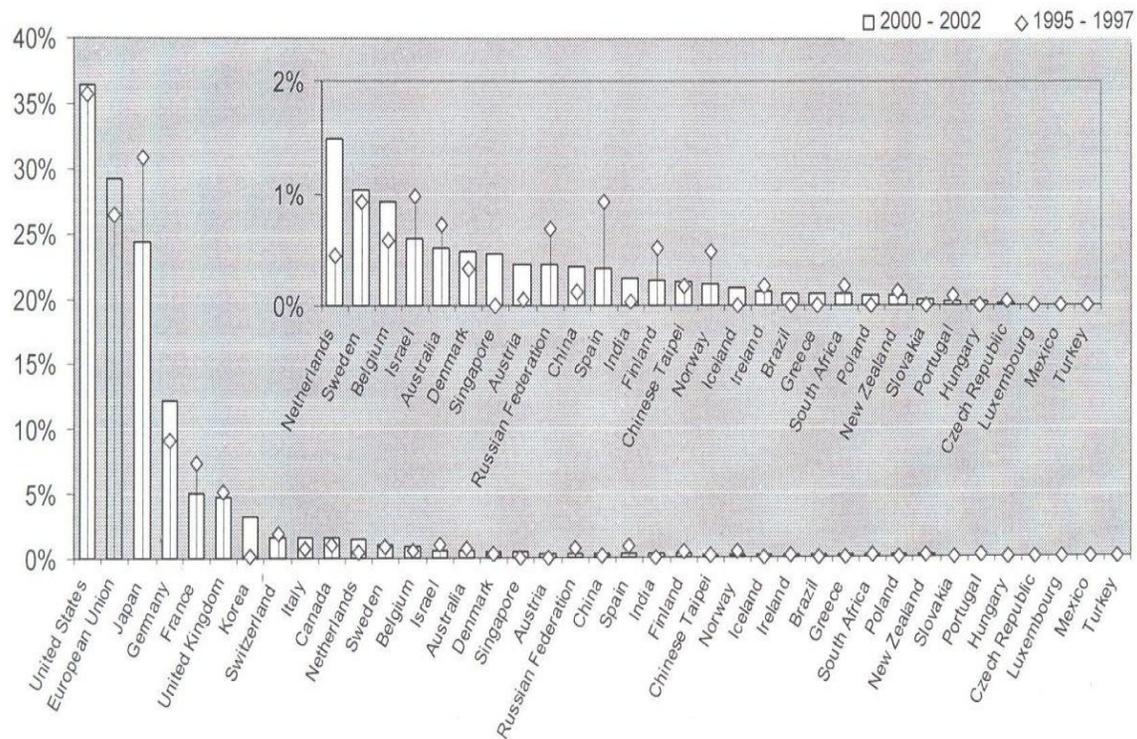


Fuente: Coordinación (CAICYT-CONICET), (REDES), (INIFTA-CONICET), (CABN), (IMM-CSIC), (NANOSPAIN), (AECEID)

FIGURA 1.11 PUBLICACIONES DE LOS PAÍSES IBEROAMERICANOS EN NANOTECNOLOGÍA NÚMERO DE PUBLICACIONES POR PAÍS (1)

Así, la problemática acerca de la baja producción en solicitudes de patente y publicaciones en nanotecnología, según los reportes en donde colocan a México respecto al resto de los países miembros de la OECD, es compleja. Pero para entender una parte importante de la problemática en este trabajo, se practicaron una serie de entrevistas a investigadores del subsistema de la investigación científica mediante la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland para actividades humanas de problemas no estructurados. Para averiguar cuáles podrían ser las posibles causas de la baja producción.

Las políticas gubernamentales a pesar de que si han existido y apoyado la nanotecnología en México, no han demostrado ser eficientes ni efectivas o no han sido suficientes. En el presente trabajo solo se considera a los grupos del subsistema de la investigación científica como ya se dijo, principalmente porque la mayoría de la investigación científica se lleva a cabo en la UNAM, sin menospreciar las actividades de otras instituciones de investigación en el país como el sistema SEP-CONACYT que han hecho grandes contribuciones en el tema. En la tabla 1.2 se muestra el resumen de esta problemática en el subsistema de la investigación científica UNAM.



Nota 1: El número de solicitudes de patente que se muestran, se tomaron a partir de la fecha de prioridad.

Nota 2: La gráfica cubre países de la OECD, Brasil, China, India, Israel, Sudáfrica y Federación Rusa.

Fuente: Base de patentes de la OECD, hasta septiembre de 2006, en base a la lista de patentes seleccionadas por la EPO.

FIGURA 1.12 DISTRIBUCIÓN DE SOLICITUDES DE PATENTE NANOTECNOLÓGICAS POR PAÍS ANTE LA EPO (1995-1997 y 2000-2002)

RESUMEN DEL PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

- La producción científica en artículos y solicitudes de patente en el campo de la Nanotecnología es pobre comparada con otros países miembros de la OECD.
- Hasta hoy, la mayoría de los investigadores no ven a la actividad inventiva como una oportunidad, sino como un mero trámite administrativo.
- Los investigadores consultan poco o nada a la actividad inventiva para la formulación de nuevos proyectos de investigación, e inclusive a veces no reproducen experimentos publicados de otras partes.
- La forma tradicional de cómo los grupos de investigación están haciendo las cosas en nano-ciencias y nanotecnología, parece que no es suficiente para ser considerados como país contribuyente en nanotecnología.
- En los grupos de investigación de manera general, no participan especialistas en la administración de proyectos o analistas de sistemas y poco en propiedad intelectual o actividad inventiva.
- No se tiene una cultura como en la industria, donde la actividad en proyectos debe ser permanente y no para cubrir una cuota al año.
- La manera tradicional en la consulta en propiedad intelectual y desarrollo de tecnología no se ve que esté avanzando.
- Las redes de Nanotecnología que se han formado en México (8), tienen la misma visión que la manera tradicional para hacer las cosas por ejemplo, hacer licenciaturas, maestrías y doctorados en nanotecnología. La UNAM, ha realizado iniciativas en nano-ciencias y nanotecnología como:
 - Red de investigación (REGINA)
 - Proyecto de nanotecnología para la protección ambiental (PUNTA)
 - Un centro de investigación dedicado (CN y N)
 - Iniciativa nacional de nanotecnología
 - Una propuesta de una licenciatura y un posgrado
 - Hay una propuesta para crear NANO-UNAM
 - Reunión interdisciplinaria NANOMEX

Pero hasta aquí no se ha mencionado el uso de la actividad inventiva y la propiedad intelectual como una forma de trabajo.

TABLA 1.2 RESUMEN DE LA PROBLEMÁTICA

1.3 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

❖ OBJETIVO GENERAL:

- Desarrollar una estrategia para buscar una mejora en la problemática de la baja producción de solicitudes de patentes en nanotecnología en México, considerando a los grupos de investigación como organización dentro del subsistema de la investigación científica de la UNAM, que es donde se concentra la mayor parte de la investigación en México.

❖ OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Elaborar un marco de referencia teórico para construir la estrategia de solución.
- Construir el Objeto de Estudio de los grupos de investigación científica.
- Diagnosticar problemas en la estructura organizacional en los grupos de investigación y sus políticas en investigación.
- Diseñar una estrategia de solución en base a los problemas identificados en la organización, en base a los resultados de un diagnóstico sobre los grupos de investigación.

1.4 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Los grupos de investigación científica tienen una manera tradicional de trabajar, heredado por años y reproducido a partir de otros países. A lo largo de los años sin embargo, los otros países han avanzado en producción científica y en solicitudes de patente, particularmente en la nueva disciplina de la Nanotecnología, a la que le han dado mucho apoyo, no se diga de parte de sus gobiernos, la industria y capitales de riesgo de bancos. Pero en México el capital de riesgo para empezar, prácticamente no existe por lo que solo queda el apoyo del gobierno y esporádicamente el de alguna industria interesada. Otros países con mayores dificultades que México están produciendo mayores resultados de investigación y han tenido mayores apoyos gubernamentales como Brasil y España. En México organizaciones gubernamentales como el CONACYT, ayudan a los investigadores con recursos, pero al parecer no ha sido suficiente. Los grupos de investigación al parecer, no están conscientes de esta situación y si lo están, siguen trabajando de la misma manera. Hay muchas preguntas por hacer en torno a esta problemática, pero la pregunta central la formularemos de la siguiente manera:

¿Es factible desarrollar y aplicar una estrategia específica dentro de la organización de los grupos de investigación científica y su entorno, para identificar problemas en la forma de cómo están organizados en el trabajo, y eventualmente solucionar con ésta estrategia la problemática, con fines a lograr una mejora en la producción de artículos y solicitudes de patente en Nanotecnología?

Esta problemática es muy compleja, pues existen factores políticos, costumbres y culturas establecidas de resistencia al cambio, tanto en los grupos de investigación como en el entorno dentro y fuera de la universidad.

En la metodología de sistemas suaves (MSS), los problemas son difíciles de definir. Tienen componentes social y político muy grandes y se aplica en donde las cosas no están trabajando de la manera en que lo deseamos y queremos averiguar por qué y vemos si hay algo que podamos hacer para aliviar la situación. En donde más que un problema, que tal vez no lo sea, pueda surgir una oportunidad. Esta metodología trata de problemáticas no estructuradas en donde no es posible, establecer o estructurar un problema determinado pero si se pueden identificar actividades o **situaciones problema** definidas.

1.5 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Para este trabajo, se consideraron dos aspectos importantes de la planeación con enfoque de sistemas. Primeramente se eligió la metodología de sistemas suaves para aplicarla al comportamiento de grupos de investigación en actividad humana. Estos grupos, vistos como el sistema dentro del supra-sistema UNAM, para poder ver la situación problema en torno la formulación de proyectos y actividades particularmente en nanotecnología. Entender sus relaciones y efectos sobre el desempeño y si hay un verdadero interés o no para incluir a la actividad inventiva además de los artículos de investigación como una nueva forma de hacer investigación. Detectar las distintas formas en que los investigadores realizan las actividades de investigación y poder conectar al menos, la planeación normativa básica para la formulación y administración de proyectos, así como la administración de carteras. Como una metodología que se debe de aprender. Así que el alcance de la investigación, será hasta la selección de una mejor organización para la formulación y planeación de actividades en nanotecnología y es solamente a los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM.

Por otro lado, se hace necesario establecer un marco de referencia que permita proponer estrategias y actividades para apoyar a los grupos de investigación para que usen los conceptos en la administración de sus proyectos. La forma en cómo se pueden planear y controlar, de cómo llevar sus carteras etcétera. Con esta base, el alcance de este trabajo de tesis, se consideró hasta la obtención de una alternativa de solución de la situación problema a partir de un diagnóstico. Pero la implantación de la alternativa de la solución solo será propuesta y recomendada.

1.6 CONCLUSIONES

Hay que estar consientes de que el planteamiento de la problemática es más complejo de lo que se ha expuesto aquí. México como país miembro de la OECD apareciendo en penúltimo lugar según este informe, no debe esperar más para resolver esta problemática, se deben tomar acciones que coadyuven a resolver el problema que no ha sido expuesto ni por el gobierno del país ni por los investigadores de la UNAM, aunque muy pocos están consientes de dicha problemática. Es de llamar la atención que a poco más de diez años que inició la actividad en nanotecnología en la UNAM, no se haya hecho algo lo suficientemente bueno para mejorar esta situación.

La actividad inventiva, las patentes y la búsqueda del estado del arte, desde hace muchos años, ha sido muy pobre, tanto en la UNAM en lo particular como en todo el país en lo general. La mayoría de las patentes que se registran en México son extranjeras y una pequeña parte son mexicanas, lo cual en si esto ya es un problema. Parece que la dependencia tecnológica y los tratados de libre comercio, no han sido de gran ayuda para que México se desarrolle tecnológicamente y tenga la capacidad de tener una exigencia para competir con otros países en varios campos del conocimiento.

Cuando se habla de patentes o solicitudes de patente, se habla de una probabilidad para obtener el título de explotación, que a su vez se basa en demostrar la novedad de la invención en todo el mundo, y para ello se tiene que revisar el estado del arte como condición necesaria, para aproximarse a la demostración de la novedad. En México, a la actividad de revisar patentes, redactarlas y analizarlas, no es considerada una actividad profesional y por el contrario es considerada como algo sin importancia en contraste con países desarrollados como EEUU y Alemania, que tienen una enorme tradición inventiva.

La OECD, finalmente hace una labor de monitoreo para ver como se están comportando los países respecto de la actividad en nanotecnología. Por otro lado, la UNAM ha planteado varias iniciativas respecto a la nanotecnología pero sigue dejando fuera a la actividad inventiva como forma natural de trabajar para la investigación. Por lo que el presente trabajo, pretende dar una alternativa a la investigación en Nanotecnología, que no se contrapone en nada a las iniciativas de la UNAM y por otro lado, se complementan.

Se espera que la metodología propuesta en este trabajo de tesis, ayude a la reflexión para que en el futuro, se implante una mejor forma de trabajo del que se tiene hasta ahora.

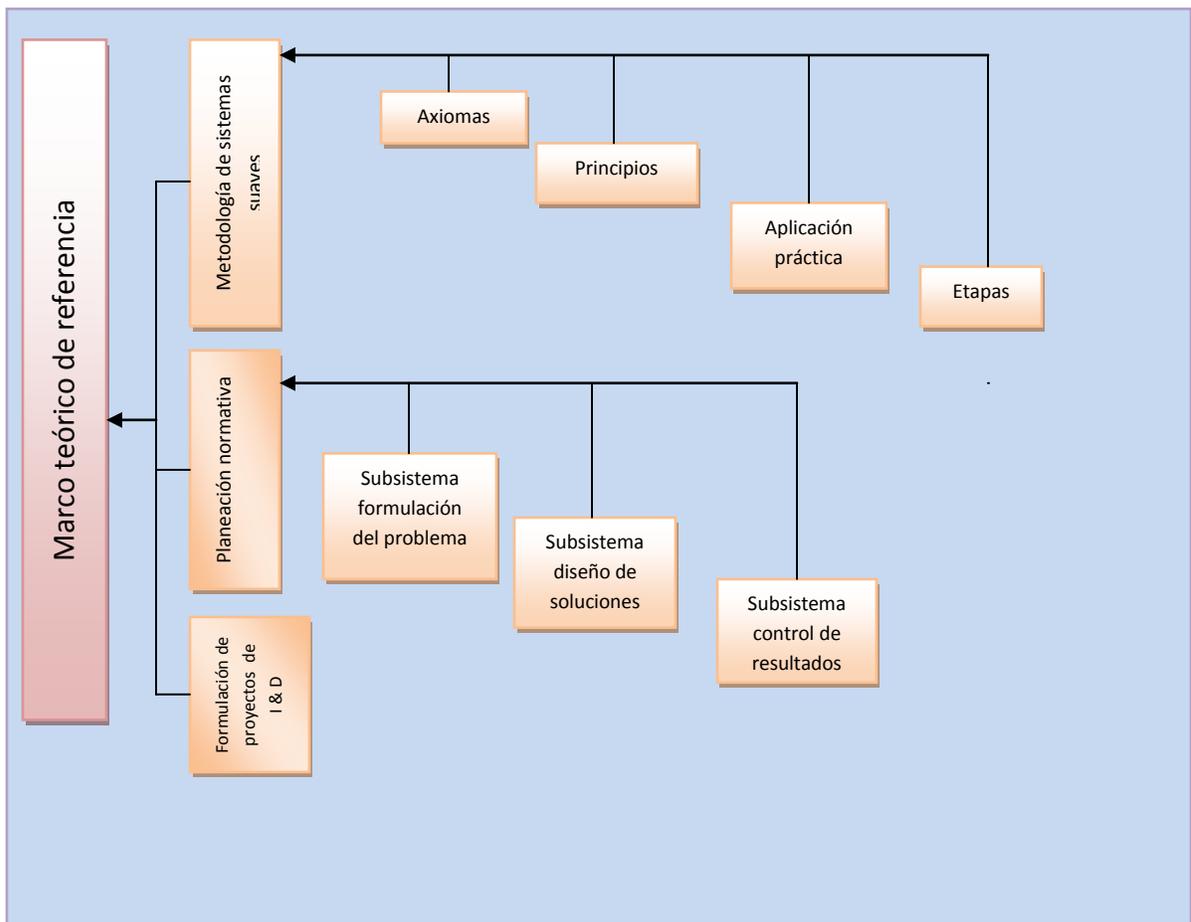
CAPITULO DOS: EL MARCO TOERICO DE REFERENCIA

2.1 METODOLOGIA DE SISTEMAS SUAVES

2.2 METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN NORMATIVA

2.3 FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE I&D

2.4 CONCLUSIONES



MARCO TEORICO DE REFERENCIA

2.1. METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES

Los sistemas suaves se identifican como aquellos en que se les da mayor importancia a la parte social de estos sistemas. La componente social de estos sistemas se considera la primordial. El comportamiento del individuo o del grupo social se toma como un sistema teleológico, es decir, un sistema con atribuciones de una finalidad u objeto a procesos concretos, con fines específicos, con voluntad, es un sistema pleno de propósitos, capaz de desplegar comportamientos, actitudes y aptitudes múltiples.

Todas las situaciones problema enfrentadas ya sea en el sector público o privado, ya sea en pequeñas empresas o en corporaciones gigantes, tienen una característica en común. Todas presentan seres humanos en papeles sociales, tratando de llevar a cabo acciones con propósito definido, y que ahora está determinado como un “Sistema de Actividad Humana”.

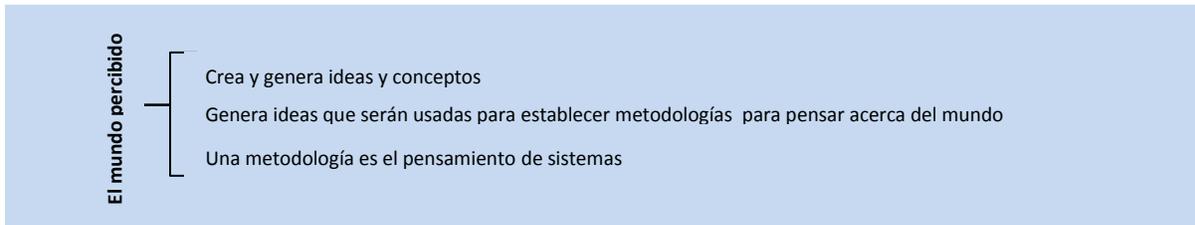
La Metodología de Sistemas Suaves (MSS) (7), es un proceso sistémico de indagación que también hace uso de los modelos de sistemas. La metodología así incluye el enfoque duro, que se considera como un caso especial de la misma, un enfoque que surge cuando existe acuerdo local sobre algún sistema que aplica la ingeniería de sistemas. La tabla 2.1 muestra argumentos para el uso de la MSS.

ARGUMENTOS PARA UTILIZAR UNA MSS	
1)	Los seres humanos no pueden sino atribuir significado a las percepciones del mundo.
2)	Dichos significados constituyen interpretaciones del mundo, que se puede pensar, derivan del conocimiento basado en experiencia que se tiene del mundo.
3)	Las interpretaciones pueden dar forma a las intenciones que, a su vez, se pueden traducir en acción con propósito definido para mejorar situaciones que, se advierten están en algún punto de una escala que va de “poco menos que perfecto” hasta “desastroso”.
4)	La acción con propósito definido, cuando se lleva a cabo, cambia el mundo que se experimenta (de igual manera como lo hace el acto mental de interpretarlo), de forma que los puntos anteriores 1,2 y 3 constituyen un ciclo o una iteración.
5)	El ciclo se puede expresar y operar si se hace uso del pensamiento de sistemas, como si fuese una epistemología.
6)	La MSS hace esto en un proceso coherente que es, en sí, un sistema de indagación o aprendizaje (y dentro del proceso utiliza modelos de sistemas de actividad con propósito definido).
7)	La MSS trata de proporcionar auxilio para articular y operar el ciclo de aprendizaje que va de significados a intenciones y después a acción con propósito definido, sin imponer la rigidez de una técnica.

TABLA 2.1 ARGUMENTOS PARA UTILIZAR LA MSS

La metodología de Sistemas Suaves, está dirigida a apreciar y comprender una **situación problema** cuya situación surge de entre un grupo de participantes, más que establecer e intentar resolver un problema predefinido o estructurado. La complejidad de muchas situaciones problema de tipo social, político u organizacional, impiden definir el fondo del problema. La metodología de sistemas suaves (figura 2.1.1) por tanto, constituye un enfoque interpretativo para enfrentar este tipo de problemas dentro de una organización.

La metodología, parte de dos modelos principales: Las actividades del **mundo real** y el **pensamiento sistémico sobre el mundo real percibido**.



Las actividades del **mundo real** implican la realización de entrevistas, así como también reuniones con los participantes de la organización para obtener el entendimiento de la situación problema la cual será representada a través de **imágenes enriquecidas**, estas imágenes llamadas enriquecidas (3) (7), son dibujos, imágenes, diagramas, anotaciones en prosa, etcétera, cuya razón es que los asuntos humanos revelan una rica exposición en movimiento de relaciones; y las imágenes son un medio más efectivo para registrar las relaciones y las conexiones de lo que es la prosa lineal. El gran número de figuras que aparecen en un libro testifica este hecho. La representación de definiciones raíz plásticamente es un ejemplo del uso en la MSS y no existe una técnica formal específica para realizar las imágenes enriquecidas.

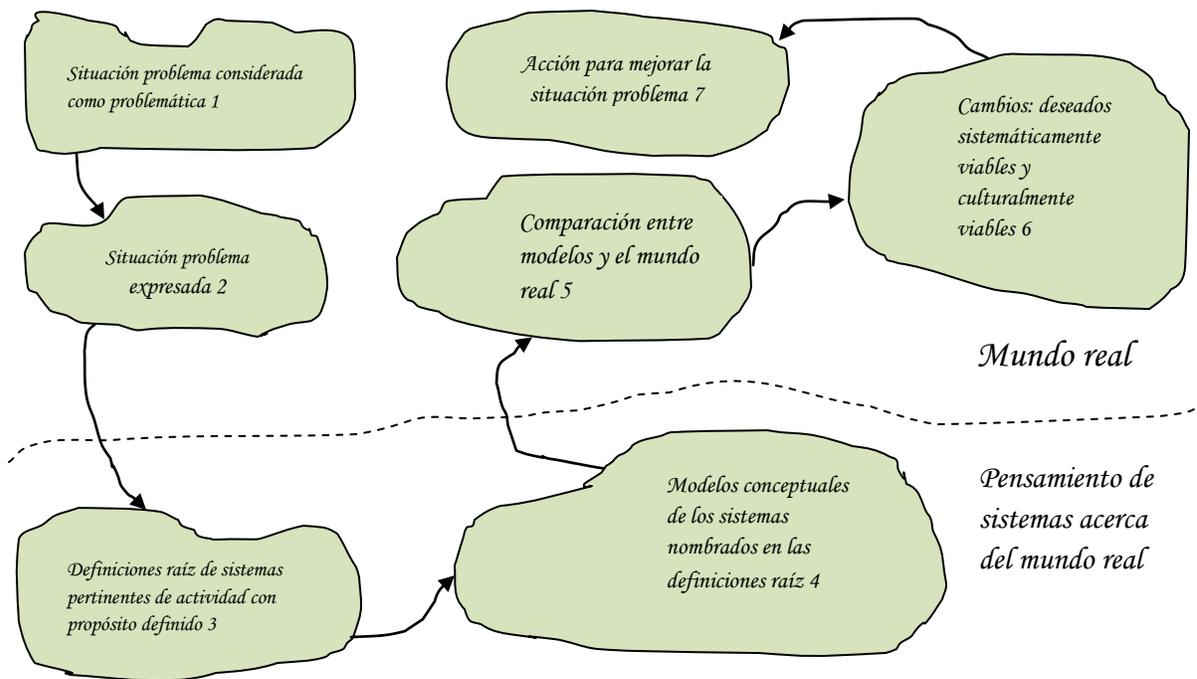


FIGURA 2.1.1 METODOLOGÍA DE SISTEMAS PARA SITUACIONES PROBLEMA DEL MUNDO REAL NO ESTRUCTURADO

Estas imágenes enriquecidas ayudan a reunir y presentar información sobre una situación compleja como ya se dijo, a través de imágenes (dibujos o fotografías), diagramas y anotaciones, se busca despertar el pensamiento creativo enfocado a la resolución de problemas y ayudar a los participantes a abordar los problemas desde una perspectiva totalmente diferente y puede cambiar los patrones de pensamiento del grupo, aludiendo a la conciencia intuitiva que logra una mejor comunicación a través de símbolos que de palabras.

A través de la construcción de estas imágenes enriquecidas se pueden representar aspectos objetivos de la organización, tales como su estructura, distribución, relaciones, conexiones, procesos etcétera. Al mismo tiempo se pueden describir elementos subjetivos de las personas dentro de la misma organización tales como carácter, opiniones, ánimo y perjuicio de los participantes de la organización.

La realización de imágenes enriquecidas se lleva cabo en las fases tempranas del análisis realizado por una organización que enfrenta una problemática compleja y ayuda principalmente a determinar de quién es el problema y quién es el responsable de la actividad y ayuda a que todos los participantes en la construcción de estas de estas representaciones aporten posibles soluciones ante las situaciones problema identificadas y descritas por esta imágenes.

La MSS enfatiza el flujo de indagación cultural en que realizados los estadios 1 y 2 del enfoque, la indagación continúa a todo lo largo del estudio, incluso hasta el fin (arbitrario) de éste y que tiene importancia igual para el pensamiento basado en la lógica.

Aunque los hechos y la lógica sean parte de los asuntos humanos, la sensación de ellos, su textura sentida, deriva igualmente (o más) de los mitos y significados que los seres humanos atribuyen a sus enredos profesionales (y personales) con sus semejantes. Que son lógicas acerca de la creación del conocimiento y la creación de la riqueza, pero algo que es a veces más apremiante es la necesidad por aprender nuevos mitos y significados que tienen que ver con el comportamiento humano o una cultura en alguna organización.

El ***pensamiento sistémico*** emplea conceptos de jerarquización, comunicación, control y propiedades emergentes, para identificar los sistemas relevantes que puedan proporcionar indicadores útiles. Estos sistemas relevantes se definen lógicamente construyendo **definiciones raíz** que son utilizadas para construir modelos conceptuales de los sistemas seleccionados. Diferentes modelos conceptuales representando diferentes puntos de vista de la situación son empleados para sentar las bases de la discusión a través de un proceso de apreciación, para llegar a la propuesta de un cambio deseado alcanzable y de ahí pasar a la acción.

Los sistemas suaves, tienen que ver con un proceso de indagación, es una metodología que tiene como objetivo, introducir mejoras en áreas de interés social al activar entre la gente involucrada en la situación de un ciclo de aprendizaje que idealmente no tiene un fin, es un

proceso iterativo a partir de mejorar todos los “qué s” y “cómos”. Además, esta metodología ayuda a estructurar (aclarar, definir y mejorar la situación no estructurada). **Escoge un proyecto cualquiera y encuentra los aspectos suaves del problema.**

2.1.2 AXIOMAS DE LA MSS

Los axiomas de la tabla 2.2 (3), deben tomarse muy en cuenta al aplicar la metodología de sistemas suaves y no perderlos de vista, ya que son la base para identificar la situación problema compleja y que debe tomarse en cuenta para mejorar la situación dentro de la organización.

La MSS, está pensada para sistemas de actividad humana en la que dicha actividad depende más de los seres humanos más que del uso de máquinas o dispositivos que son utilizados por los mismos seres humanos. Los conflictos entre personas, desinterés en el trabajo, exceso de presión, o carencia del mismo, forman parte de una problemática para usar la metodología de sistemas suaves.

AXIOMAS DE LA MSS
1. Los problemas no existen de manera independiente de los seres humanos, son contruidos mentalmente, definidos desde puntos de vista individuales por lo que no se debe ver el problema, sino la situación que está enfrentando.
2. La interconexión de problemas, llevan al desorden o situaciones con múltiples problemas.
3. Existen visiones e interpretaciones diferentes e igualmente validas de la situación para cada individuo.
4. Las soluciones a los problemas son también contruidos a partir de un proceso intelectual (los problemas no existen aisladamente).
5. Las mejoras en estas situaciones se logran compartiendo percepciones, por el debate y la persuasión. El analista (Facilitador, en el caso de una intervención) debe ser interactivo más que un experto.
6. El analista no puede separarse del problema, en el momento en que toma conciencia de la situación, ya tiene un efecto sobre el sistema en estudio.

TABLA 2.2

A través de estos axiomas se define el alcance de la metodología hacia aquellas situaciones problema que son complejas, no definidas o estructuradas, con un alto componente de efecto asociado a comportamiento y conductas sociales y que se enfocan más en conocer y entender el sistema que conforma a la organización bajo un proceso de aprendizaje.

2.1.3 PRINCIPIOS GENERALES DE LA MSS

Los principios de la MSS llevan a considerar a la metodología como un proceso de aprendizaje (figura 2.1.2)

1.- Problemas no estructurados

Se enfoca en **situaciones problemas** complejos no estructurado, donde el principal centro de atención es el establecimiento de relaciones dentro de un ambiente dinámico.

2.- La continuidad y el cambio

Asume que en las actividades humanas la realidad se crea continuamente como resultado del proceso social en el que los cambios son constantes debe explicarse tanto la continuidad de la organización como sus cambios.

3.- Interpretación y aprendizaje

Al tratar con relaciones en donde se da la continuidad y el cambio, se busca más la interpretación y el aprendizaje que la optimización.

4.- Sistemas con propósito

La situación en la que se enfoca debe ser considerada problemática por las personas que participan y realizan las acciones con un propósito.

5.- Visión del mundo

Se trabaja con la percepción de la situación problema, que puede ser interpretada de maneras diferentes, por lo que es necesario establecer un punto de vista al construir un modelo al construir un modelo de actividades con propósito.

6.- Generalidades y particularidades

Es el conjunto de principios más que un método preciso y es adaptada por los usuarios a la situación que están enfrentando.

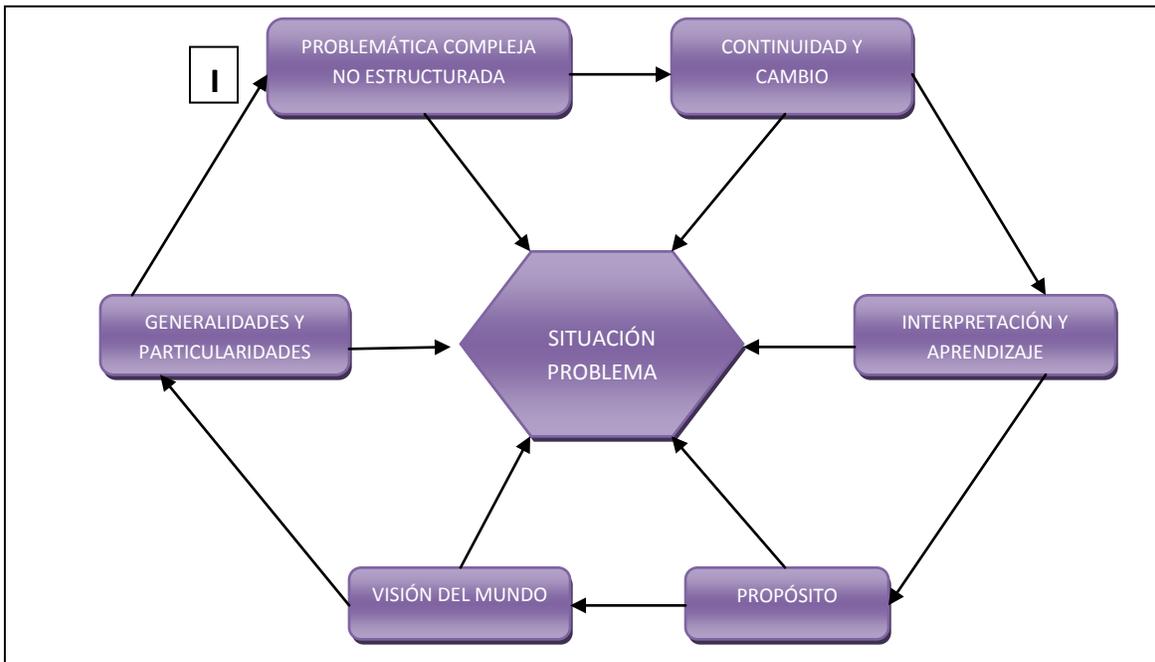


FIGURA 2.1.2 PRINCIPIOS GENERALES DE MSS

ETAPA	ACTIVIDAD PRINCIPAL	DEFINIR
ETAPA I	SITUACIÓN PROBLEMÁTICA DEL MUNDO REAL	
ETAPA II	GENERACIÓN DE MODELOS DE SISTEMAS RELEVANTES	
ETAPA III	COMPARACIÓN DE MODELOS CON LA SITUACIÓN REAL PERCIBIDA	

FIGURA 2.1.3 ETAPAS DE LA MSS

2.1.4 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA (FIGURAS 2.1.2, 2.1.3 y 2.1.4)

Etapa I Situación problemática en el mundo real

En esta etapa se inicia con un análisis de la situación problema que ilustre las suposiciones con respecto al problema actual a través de la construcción de un mapa conceptual o sistémico con el fin de empezar a ver las relaciones y aclarar ideas que tengan que ver con el área de interés.

Hay un conjunto de reglas con que este modelo es construido:

1.- Decidir qué tipo de diagrama es el más adecuado considerando:

- Elementos y relaciones estructurales.
- Flujos de material, información etcétera.
- Dependencia lógica entre actividades.
- Influencias en el ambiente laboral.

2.- Establecer las reglas para las entidades del mapa y sus relaciones.

3.- Proporcionar claves para asegurar que diferentes lectores interpretarán el mapa de la misma forma.

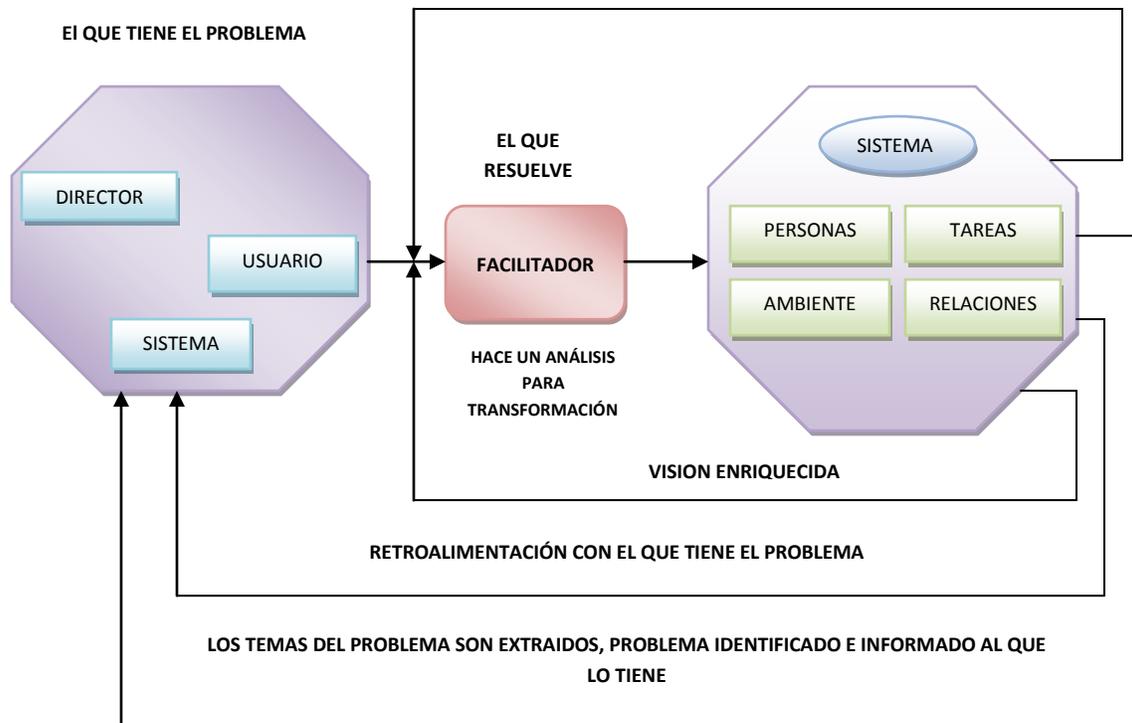


FIGURA 2.1.4 CONFLICTOS ENTRE PERSONAS Y FUNCIONES EN UNA ORGANIZACIÓN

Etapas II Generación de modelos de Sistemas Relevantes

El propósito en esta etapa es formular un sistema de actividad humana: modelos relevantes para debatir las percepciones acerca de la realidad. Para llevar al sistema a una mejora, es necesario seleccionar un punto de vista potencialmente relevante para evitar la complejidad de las actividades humanas.

Proceso de construcción de modelos:

- **Definición Raíz.**

Se propone una descripción verbal concisa desde el punto de vista determinado de lo que se supone haga el sistema.

- **Proceso de transformación**

Al enfocarse a modelos de actividad humana con un propósito, es necesario tomar conciencia de que la esencia de esta actividad es algún proceso de transformación dentro del sistema.

- **Validación de la definición Raíz (FIGURA 2.1.5)**

Para tener una adecuada definición Raíz se deben incorporar las distintas perspectivas a considerar en la situación problema, debe hacerlo de forma explícita y no puede omitirse ninguno de los elementos, a menos que sea de manera consciente y se encuentre soportado por argumentos sólidos.

La definición Raíz se escribe como sentencias que efectúan una transformación. Hay seis elementos que hacen a una definición Raíz bien formulada que se resume en la nemotecnia **CATWOE**.

Cliente (Customer): Considera a cada uno que está listo para obtener beneficios del sistema. Si el sistema implica sacrificios tales como los despidos, son víctimas y deben considerarse como clientes.

Actor (Actor): Los actores realizan las actividades definidas en el sistema.

Proceso de transformación (Transformation Process): Esto se muestra como la conversión de la entrada de información en una salida de la misma especie. Es el proceso de transformación que se lleva a cabo por el sistema, la esencia de la definición Raíz.

Weltanschauung: La expresión alemana para la opinión del mundo hace que el proceso de la transformación sea significativo en contexto. Perspectiva o visión que proporciona el significado particular a la definición Raíz.

Propietario (Owner): Cada sistema tiene un propietario quién tiene el poder para comenzar o cerrar el sistema.

Ambiente (Environment): Los elementos externos que existen fuera del sistema que se toman como datos. Estos apremios incluyen políticas de organización así como materias legales y éticas, así como otras interacciones con otros sistemas.

Estos conceptos son considerados de manera resumida en la tabla 2.3 y que validan la definición raíz que es la base para la elaboración de los modelos conceptuales.

ELEMENTOS CATWOE	
C	Clientes: ¿Quiénes son los beneficiarios o víctimas de este sistema en particular? / ¿Quién se beneficia o sufre sus operaciones?
A	Actores: ¿Quiénes son los responsables de llevar a cabo este sistema? / ¿Quiénes llevarían a cabo las actividades que se hacen en el sistema de trabajo?
T	Transformación: ¿Qué transformación debe llevar a cabo este sistema? / ¿Cuáles son las entradas y cuales las salidas? Para obtener una riqueza útil de una transformación, además, se hace necesario considerar los criterios: <i>eficacia</i> (por “¿funcionan los medios?”), <i>eficiencia</i> (por “cantidad de recursos de salida entre la cantidad de recurso empleados”), <i>efectividad</i> (por “¿la T satisface el objetivo a largo plazo?”), considerados para modelar sistemas.
W	Weltanschauung: ¿Qué visión particular del mundo justifica la existencia de este sistema? / ¿Qué punto de vista hace que este sistema sea significativo?
O	Propietario: ¿Quién tiene la autoridad para abolir este sistema o cambiarlo? / ¿Quién puede cambiar para mejorar el desempeño?
E	Ambiente o entorno: Los elementos externos que existen fuera del sistema que se toman como datos. Estos apremios incluyen políticas de la organización así como materias legales y éticas.

TABLA 2.3

- **Modelo conceptual**

Definir un conjunto de verbos que describan las actividades requeridas por la definición raíz, conectándolos de acuerdo con una secuencia lógica representando cualquier flujo que parezca esencial en este primer nivel de conocimiento.

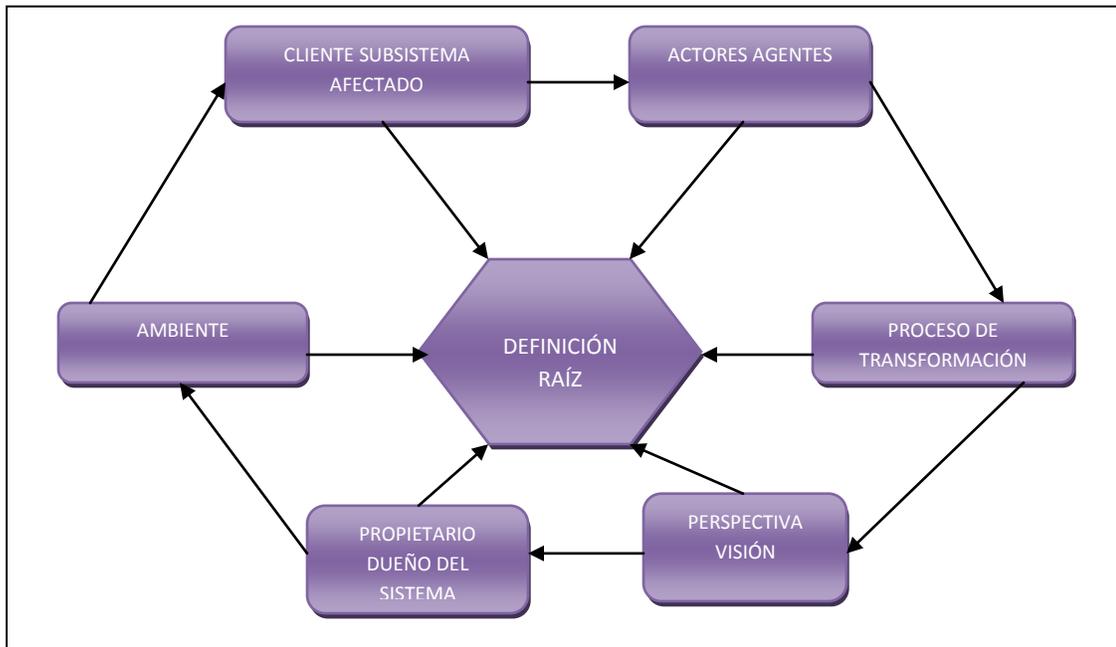


FIGURA 2.1.5 DEFINICIÓN RAÍZ

- **Desagregación o Simplificación del Modelo.**

Se busca expresar las principales operaciones del proceso de transformación con un mínimo de actividades, considerando como guía 7 ± 2 verbos.

- **Validación**

Cerciorase de que la definición Raíz y el modelo conceptual constituyan un par de afirmaciones de mutua información: Qué es el sistema y qué es lo que hace. El propósito es alcanzar un mapeo consistente de lo que es el modelo y que es lo que hace.

- **Monitoreo y Control**

Un modelo conceptual es una entidad con una estructura, con propiedades emergentes y procesos de comunicación y de control describe las actividades a realizar para alcanzar un objetivo y está constituido por un subsistema operacional y por un subsistema de monitoreo y control que permita adaptarse y aprender de los cambios.

El subsistema de monitoreo y control debe considerar las actividades de tomar acciones de control y monitorear operaciones que mantienen relaciones de información con el subsistema operacional.

El monitoreo deberá enfocarse hacia la definición de criterios de desempeño que incluyan a todo lo relacionado con el mantenimiento de la estructura y el cumplimiento de las operaciones.

Un modelo conceptual requiere evaluar las operaciones del proceso de transformación mediante la definición de las S. Es decir, el pensamiento de sistema formal se aplica al desarrollo del modelo conceptual. El modelo formal sirve como una guía para controlar al modelo conceptual. Deje que S represente a un sistema de actividad humana. S será un sistema formal si y solo si cumple con los criterios siguientes:

S, debe tener una misión.

S, debe tener un proceso de toma de decisiones.

S, debe tener componentes de interacción unos con otros tal que los efectos y acciones son transmitidos a través del sistema.

S, debe ser acotado por un sistema más amplio con el cual interactúa.

S, se debe limitar del sistema más amplio, basado en el área donde su proceso de toma de decisiones tiene poder para hacer cumplir una acción.

S, debe tener recursos a su disposición de su proceso de toma de decisión.

S, debe tener estabilidad a largo plazo, o la capacidad de recuperarse en el caso de un disturbio.

Las componentes de S deben ser sistemas que tengan todas las características S (subsistemas).

Etapa III Comparación de modelos con la situación Real percibida

Se construyen un conjunto de modelos estructurados para realizar la comparación entre los modelos el mundo Real con el objeto de encontrar una adaptación para mejorar o resolver la situación problema de interés, generando acciones factibles compatibles con la cultura donde se observa la situación problema.

El proceso de aprendizaje es iterativo y emplea modelos sistémicos que permiten debatir las percepciones del mundo Real.

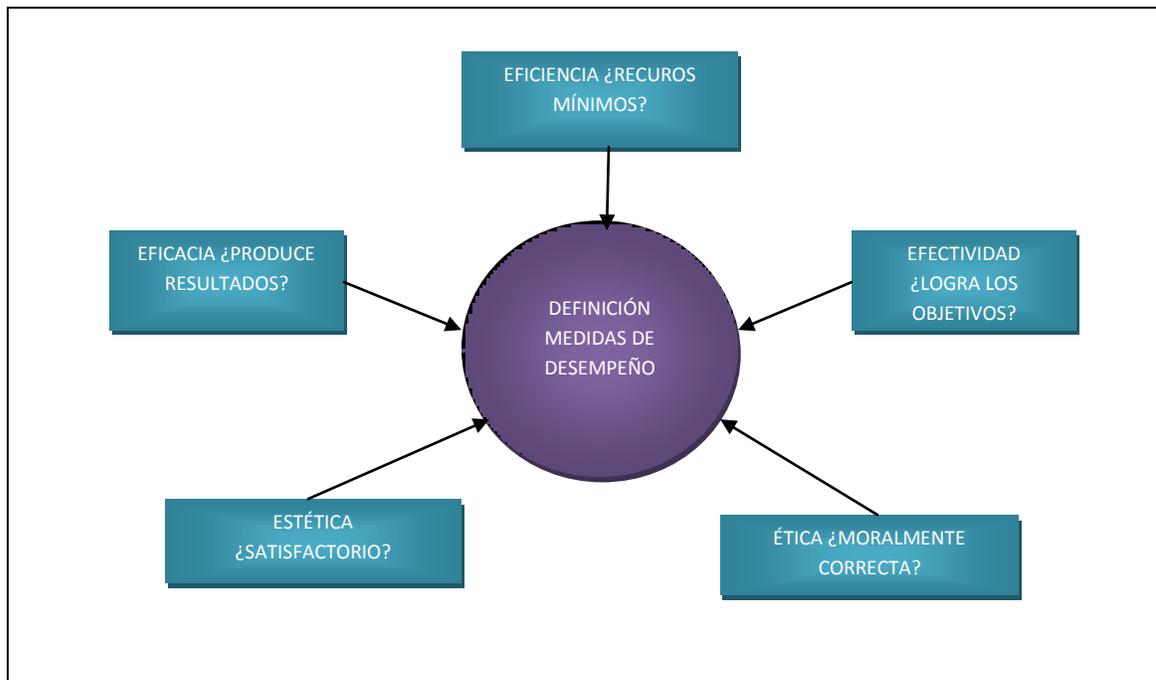


FIGURA 2.1.6 CRITERIOS DE DESPEMPEÑO EN LA MSS

2.2. METODOLOGÍA DE LA PLANEACIÓN NORMATIVA (5)

Por planeación normativa, entenderemos al establecimiento de reglas, políticas y normas dentro de un grupo u organización, fundamentalmente para mantener el control, seguimiento y desarrollo de la planeación así como el desarrollo de las mismas normas y políticas establecidas por la organización.

La Metodología de la Planeación Normativa considera:

- Dado que los problemas no existen aislados, se hace necesario plantear un enfoque de sistemas.
- La planeación es tratada como un proceso continuo de aprendizaje y adaptación.
- El futuro es concebido no exclusivamente como resultado del presente y antecedentes del pasado, sino también como objeto de diseño y nuestras acciones tienen un efecto sobre el futuro buscando efectos deseados.

En la práctica profesional relacionada con la solución de problemas, con frecuencia se observan definiciones como las siguientes:

- Recopilación de excesivos volúmenes de información;

- Mala organización de actividades: en ocasiones no se tiene una idea medianamente clara de qué debe de hacerse o qué resultados concretos se buscan;
- Realizaciones de proyectos que resulten poco relevantes para las instituciones;
- Aspiración a resolver problemas gigantescos, sin tener en cuenta las posibilidades reales de la institución.
- Numerosos proyectos que nunca se concluyen;
- Elaboración de propuestas que nunca se implantan por omisiones graves o porque no resultan convincentes, etcétera.

Estas situaciones se viven a diario y en buena parte son producto de que no se concede la importancia que merecen los conocimientos de carácter metodológico.

La atención se dirige hacia aquellos problemas que surgen en la dirección o administración de un sistema, al existir una discrepancia entre lo que se tiene y lo que se desea. Y como caso particular es aquel en el que se conoce que se desea, pero que en la mayoría de los casos hay siempre un grado de incertidumbre ya sea en cuanto a los fines perseguidos, con respecto a los medios que es posible aplicar o en cuanto a las características mismas del sistema bajo estudio.

La metodología puede partir de una situación en la que los fines resulten nebulosos, demasiado cualitativos (como podría ser mejorar la imagen) y hasta contradictorios; o en cuanto a los medios requerir de todo un ejercicio de creatividad para identificar las posibles alternativas de solución. A partir de estos estados de confusión es que deben establecerse puntos de referencia muy específicos para la estructuración de un plan: **definición de variables relevantes, relaciones causa efecto, objetivos, metas, programas, proyectos etcétera.** En la (figura 2.2.1) se muestra de manera general un esquema de esta metodología.

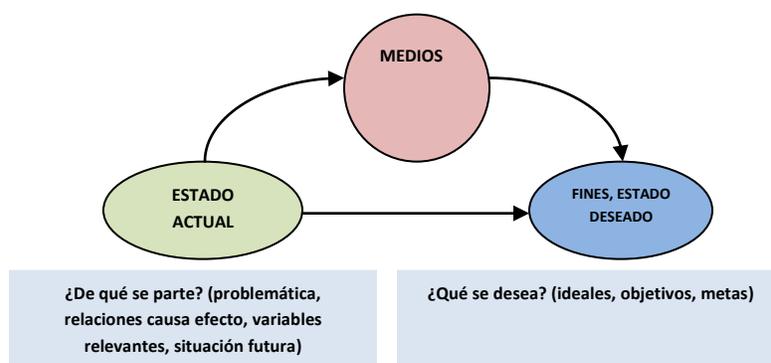


FIGURA 2.2.1 ESTRUCTURA DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La planeación normativa se relaciona con el diseño de la estructura organizacional, éste sistema además se integra por tres subsistemas (5):

2.2.1 El Subsistema: Formulación del Problema

Tiene como función identificar los problemas presentes y los previsibles para el futuro, además de explicar la razón de su existencia. El subsistema contempla:

- El planteamiento de la problemática
- Investigación de lo real
- Formulación de lo deseado
- Evaluación y diagnóstico

2.2.2 El Subsistema: Identificación y diseño de soluciones

Su propósito es el de plantear y juzgar las posibles formas de intervención, así como la elaboración de los programas, presupuestos y diseños requeridos para pasar a la fase de ejecución. Este subsistema está formado por:

- Generación y evaluación de alternativas
- Formulación de bases estratégicas
- Desarrollo de la solución

2.2.3 El Subsistema: Control de Resultados

Este subsistema contempla reajustes, replanteamientos, la detección de posibles errores, omisiones, cambios en el entorno, variaciones en la estructura de valores, etcétera. Este subsistema comprende:

- Planeación del control
- Evaluación de resultados

En la figura 2.2.2, se muestra la representación gráfica del esquema de planeación normativa de manera general mostrando sus tres subsistemas. Se debe señalar que los procesos que componen el sistema no llevan una secuencia lineal, sino que las distintas etapas se pueden llevar de manera simultánea y de manera iterativa para lograr obtener una mayor información para revisar parte de lo anteriormente ejecutado.

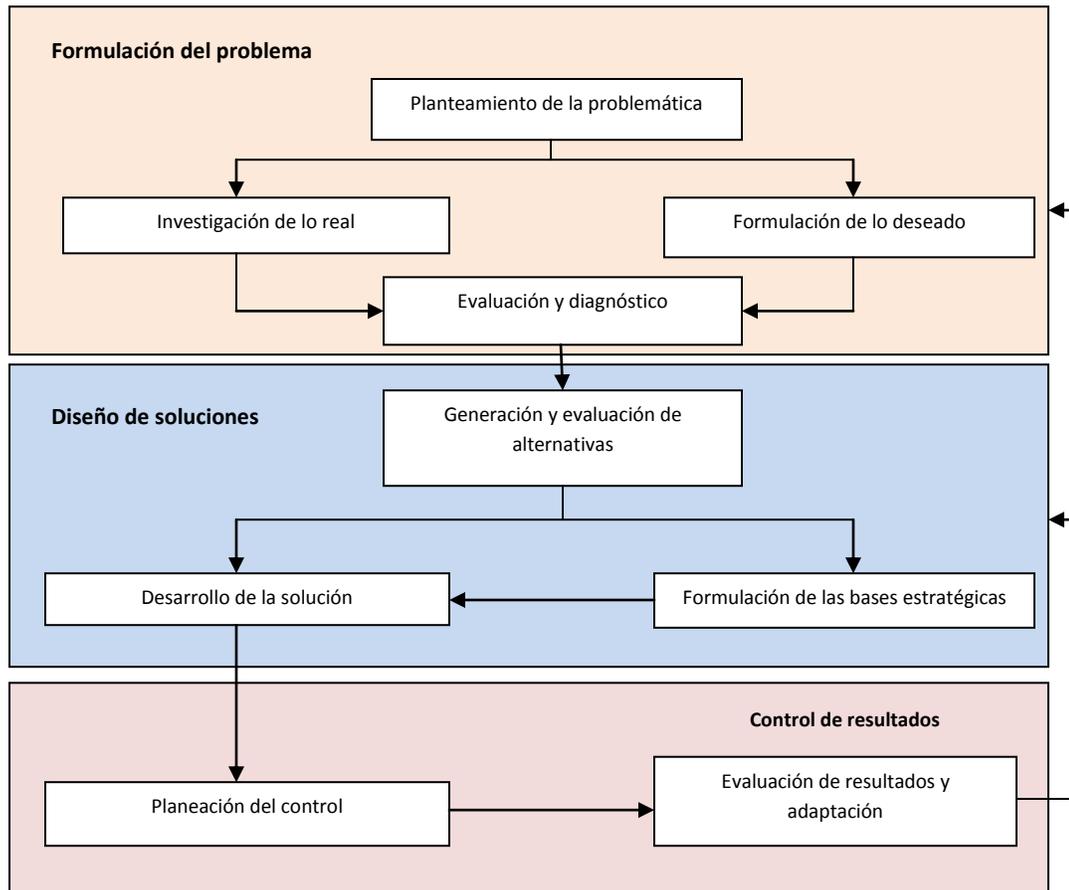


FIGURA 2.2.2 SISTEMA DE PLANEACIÓN NORMATIVA
FUENTE: (5)

El proceso de planeación normativa, está orientada a la solución de problemas y es por ello que su metodología se enfoca en la desviación de lo real o situación actual y la situación deseada. En la estructuración de un proyecto resulta de mucha ayuda que el proyecto en sí, sea un vehículo que permita dirigir una situación actual que pudiese ser problemática y en este caso una situación de necesidad como puede ser una nueva tecnología o de un nuevo producto, hacia una situación idealizada que consistiría de la etapa final del desarrollo tecnológico o de la investigación y desarrollo.

La estructura de la planeación normativa por otro lado, nos indica que puede aplicarse a la planeación y formulación de proyectos o de actividades de planeación de investigación o programas de investigación de mayor alcance, se pueden apoyar en su estructura desarrollada ha-hoc a una problemática en particular por ejemplo para plantear y formular **proyectos de I & D**, y programas de investigación, teniendo en cuenta las necesidades del mismo. Por tanto,

para proyectos de I & D, se tienen las siguientes adecuaciones en los subsistemas para la formulación de proyectos (ver Figuras 2.2.2 y 2.2.3) con sus respectivas variantes.

Subsistema: La formulación de un proyecto (Figura 2.2.3)

En esta figura, se puede apreciar en la investigación de lo real, una de las actividades más importantes en la formulación de proyectos. La búsqueda del estado actual de un tema específico, en el análisis histórico, pero en la formulación de lo deseado, nos ayudaría a identificar posibles aplicaciones de lo investigado mediante los escenarios de referencia por lo que este tipo de estructuras, nos pueden sugerir una metodología para la formulación de proyectos en nanotecnología mejor de lo que se está haciendo hasta la fecha.

En la figura 2.2.4, se observa una variante propuesta, para la formulación de proyectos de I & D o para proyectos en nanotecnología específicamente ya que se propone una investigación del estado del arte de un tema específico en nanotecnología, se propone la elaboración o búsqueda de curvas “S” o de crecimiento (ver Anexo 3 del presente trabajo) que son utilizadas para la toma de decisiones en la prospectiva de posibles aplicaciones que se iría a la formulación de lo deseado y así se puede tener mayor certeza de lo planeado respecto a la manera en que se hace en la actualidad en el subsistema de la investigación científica.

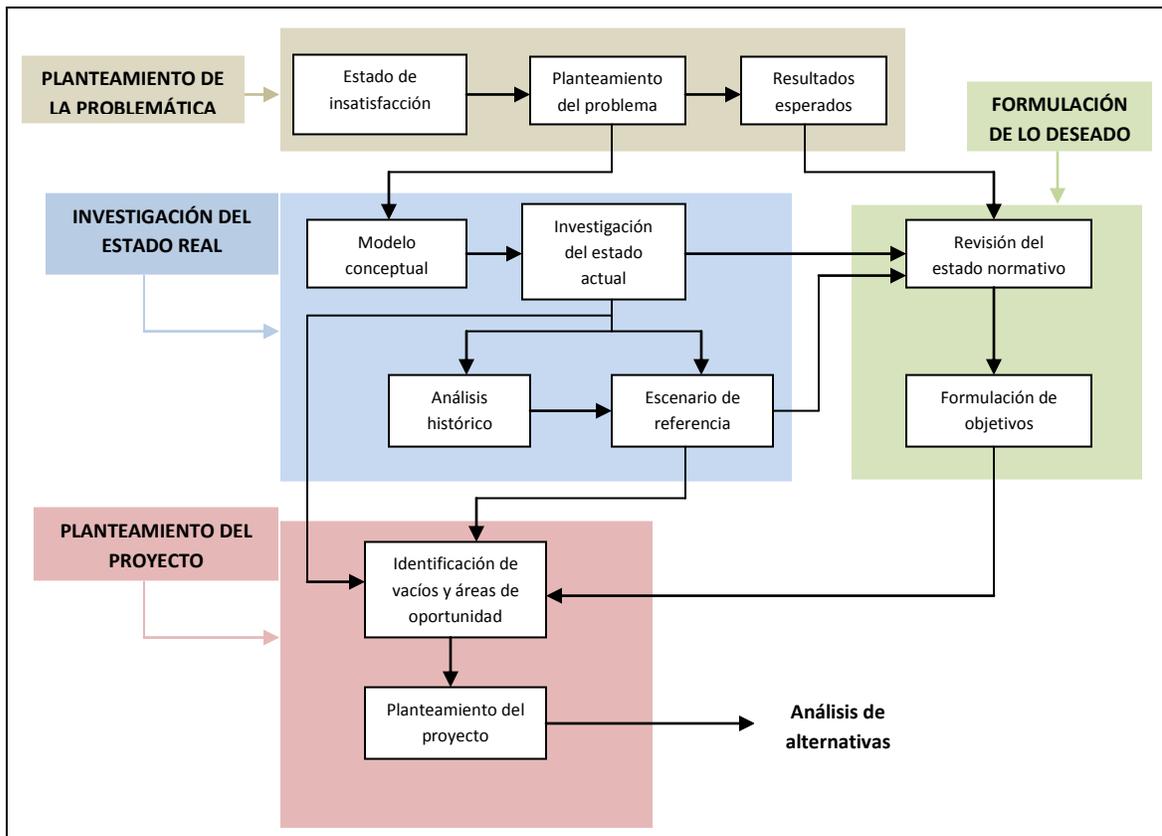


FIGURA 2.2.3 SUBSISTEMA DE LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO

FUENTE: (5)

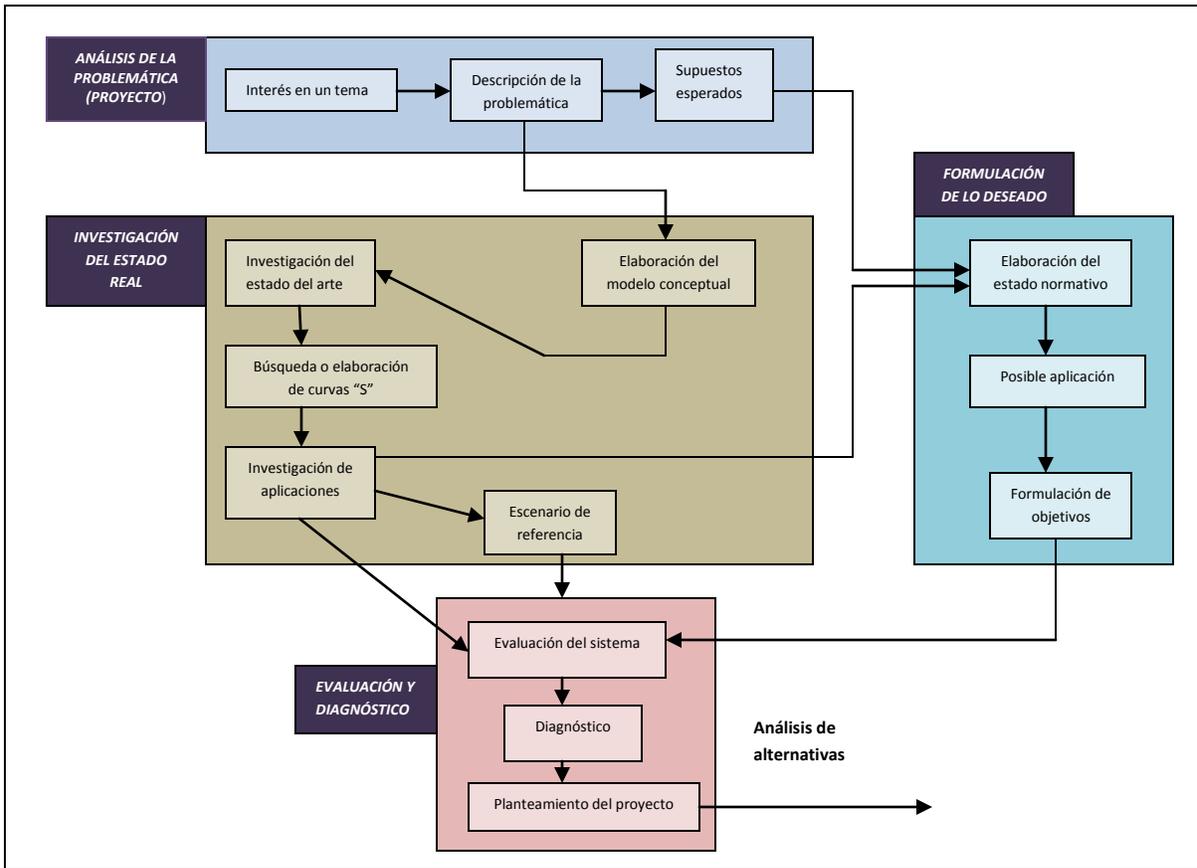


FIGURA 2.2.4 SUBSISTEMA DE LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO (VARIANTE)

Subsistema: Diseño del proyecto (figura 2.2.5)

El futuro es resultado de las acciones del presente y tendencias del pasado. Por lo que la planeación normativa concibe al futuro como consecuencia del presente. Esta posición debe ser ponderada con una enorme concentración de conceptos reales porque de lo contrario se corre el riesgo de caer en utopías o de sesgar la investigación (5).

En la generación de alternativas se deben tener en cuenta las distintas clases de objetivos. Surgen aspectos como los objetivos operacionales de mejoramiento, aunque la metodología de sistemas normativos, está pensada para problemas organizacionales, para un proyecto en nanotecnología de gran tamaño, se requiere análisis de alternativas, y el análisis de amenazas y oportunidades futuras, guarda cierto paralelismo con objetivos de mejoramiento y corrección respectivamente. En caso de objetivos de desarrollo, definidos a través de un diseño idealizado del sistema se debe ver que se va a cambiar y así formular estrategias integrales de acción. En la evaluación de alternativas se busca probar la factibilidad de las

alternativas propuestas. La selección de la mejor alternativa, conjuga diversos factores que se darán en análisis mismo de los casos.

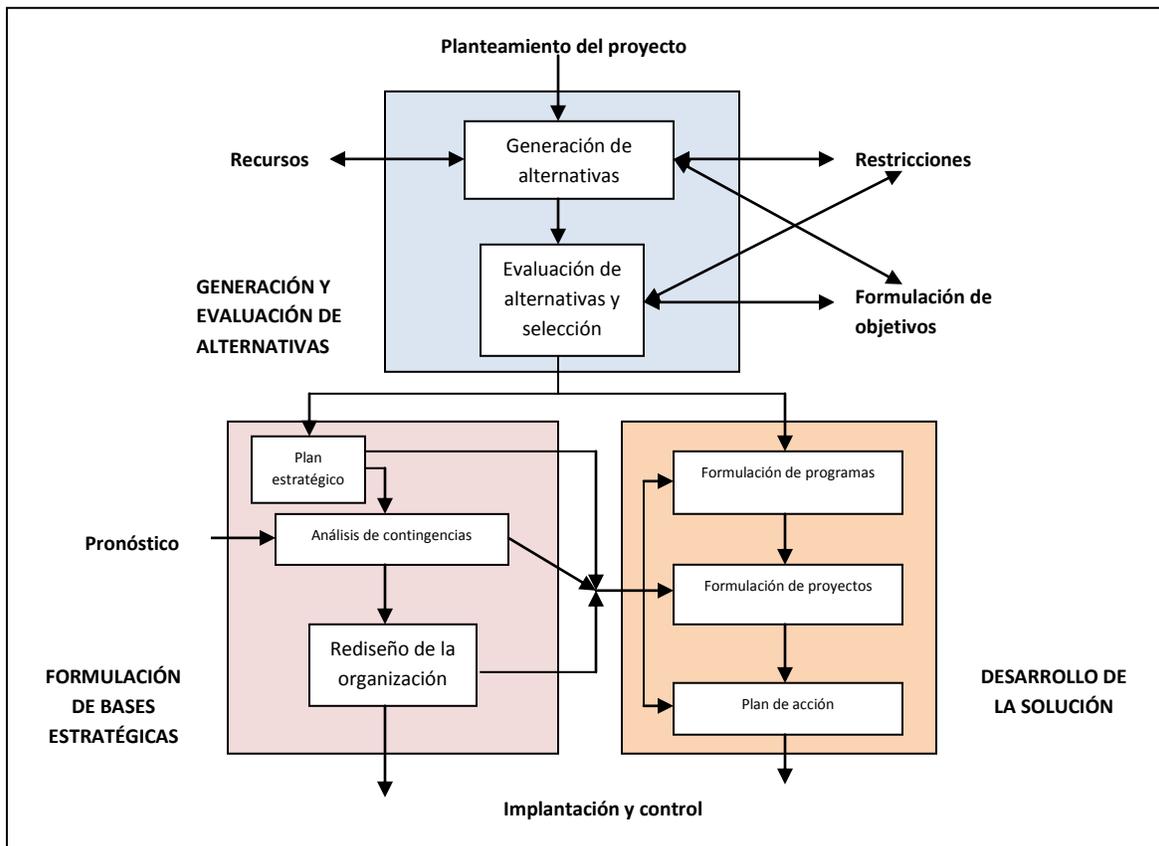


FIGURA 2.2.5 SUBSISTEMA DEL DISEÑO DEL PROYECTO
FUENTE: (5)

Subsistema: Planeación del Control de Resultados (Figura 2.2.4)

En la ejecución del proyecto se debe estar monitoreando para identificar variaciones que pongan en peligro el plan del proyecto. En la medida en que estas variaciones sean significativas se deben hacer ajustes y repetir los proceso de planeación adecuados. Lo que es importante recordar que en la elaboración de un plan es difícil reducir la incertidumbre a cero. Por lo regular, habrá errores y omisiones, cambios no previstos en el entorno externo, cambios en tecnologías etcétera. Controlar también incluye tomar acción preventiva en forma anticipada (5).

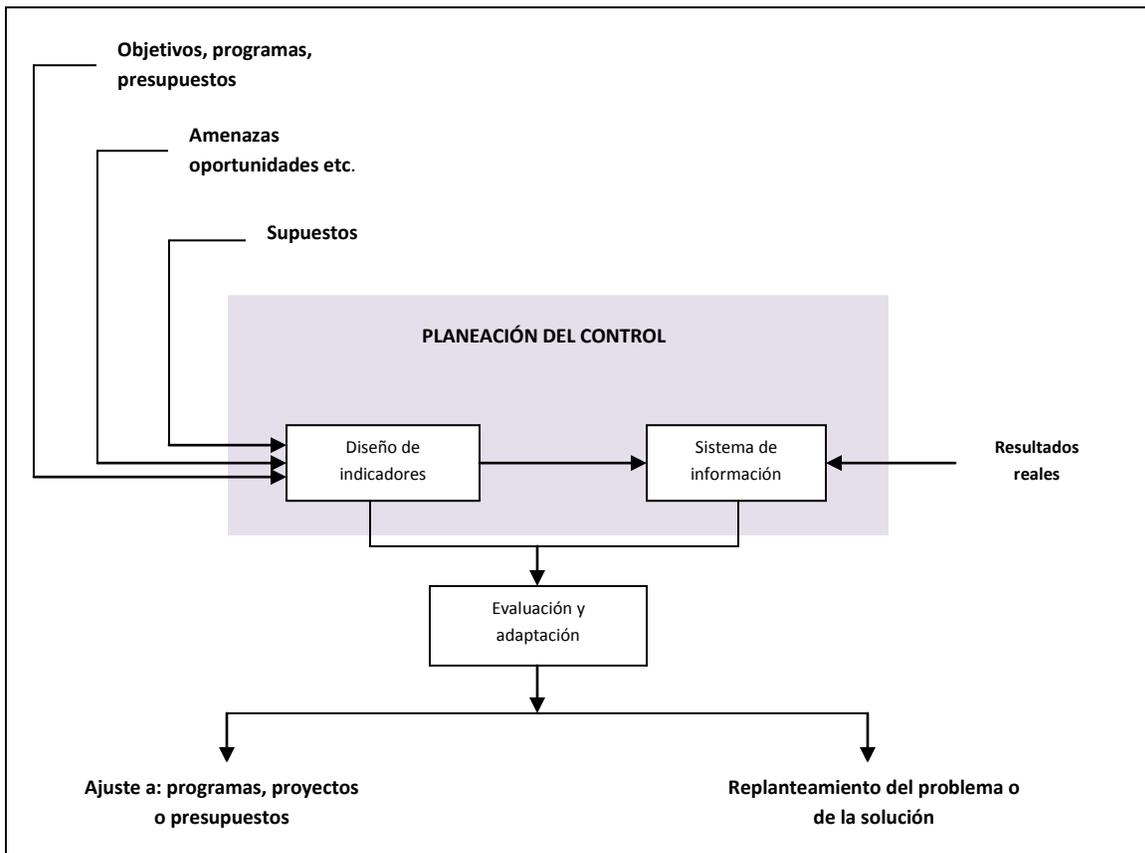


FIGURA 2.2.6 SUBSISTEMA PLANEACIÓN DEL CONTROL DE RESULTADOS

FUENTE: (5)

2.3 FORMULACIÓN DE PROYECTOS I & D (DESARROLLO TECNOLÓGICO) (6)

En la figura 2.2.7, se muestra un diagrama generalizado del proceso general de formulación de proyectos, y queda claro que el conocimiento se desarrolla de muchas formas. Sin embargo, es a través de los proyectos que el avance en el conocimiento ha demostrado ser uno de los más adecuados. Así, para dar soporte al trabajo en la investigación en Nanotecnología, se pretende establecer una cultura de proyectos en donde además de las revisiones en artículos de revistas especializadas en el tema, también se haga lo respectivo en patentes y aplicaciones a partir de una revisión del arte previo con el fin de dar certeza en la planeación de los mismos. El diagrama de la figura 2.2.7, es muy simplista ya que no da mucha información acerca de lo que pasa en la formulación de un proyecto pero sobre todo no da margen a una búsqueda de

alternativas de ahí que se proponga mejor una metodología más formal como la de la planeación normativa para la formulación y diseño de proyectos mayormente estructurados.

La administración de proyectos es un amplio campo que está mejorando en varios campos de actividad industrial y financiera. Pero con el fin de tener una base sólida en la administración de los mismos, independientemente de su área de especialidad, tomaremos en cuenta para el presente trabajo, la conexión entre el comportamiento organizacional de los grupos de investigación que busca enriquecer una nueva forma para formular y administrar proyectos en nanotecnología y por tanto consideramos las bases de los mismos en la consideración de la planeación de los mismos.

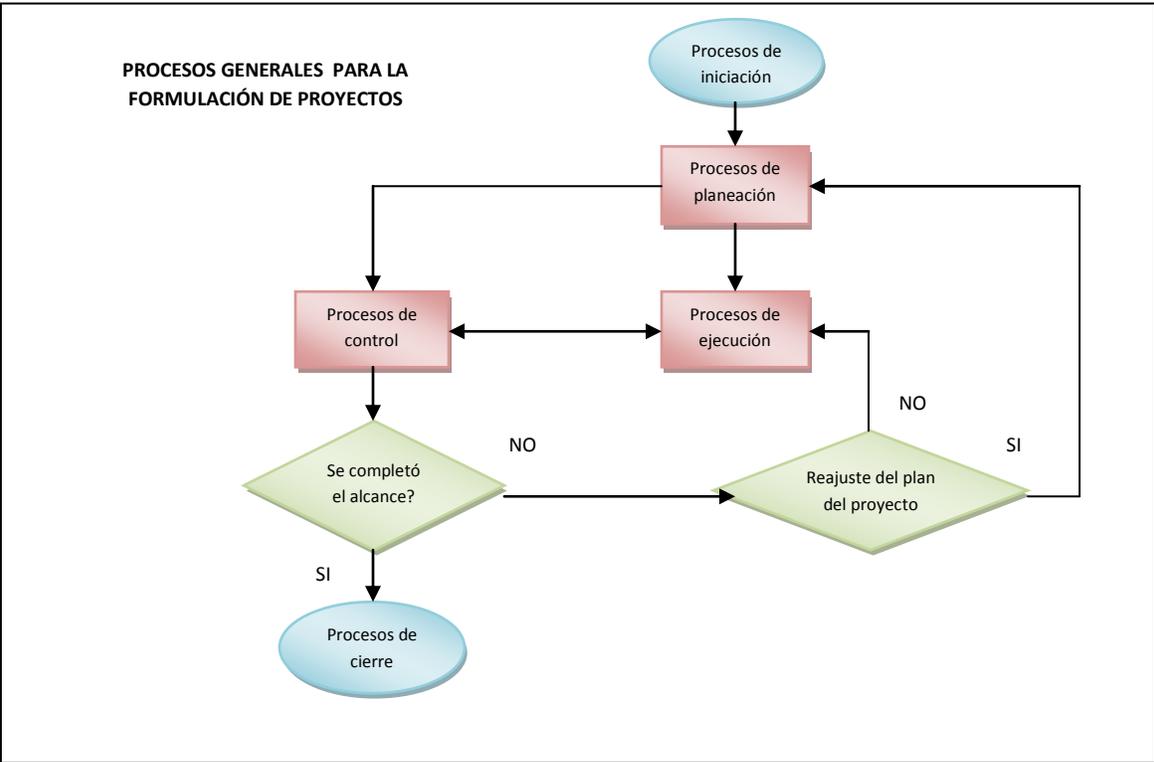


FIGURA 2.2.7

En la formulación de un proyecto de I & D (desarrollo tecnológico), implica definir con una mayor claridad lo siguiente:

- 1. La justificación desde un punto de vista económico y de su relevancia social
- 2. Los antecedentes existentes y una revisión del estado del arte en la materia

3. Los objetivos primarios y secundarios si es posible expresados en términos de dimensiones tecnológicas
4. Los resultados esperados y los criterios de éxito
5. El plan de actividades indicando la manera en que van a alcanzarse estos resultados y los sistemas de evaluación y control del plan
6. Los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para ejecutar el proyecto
7. Los arreglos institucionales necesarios así como la decisión de las variables exógenas al proyecto que pudiera afectar el logro de los objetivos. Están incluidos aquí los compromisos y responsabilidades institucionales; la composición de los organismos de dirección y coordinación del proyecto sus atribuciones y funciones. Por otro lado, deben describirse los documentos legales y contractuales que se requieran para la ejecución del proyecto así como las condiciones que se requieren para el financiamiento.

En este subsistema, se busca delimitar al proyecto y tener una idea de la situación actual del mismo con el fin de definir las estrategias y objetivos que se seguirán en su desarrollo. (6)

2.4 CONCLUSIONES

La actividad humana es muy compleja, pues intervienen muchos factores en el comportamiento de las personas. Un grupo de investigación científica que se reúne para planear sus actividades entre ellas la de investigación, tienen: costumbres, métodos, vicios, mañas etcétera, para realizar su trabajo y conseguir sus objetivos y sus metas. Pero por lo regular, no se estudian esas formas de trabajar ni se cuestionan siquiera. Y se da por hecho que lo que se hace por los investigadores está bien, pues en el marco de referencia de las publicaciones científicas, parece indicar que la forma tradicional heredada por los otros países es la correcta. Pero ¿por qué no sucede lo mismo con relación a las solicitudes de patente derivadas de resultados de investigación?, ¿por qué en otros países a parte de las publicaciones, también logran tener solicitudes de patente? Para averiguarlo en el caso de los investigadores del subsistema de la investigación científica de la UNAM, es que se propone como marco teórico de referencia, la utilización de la Metodología de Sistemas Suaves de actividad humana para problemas no estructurados, esperando encontrar algunas respuestas que nos aproximen a la situación real de la problemática y poder plantear alternativas de solución con la ayuda de esta metodología, por otro lado, esta metodología tiene la virtud de que además de ser un proceso de aprendizaje, también es un proceso iterativo que permite cada vez mejorar la investigación de la situación real a través de imágenes enriquecidas y de los modelos conceptuales y corregir las omisiones durante el proceso.

La metodología de la planeación normativa por otro lado, plantea la investigación del estado del arte en el subsistema de la formulación del proyecto y que como ya se ha dicho, para las solicitudes de patente es una condición necesaria conocer el estado del arte para aproximarse a la novedad en el mundo y garantizar la obtención del título de explotación. Con la modificación en la etapa de formulación del proyecto, se espera que sea una buena herramienta para mejorar la actividad inventiva de nuestros investigadores en el subsistema.

CAPÍTULO TRES: ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA

3.2 CONCLUSIONES

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA

Para establecer la forma de trabajo entre los grupos de investigación y el facilitador o consultor externo, se presenta la siguiente propuesta de estrategia a seguir, para la identificación y posibles soluciones de problemas organizacionales complejos con grupos de investigación científica de del subsistema de la investigación científica de la UNAM, para coadyuvar a incrementar la participación en nanotecnología.

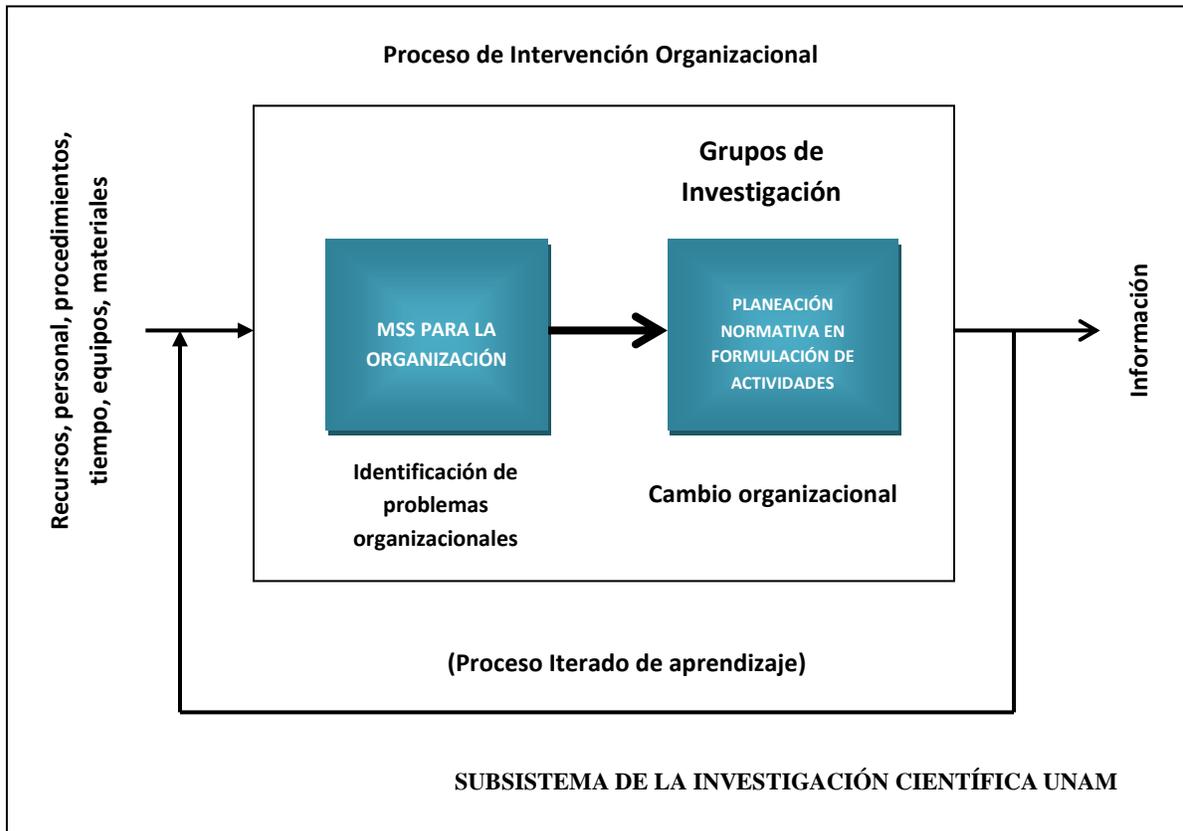


FIGURA 3.1 MODELO GENERAL DE LA ESTRATEGIA PROPUESTA

De la figura 3.1, se muestra la estrategia general propuesta donde se considera una primera actividad inicial para la identificación de problemas organizacionales mediante la metodología de sistemas suaves para el diagnóstico de los mismos y su implantación en mejoras propuestas para las actividades de investigación en Nanotecnología.

La estrategia comprende un proceso de intervención dentro de la organización (grupos de investigación que estén trabajando o que quieren trabar la nanotecnología o áreas afines en la UNAM) y es a través de esta intervención organizacional, para que se incremente la actividad de proyectos o acciones en nanotecnología más de lo que se llevan a cabo hasta hoy,

identificando las causas del bajo interés y desempeño en la Nanotecnología que la OECD ha reportado.

Una segunda actividad, tiene que ver con la implantación de una nueva organización para coadyuvar a una mejor administración de la actividad de investigación así como a la formulación de proyectos, acciones, estrategias etcétera, mediante la metodología de planeación normativa en los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM en general y en particular para la Nanotecnología.

3.1.1 Proceso de la estrategia planteada

Para llevar a cabo la estrategia y su intervención, se hace necesario conceptualizar a la organización (Grupo de investigación en el subsistema de la investigación científica de la UNAM) desde la metodología de sistemas suaves principalmente para las relaciones interpersonales y políticas que tiene una estructura, que cuenta con recursos y personas con determinados fines para alcanzar metas y objetivos dentro de su estructura organizacional.

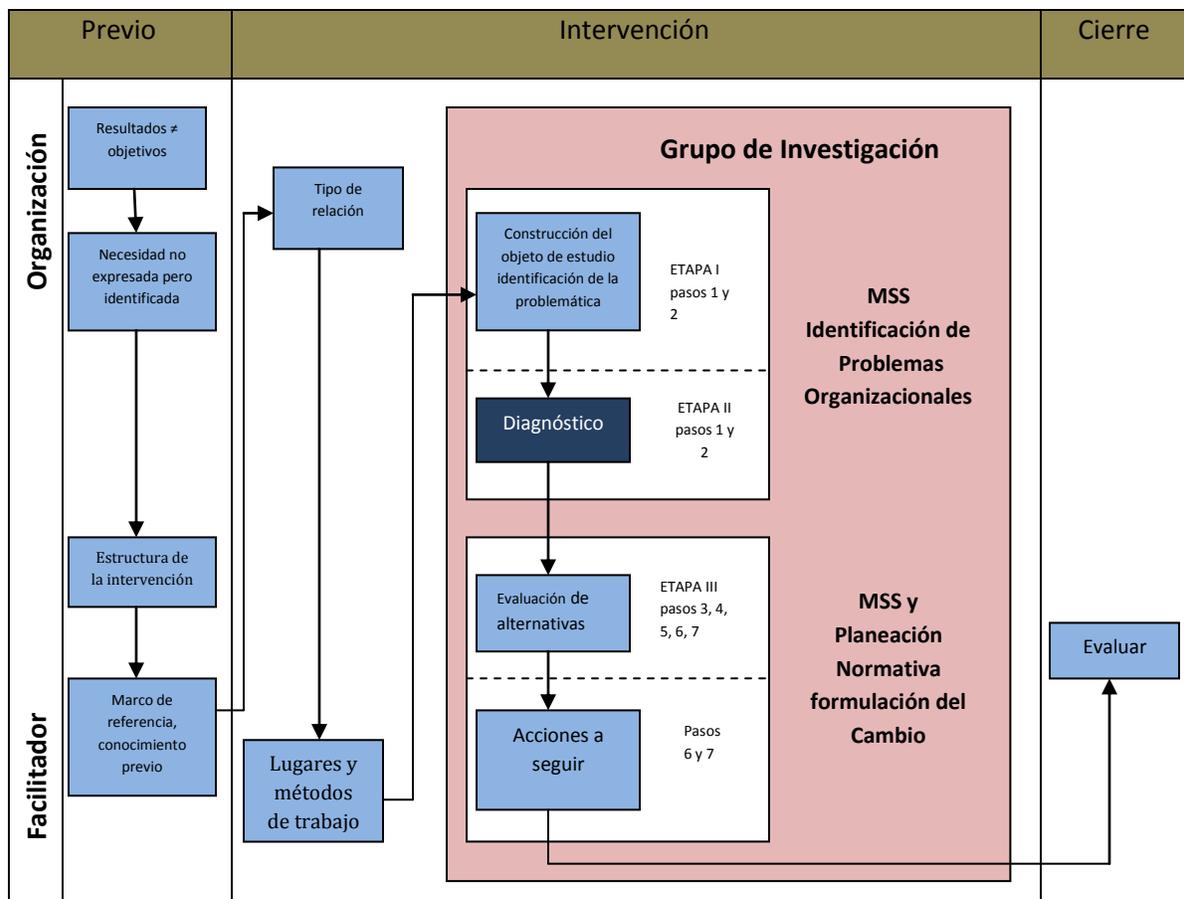


FIGURA 3.2 MODELO GENERAL DE INTERVENCIÓN EN LA ESTRATEGIA

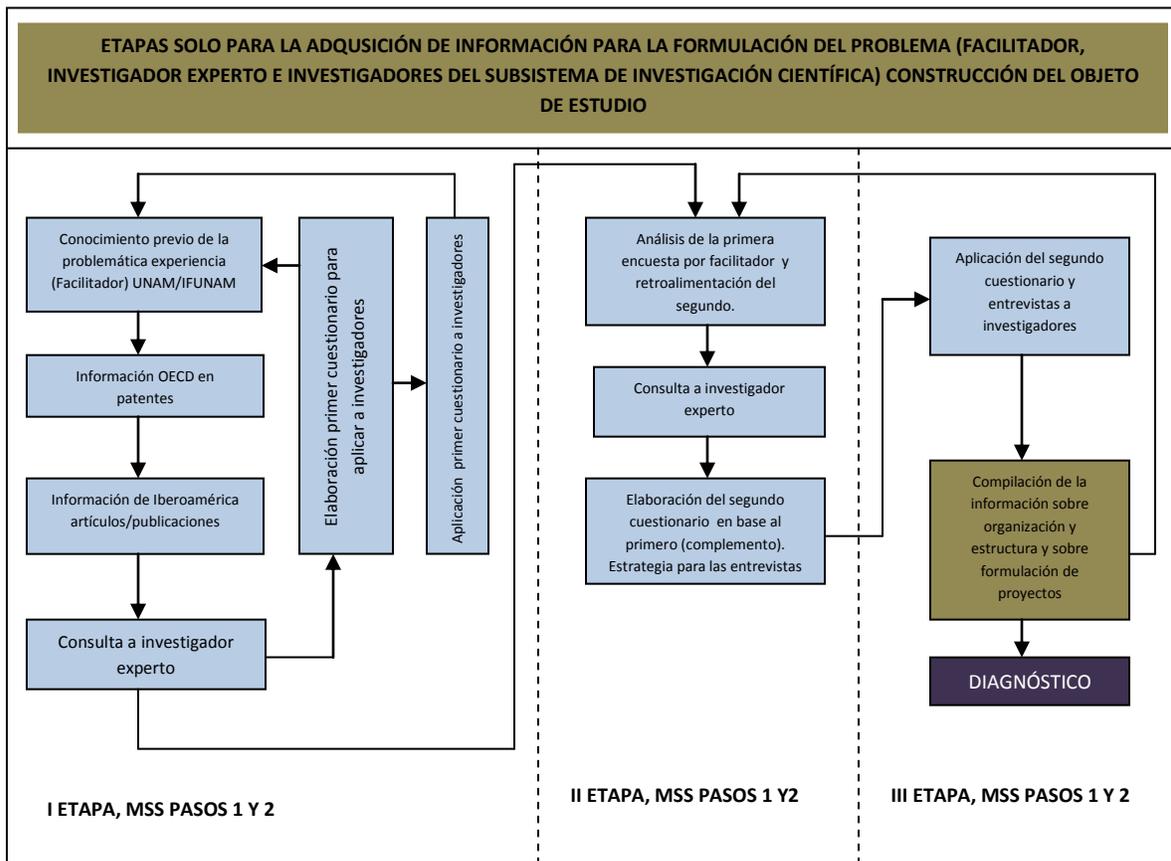
Ver a un grupo de investigación científica dentro de una problemática en Nanotecnología en la que los investigadores mismos no ven un problema como tal, y estando dentro de políticas y normatividad con que se rigen, y al no ver a la actividad inventiva incluida en sus proyectos de investigación como algo importante, es que se propone una investigación mediante la metodología de sistemas suaves, en donde no hay problema predefinido y en donde por lo dicho, el problema principal es detectar el porqué de esta situación (la baja productividad en solicitudes de patente en nanotecnología).

La actividad de investigación se enfoca en las personas (investigadores) que interactúan y que el producto de su actividad son los resultados de los proyectos (información) que son sus productos. Los grupos de investigación (la organización) cuentan con actividades bien definidas mediante una cierta estructura funcional. Asumo que los problemas operativos son no estructurados, son complejos y están relacionados con la actividad humana.

El modelo general de la estrategia figura 3.2, inicia con los resultados no identificados (patentes y publicaciones) por los investigadores y que aparecen muy por debajo de lo esperado según reporte de la OECD, así que hay una necesidad no expresada ni identificada por la organización (grupo de investigadores). A partir de ahí se propone el presente trabajo. La intervención se da mediante el facilitador que cuenta con cierto conocimiento acerca del subsistema de la investigación científica de la UNAM y mediante la asistencia de un investigador experto dentro de dicho subsistema. El conocimiento previo por parte del facilitador y el conocimiento del investigador experto, establecieron las bases para el desarrollo del presente trabajo. Para elaborar los materiales de la investigación para establecer el diagnóstico del bajo desempeño en Nanotecnología (solicitudes de patente) del subsistema.

En la figura 3.3, se muestra la estrategia a seguir para conseguir la información necesaria para el **diagnóstico**, que fue a través de entrevistas a investigadores del subsistema mediante cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas y que se formularon conjuntamente con el investigador experto y el facilitador (ver Anexo 1 del presente trabajo). Se abordaron básicamente dos rubros muy generales en los cuestionarios. El primero, que tiene que ver con la forma, elementos y consideraciones, que los investigadores realizan sus proyectos de investigación y la cartera de proyectos. El segundo tiene que ver con la organización, funciones y políticas institucionales y la forma en cómo se relacionan los investigadores dentro del grupo de trabajo y sobre todo como se toman las decisiones.

Los cuestionarios y preguntas aplicados a los investigadores aparecen en el Anexo 1, del presente trabajo. Pero por conocimiento previo y sabiendo que los investigadores no contestarían todas las preguntas escritas en los cuestionarios, es que se decidió entrevistarlos personalmente con el fin de obtener la mejor información posible que pudiese ser de utilidad para la obtención de información, y establecer las base para detección de los sistemas relevantes en el paso 2 de la Metodología de Sistemas Suaves, y poder obtener la definición raíz y realizar los subsiguientes pasos de la metodología.



Se detectó como la principal actividad de esta organización, la formulación y ejecución de los proyectos de investigación y la motivación para ello, por lo que se propone conjuntamente con la MSS, la metodología de planeación normativa para ser usada en la formulación de dichos proyectos en nanotecnología, con la ayuda de analistas como tales como del departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y así lograr implantar una mejora en la formulación y alcance de los proyectos para un futuro. En la figura 3.4 muestra las actividades y los participantes en la consecución de la estrategia propuesta en este trabajo para las diferentes etapas de la estrategia.

3.1.2 Etapas de la estrategia

En la figura 3.5 se plantearon las actividades a seguir empleando la metodología de sistemas suaves y la metodología de planeación normativa. Para cada etapa de la intervención (4) y se sugieren diferentes herramientas para la realización de las mismas. En la identificación de los problemas organizacionales se emplean dos etapas con sus respectivas actividades.

Actividad primaria	MTR	Etapa/Actividad	Participantes	Nivel organizacional
Identificación de problemas organizacionales	MSS	Etapa I Construcción del objeto de estudio 	Facilitador Investigador experto grupo de intervención (investigadores)	Operativo
		Etapa II Diagnóstico 	Facilitador Investigador experto grupo de intervención (investigadores)	
Formulación del cambio organizacional y operacional	Planeación Normativa	Etapa III  Evaluación de alternativas y Plan de implementación y políticas	Facilitador Investigador experto	Táctico-estratégico y operativo

FIGURA 3.4 PRATICIPANTES EN LA ESTRATEGIA

ETAPA I: La construcción del objeto de estudio

En la construcción del objeto de estudio, se toma como base el análisis del sistema al que pertenece y las relaciones que tiene con su entorno, así como el análisis dentro de la organización, nos permitirán identificar las partes de su conformación y de qué manera afectan estas partes del sistema a su entorno y viceversa.

Se deben establecer los distintos subsistemas que lo conforman. En la variable temporal se establece el estado actual en que se encuentra la organización estableciendo un estado de lo que se quiere idealmente para el futuro. Con esto, se puede empezar con el establecimiento de

los parámetros e indicadores de avances que servirán para etapas posteriores. En la construcción del objeto de estudio es realizado por facilitador conjuntamente con el investigador experto para lo cual se toman como herramientas:

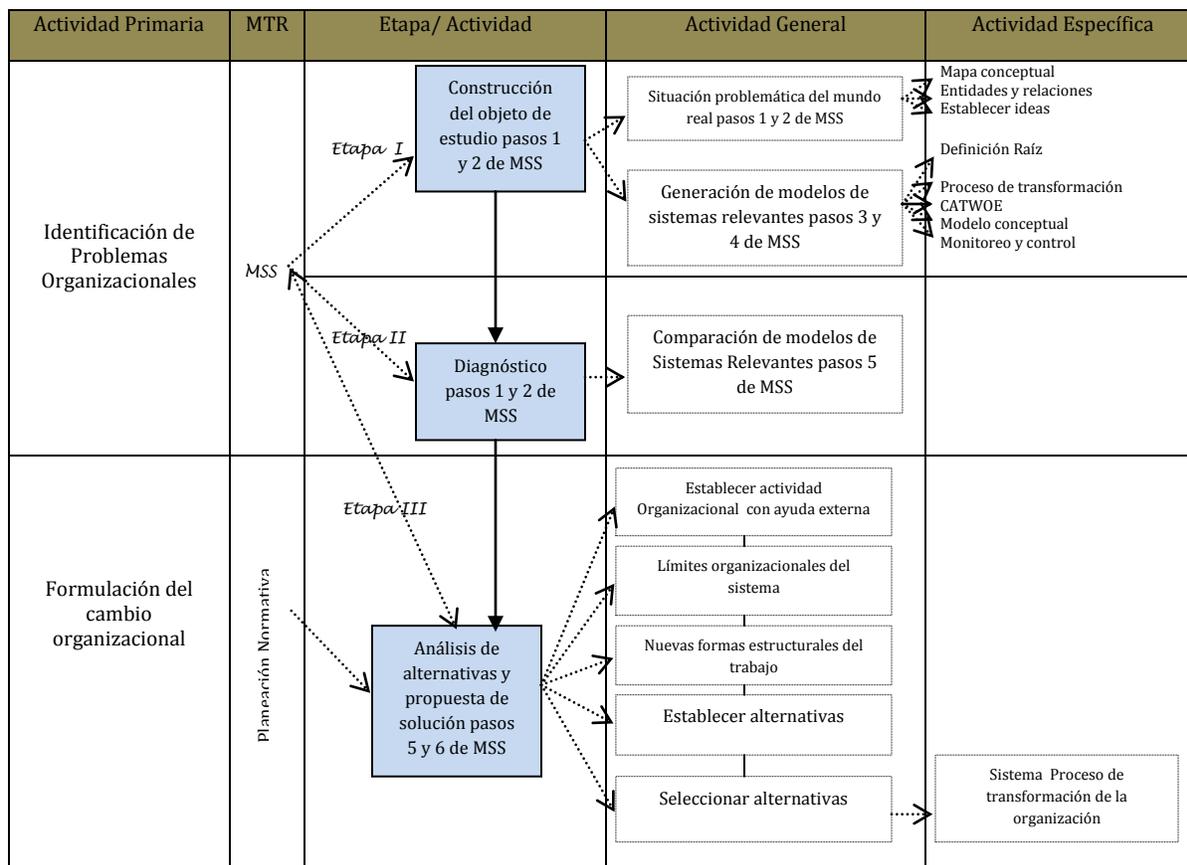


FIGURA 3.5 ACTIVIDADES DE LA ESTRATEGIA

- Un Análisis del entorno
- La estructura organizacional y la estructura funcional
- El análisis de participantes mediante el CATWOE
- Descripción de los procesos

ETAPA II: La realización de un diagnóstico

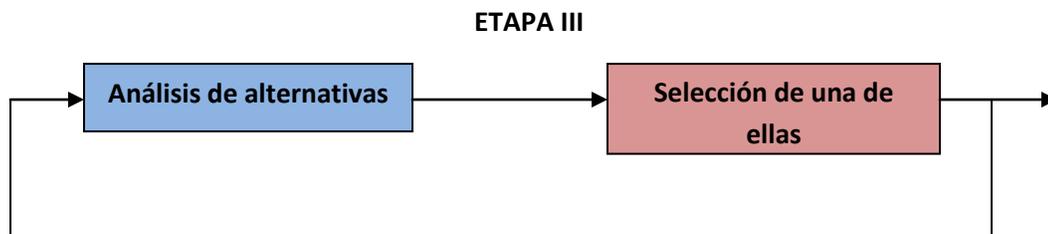
En esta parte es importante por la aportación de la organización la información de la situación problema para ello se recomienda hacer entrevistas y llevar a cabo técnicas participativas con los integrantes de la organización involucrados en cada proceso para que conjuntamente se identifiquen los problemas más relevantes a los que se enfrentan, así como el análisis de sus resultados o efectos que estos produzcan. Se establece dentro de un grupo de problemas el

problema central sus causas y efectos dentro de la organización. El trabajo de esta etapa es realizado por el facilitador para lo cual se recomiendan:

- Entrevistas
- Revisión del tipo de literatura
- Verificación física de la operación
- Observación del comportamiento en juntas
- Procesos funcionales
- Comunicación e identidad
- Toma de decisiones
- Liderazgo y autoridad
- Cooperación
- Competencias internas
- Grupos
- Procesos operativos
- MSS

ETAPA III: Líneas de acción y Plan de implantación

En esta etapa se consideran la evaluación y selección de alternativas para la mejora y el plan de implantación y las políticas para mejorar conjuntamente ya que el trabajo con investigadores científicos es permanente y hay que estar abierto al cambio además de que es preferente diseñar estrategias conjuntas en donde las líneas de acción será la base para la elaboración del plan de implantación.



En la detección de líneas de acción mediante el análisis de alternativas posibles, se debe de hacer su evaluación en base a las posibles soluciones dentro de un modelo general para la solución del problema y el planteamiento de objetivos. El facilitador realizará la labor más

importante y la propuesta de soluciones tomando en cuenta: El marco de referencia empleado y el diagnóstico. Para establecer el plan de implantación se deben de validar las líneas de acción.

La planeación la implantación con las soluciones seleccionadas en donde se pondrán las medidas e indicadores de desempeño, los recursos destinados a asegurar la implantación, cambios en la estructura, funciones etcétera y conseguir los cambios propuestos para la mejora de la organización.

El proceso de la implantación obedece a la jerarquización de las necesidades particulares de la organización. Es importante decir que el plan de acción para realizar los cambios no es determinado por el facilitador únicamente sino que es establecido en conjunto con los distintos niveles de poder en la toma de decisiones de la organización.

El proceso de la implantación debe ser formalizado mediante reporte escrito y entregado al grupo estratégico de la organización en el que se detalle entre otras cosas:

- La estrategia a seguir
- El alcance de la misma
- Los objetivos a lograr
- Metodología
- Etapas a realizar detalladas
- Duración
- Proyectos
- Costos
- Requerimientos

3.1.3 Estrategia para la intervención organizacional

Previo a la intervención (4)

La intervención organizacional es un proceso planeado que se define a partir de la necesidad expresada por un miembro de la organización para resolver una situación que considera problemática en la que los resultados de las actividades de la organización no alcanzan los objetivos planeados e inicia al entrar en contacto con un facilitador interno (analista) o un externo un (consultor) que cuenta con el conocimiento (marco de referencia) metodológico para conducir un proceso de mejora dentro de la organización.

Por parte de la organización:

Resultados ≠ de objetivos

Al inicio de la intervención, hay que evaluar cómo se ha comportado la dirección de la administración, en los niveles táctico y estratégico para conducir a la organización desde lo que es el estado actual hasta lo que sería el estado ideal, comparando lo que se ha hecho contra lo que se debería haber hecho. Hecha esta comparación se determina si hubo una desviación y de qué tipo entre la dirección ideal perseguida con la realidad de la organización y se plantean las estrategias a seguir para asegurarse de que la organización alcance ese estado ideal determinado.

Necesidad expresada

Dado el contacto entre el facilitador o consultor y la organización, es obligado tener una reunión con la estructura formal de la misma en los niveles estratégicos y tácticos. En esa reunión el facilitador determina si se cuenta con el escenario necesario para la realización de la intervención, evaluando las necesidades de la organización, el tiempo y demás recursos para realizarla, los resultados que la organización desea alcanzar dentro del proceso de la intervención, así como el compromiso en los distintos niveles dentro de esta para realizar dicha intervención. En el presente trabajo, la necesidad no fue expresada.

Por parte del facilitador

Estructura de la intervención

A partir de la definición de la misión y objetivos de propia intervención así como los resultados que la organización desea tener de acuerdo con su naturaleza, es necesario plantear la estructura que se seguirá en el proceso de intervención. Aquí el facilitador la estructurará dentro de su marco de referencia de conformidad con los conocimientos con que cuenta de las organizaciones. Se define líneas de control, comunicación y dirección entre el facilitador y los niveles táctico y estratégico con poder de decisión dentro de la organización. En esta etapa el facilitador debe establecer al menos:

- Objetivos de la intervención
- Resultados deseados del proceso de intervención
- Vías de comunicación y líneas de contacto
- Dirección
- Mecanismos de control

Una vez fijados estos puntos, se determina si la intervención se realiza o no al empatar las necesidades expresadas por la organización con las soluciones que el facilitador y la

intervención ya estructurada pueden ofrecer. Se establecen los objetivos alcanzables, los recursos con los que se contarán para el proceso, se miden también los riesgos con los que se pueden enfrentar, resistencia al cambio. Se establece también la relación Facilitador-Grupo de intervención, ya dentro de la organización.

Inicio de la intervención

Establecida la relación Facilitador-Organización. Se plantean y definen los resultados reales que se buscan y los que si se pueden lograr, se definen los indicadores y la manera en que las mejoras serán medidas, los límites de tiempo en que se llevará a cabo este proceso de acuerdo al análisis preliminar hecho por el facilitador en donde se contemplan:

- Resultados alcanzables
- Selección de indicadores y métricas
- Restricciones de tiempo
- Recursos disponibles
- Compromiso de la dirección

Selección del lugar y métodos de trabajo

El facilitador deberá establecer un acuerdo con el grupo de intervención en cuanto al lugar y el método de trabajo que llevarán a cabo en donde:

- Se definen los recursos materiales, y equipos con que contará el grupo de intervención, (para el presente trabajo, esto no se considero).
- Se establecen los horarios y necesidades de ingreso a las áreas físicas de la organización (visitas a los laboratorios y cubículos).
- Se asignan a las personas que conformarán el grupo de intervención dentro de la organización estableciendo si saldrán de la operación de manera intermitente o estarán de tiempo completo involucrados en el proceso (en este caso solo se contó con la participación del investigador experto)
- Se establece un calendario de juntas informativas para verificar los avances en caso de requerirse (para este trabajo, quedaron abiertas las juntas en todo momento)
- Se establece un calendario para la entrega de reportes por parte del facilitador, que está comprometido a entregar los resultados definiendo así el tipo de entregables para cada etapa.

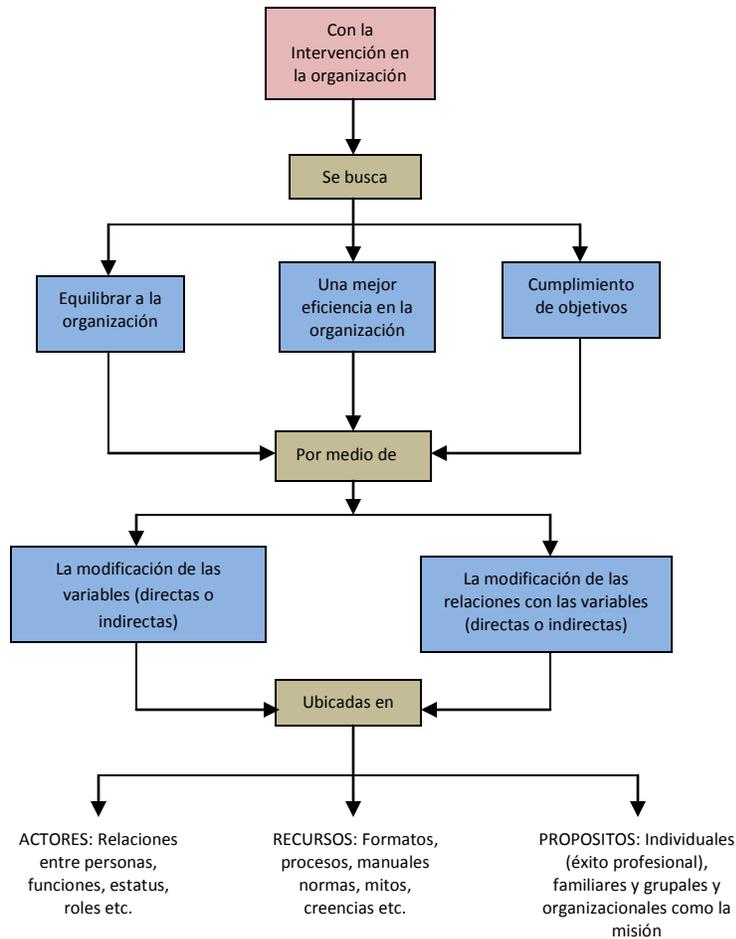


FIGURA 3.6 LO QUE SE PRETENDE CON LA INTERVENCIÓN (4)

Intervención- Aplicación de la metodología propuesta

La figura 3.6 establece la relación de lo que se pretende con una intervención. Esta etapa define a través de qué actividades se realiza el cambio programado dentro de la organización para lograr las reformas que se buscan. Es una etapa en que el facilitador no puede definir por si mismo las actividades y los alcances de cada una de las propuestas de solución solo se actúa y se mide. Se sigue la medición de la condición inicial, se realiza una actividad de mejora y se realiza una nueva medición en periodo determinado de tiempo. El principal compromiso del facilitador es hacer que los cambios planteados se realicen y generen resultados dentro de la organización en que se ha realizado la intervención, la labor del facilitador no es solo

proponer las mejoras sino asegurarse de que los cambios sean implantados en la operación dentro de la organización, pero para el presente trabajo, sería muy difícil asegurar que la propuesta de los cambios organizacionales sea tomada realmente en cuenta.

El cierre

El último paso en la implantación se establece un proceso de evaluación sobre el desarrollo completo de la intervención y la determinación de en qué medida se cumplió el objetivo de la misma al comparar los resultados obtenidos con los objetivos propuestos. Al final de la intervención, se realiza esta comparación de objetivos planteados inicialmente para medir el desempeño de la estrategia, en este caso, como fue una necesidad no expresada por la organización o los grupos de investigación, quedaría la evaluación final de la intervención a criterio de los investigadores y del investigador experto.

3.2 CONCLUSIONES

La intervención organizacional es un proceso que se planea, que se define a través de una necesidad detectada por una organización para resolver una situación dada. Pero ¿qué pasa cuando la organización no sabe que tiene un problema y nadie lo manifiesta?, ¿puede un facilitador o consultor externo intervenir para buscar una mejora a la problemática no expresada?, ¿el consultor externo adopta el carácter de monitor externo del desempeño como es el caso en el presente trabajo?

El interés de buscar una mejora de la situación, hace que el papel del facilitador o de consultor, sea el que exprese la problemática y por tanto, asuma como un reto que la organización se convenza de que si hay un problema y que por tanto, habrá que buscar una solución. Se debe entender que el presente trabajo, es una iniciativa desde el exterior a la organización en donde la organización presiente la existencia del problema pero no lo hace explícito en parte por la forma en cómo se encuentra la organización y por su propia la normatividad existente. Se hace necesario contar con conocimiento previo para detectar que hay un problema, pero para establecer una estrategia para encontrar una solución, se debe trabajar conjuntamente con alguien de la organización para establecer la estrategia, con miras a recolectar información que no es obvia y que pudiera proporcionar los elementos de posible solución del problema.

La metodología de sistemas suaves, prácticamente nos da la pauta para elaborar esta estrategia al contar con los siete estadios o pasos. Pues para establecer las tres etapas I, II y III que se proponen, nos indica en que pasos previos se debe establecer para el diagnóstico buscado y a partir de este, establecer la búsqueda de alternativas de solución. La parte de la estrategia para la captura de información a la hora de las entrevistas, también debe considerarse un proceso de aprendizaje e iterativo ya que las interpretaciones personales, pueden dar un sesgo en la búsqueda de la realidad del problema, de ahí que se haya seleccionado a la (MSS) por el carácter de que se puede perfeccionar en el proceso.

CAPÍTULO CUATRO: APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

4.1 MARCO INICIAL DE REFERENCIA.

4.2 CONCLUSIONES

4.1 MARCO INICIAL DE REFERENCIA.

La propuesta metodológica para mejorar la participación de los grupos de investigación en el área de la Nanotecnología, surge de una **intervención**, dentro de un grupo de investigadores del Instituto de Física de la UNAM años atrás. La relación fue muy compleja pues necesitaban recursos para sobrevivir académicamente, ya que el CONACYT en ese año, no les otorgó financiamiento para apoyar sus proyectos de investigación. Así el líder de proyecto junto con sus colaboradores, se dedicaron a buscar recursos por todas partes hasta que el desaparecido Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICYTDF), emitió una convocatoria para otorgar recursos a proyectos en diferentes áreas de la ciencia y la tecnología del Distrito Federal. Investigadores de la UNAM, del IPN, de la UAM y otras instituciones de educación superior, acudieron a la convocatoria.

La convocatoria exigía dentro de sus políticas para otorgar los recursos, que además de artículos de investigación entre otros productos, se comprometerían a obtener y registrar al menos una **solicitud de patente**. Así, me invitan a establecer una función de consultor externo al grupo, para garantizar que dentro de la formulación de su proyecto de investigación, se cuente con al menos una solicitud de patente en Nanotecnología. Después de la etapa de revisión de los proyectos, el ICYTDF decide otorgar los recursos al grupo. Los recursos, fueron otorgados para que en un período de dos años, el grupo se comprometería a registrar al menos una solicitud de patente, entre otros productos de investigación.

El ICYTDF decide separar por institución la firma de los convenios. Por parte de la UNAM, acudieron a la firma además del grupo del Instituto de Física, grupos del Instituto de Investigaciones en Materiales, del Instituto de Astronomía y otros. Antes de la firma se llenaron unos formatos de compromiso donde los jefes de grupo, tendrían que comprometerse a registrar al menos una solicitud de patente. Firmado el compromiso, el ICYTDF, se comprometería a otorgar los recursos en las siguientes semanas. Así que en la etapa previa a la intervención, hubo una entrevista con el jefe de proyecto, en donde se planteo la problemática del grupo de investigación, que nunca se habían enfrentado a este tipo de exigencias.

En la formulación del proyecto que se presentaría ante el ICYTDF, hubo componentes académicos, operativos, funcionales y de responsabilidades, pero también hubo una componente política. Finalmente después del primer año, el grupo registra su primera solicitud de patente en nanotecnología.

Desde entonces he dado seguimiento a la actividad en nanotecnología, ya que la investigación en ese campo está creciendo a nivel mundial a una manera muy acelerada y siento que sería una amenaza quedar fuera muy pronto de la carrera en nanotecnología, pues la figura de la patente en cierta forma, impide que otras personas puedan reproducir procesos o productos en sus posibles investigaciones futuras en nanotecnología sin permiso de sus propietarios de

patentes. Así empezarán a aparecer aspectos de carácter legal y comercial además del aspecto académico.

Hacer un diagnóstico de la situación problemática en este aspecto, implica tener que emplear una metodología que nos aproxime a la realidad y que nos permita buscar alternativas de solución. En el presente trabajo se hace una adaptación nuevamente, entre metodologías aplicadas a organizaciones productivas con fines de lucro y una organización como una universidad que tienen otras metas y objetivos como la UNAM.

La metodología de sistemas suaves de “*Checkland*” para problemas de actividad humana no estructurados, tiene componentes que se pueden adaptar a la situación problema en estudio. Los problemas suaves son difíciles de definir tienen un componente social y político grande, la estructura de organización de un grupo de investigación, es compleja y está sometida a presiones externas e internas en sus relaciones, por lo que no se tiene una idea bien definida de cuáles son las relaciones entre lo interno y lo externo. Ver a los grupos de investigación como células que forman un tejido como país es muy complejo y por tanto es más difícil verlo en conjunto. Se percibe que los investigadores o no se dan cuenta que tienen una baja productividad en resultados en nanotecnología como país, o no están lo suficientemente conscientes de ello. Por otro lado, instituciones externas y nacionales como el CONACYT, si aportan recursos pero no han logrado una buena forma de organización para avanzar en este rubro. Resulta interesante ver cómo otros países lo han hecho y han mejorado en su productividad. Por otro lado, las redes en nanotecnología que se están formando, están reproduciendo las estructuras de cómo se ha investigado bajo la misma estructura organizacional que han visto y es por eso mi interés en el tema. Así, la referencia es investigar cuales son las causas por lo que se da la baja productividad, buscar un diagnóstico que nos lleve a una solución para mejorar.

Los reportes de la OECD y de las organizaciones Iberoamericanas, nos muestran una situación desde el punto de vista como país en relación a la nanotecnología, lo cual involucra diferentes elementos que intervienen en la problemática en México. El gobierno con sus diferentes dependencias, CONACYT, SNI, SEP y demás del caso, han demostrado poco interés en el tema, otras instituciones de educación superior conjuntamente con la UNAM han formado “REDES” en nano-ciencias y nanotecnología (8) como representación nacional aunque las hay también dentro de la misma UNAM. Pero en donde se hace la mayor investigación científica en México, es en la UNAM en su subsistema de la investigación científica y es por ello que el presente trabajo, se concentra en este sistema.

ETAPA PREVIA

Asumiendo el rol de Facilitador

La relación con los jefes de proyectos se ha dado en un marco de colaboración abierto y de confianza pues antes de abordar el problema se hicieron varias reuniones tanto con los

investigadores como con el investigador experto, para poder establecer la problemática. Conjuntamente con ellos, se elaboraron una serie de cuestionamientos en relación a si aplicaban alguna metodología en la formulación de sus proyectos y demás actividades de investigación, si su organización en la formulación de las actividades era adecuada o no, si contaban con el equipo suficiente para realizarlos, si consultaban bases de patentes para formular sus proyectos, si consideraban a la actividad inventiva como forma de trabajo entre otras preguntas. Pero sobre todo si estaban consientes de la baja productividad en nanotecnología.

Siguiendo la estrategia planteada, en la etapa previa, en la figura 4.1 se presenta la idea general a seguir, el facilitador parte de un marco de referencia establecido para abordar la problemática, toda vez que la organización no sabe que hay un problema pero quiere saber qué hacer para resolverlo o mejorar.

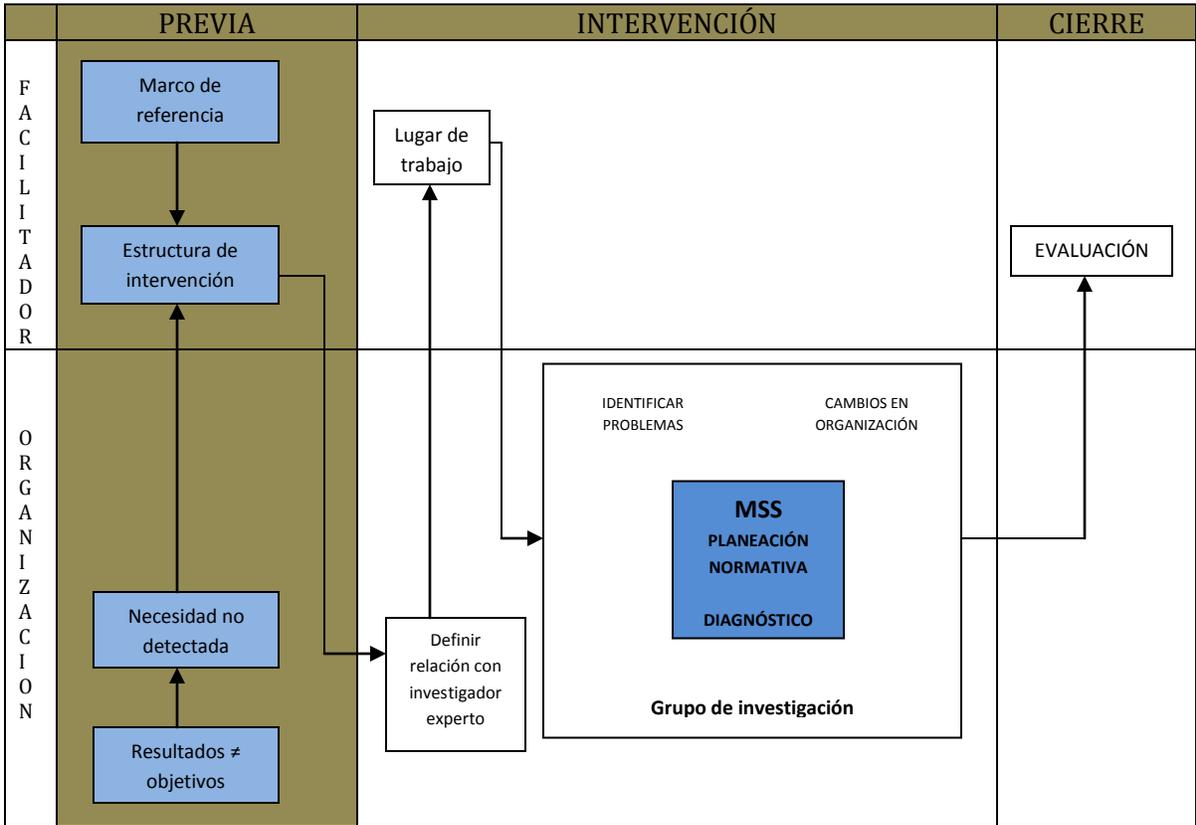


FIGURA 4. 1 ACTIVIDADES DE LA ESTRATEGIA GENERAL

Partiendo de la figura 4.1 El marco de referencia del facilitador se enmarca en el enfoque de sistemas previo a la interacción con los grupos de investigación a considerar, donde se visualiza a la actividad del investigador como un sistema y sus respectivos subsistemas. El

sistema en si es la actividad del grupo que comprenden varios subsistemas que aparecen en esta etapa y que aparecen en la tabla siguiente.

ETAPA PREVIA: MARCO DE REFERENCIA

Trabajo de investigación de los grupos VS:

- Formulación de proyectos en general y particular I & D, cartera de proyectos
- Actividad inventiva
- Políticas internas /externas

La relación con los jefes de proyecto como se dijo es de manera abierta y permanente, en este sentido el factor tiempo no ha sido una limitante. Todos están de acuerdo en querer incrementar la productividad por lo que ellos siempre están dispuestos a cooperar con la información que sea necesaria.

ETAPA PREVIA: RESULTADOS ≠ OBJETIVOS

- Ver a los grupos de investigación como una organización que realiza investigación científica para la contribución científica del país.
- Lugar: Ciudad Universitaria UNAM, subsistema de la investigación científica.
- Objetivo de los grupos: Realizar investigación científica
- Comunicación: Directa y permanente con jefes de proyectos e investigador experto.
- Hay una problemática del desempeño de los grupos de investigación comparada con el desempeño de otros grupos en otros países particularmente en nanotecnología.

La precepción de mejorar siempre ha sido una expectativa, como se mencionó. Pero las políticas tradicionales de investigación, no obliga a los investigadores a comprometerse de manera permanente de entregar resultados de investigación en determinada área como es el caso de una empresa en donde están bien definidas la funciones dentro de la organización y por ello, no lo ven como un problema que merece ser resuelto en el corto plazo.

Por otro lado, los conceptos de monitoreo del desempeño internos, indicadores tangibles o intangibles, son llevados a cabo por los Consejos técnicos de cada dependencia universitaria pero estos se basan en resultados generales y no por resultados en una determinada área de investigación. Por lo que los consejos técnicos no serían instancias para monitorear el desempeño en particular en nanotecnología por ejemplo. Son instancias para la promoción dentro del sistema de evaluación personal y no como si fuera gerencia.

ETAPA PREVIA: NECESIDAD NO EXPRESADA

Objetivo de la intervención: Detectar que es lo que sucede en los grupos de investigación en su baja productividad en solicitudes de patente en nanotecnología y ver que se puede hacer para que impulsen e incrementen su productividad en nanotecnología.

Descripción de la idea de la investigación: Se tiene cierta información previa acerca de la baja productividad en nanotecnología pero es necesario contar con información más precisa para poder establecer alternativas de solución.

La estructura del proceso de intervención, depende de la experiencia del facilitador y de su marco de referencia. Los problemas aparentes, las situaciones complejas sin causas determinadas o la raíz del problema, son el enfoque de inicio para decidir abrir paso a una intervención. Problemas de comunicación, de normatividad de responsabilidades de políticas de la institución de problemas individuales de orden de personalidad etcétera, tienen que estar relacionados con las personas en las actividades de organización involucradas.

Dentro de los elementos para el análisis, se cuentan con herramientas duras enfocadas a los procesos, así como herramientas suaves centradas en la actividad humana y la combinación de ambas. Se pueden hacer conjeturas acerca de la problemática pero para ello si se requiere el rigor del diagnóstico.

Visto como sistema son las personas las que logran resultados, así que independientemente de una situación política, académica, de relaciones etcétera, cuando una persona quiere lograr algo buscará hacerlo de ahí que se trate la estrategia como un sistema suave.

ETAPA PREVIA: ESTRUCTURA DE LA INTERVENCIÓN

La nanotecnología fundamentalmente requiere de equipos muy costosos y sofisticados para lograr avances, se requiere de laboratorios y sistemas de información y obviamente recursos para operar. Se requiere de espacios para la discusión y el debate que son realizados por personas y que son una entidad social que buscan metas y objetivos.

El subsistema de la investigación científica cuenta con laboratorios y equipos repartidos entre institutos de investigación y facultades de distintas áreas del conocimiento y particularmente en: Física, Química, Ciencia de materiales, Electrónica, Biotecnología, que son las áreas en donde se están concentrando los mayores resultados de la investigación en nanotecnología en el mundo.

Cada instituto o facultad cuenta con grupos de investigación y estos a su vez con sus respectivas líneas de investigación. Los grupos que se han interesado en investigar sobre nanotecnología, han creado redes de colaboración al interior y al exterior de la UNAM con el fin de lograr más avances en el tema y están siendo apoyados por el CONACYT. En la Red de Nano-ciencias y Nanotecnología. (8)

El personal: La mayoría de los investigadores están contratados para hacer investigación científica la mayoría cuentan con doctorado aunque hay gente con maestría en menor cantidad.

Su estructura jerárquica es compleja pues van desde investigadores titulares A, B, C, hasta técnicos académicos en cuanto a su situación contractual. Pero por ser una organización educativa y de investigación, siempre están rodeados de estudiantes en etapa de aprendizaje.

El mundo cambiante en la ciencia y la tecnología hace que las líneas de investigación también cambien en función de modas como lo fue la superconductividad en su momento y ahora es la nanotecnología. Particularmente la nanotecnología muestra ser un área multidisciplinar en donde una línea de investigación abarque más de una disciplina y esto lo vuelve aún más complejo. La interacción grupo a grupo en el interior o con grupos en el exterior no se realiza mediante un control o dirección pues hay un principio que es la libertad para investigar.

Así, la intervención podría tardar mucho analizando cada parte por lo que la limitaremos a dos grupos de investigación en el Instituto de Física y tres en el Instituto de Investigaciones en Materiales.

Establecida la etapa previa, se procede a la etapa de intervención, no sin antes tener claro que en la etapa previa, no se hizo de manera formal con protocolos ni documentación escrita ni mucho menos con estadísticas que permitieran proporcionar lo malo en la producción científica de los investigadores. No existe un marco o indicador hecho por alguien en la UNAM para decir que la producción en nanotecnología es baja. Esto se sabe, gracias al informe de la OECD al respecto, como se indicó en el capítulo primero del presente trabajo.

ETAPA DE INTERVENCIÓN

Apegándose a la propuesta, en la etapa de intervención (figura 4.2), se llega a la definición de la relación entre el facilitador y la organización, en este caso con el grupo de investigadores. La relación propiamente es abierta, entrevista a los colaboradores, a los estudiantes, a los técnicos académicos, a las instalaciones, laboratorios etcétera pues la UNAM es institución pública. Por lo que las líneas de comunicación se han dado en entrevistas a todo el personal y a diferencia de una empresa privada no se firmó nada relacionado con la confidencialidad. Como dato, pudiera haberse dado la confidencialidad de haber estado en contacto con un proceso acerca del descubrimiento de propiedades de investigación susceptibles de patentar, pero es este lapso no lo hubo. No hay definición en el alcance de la intervención pues sigue estando abierta.

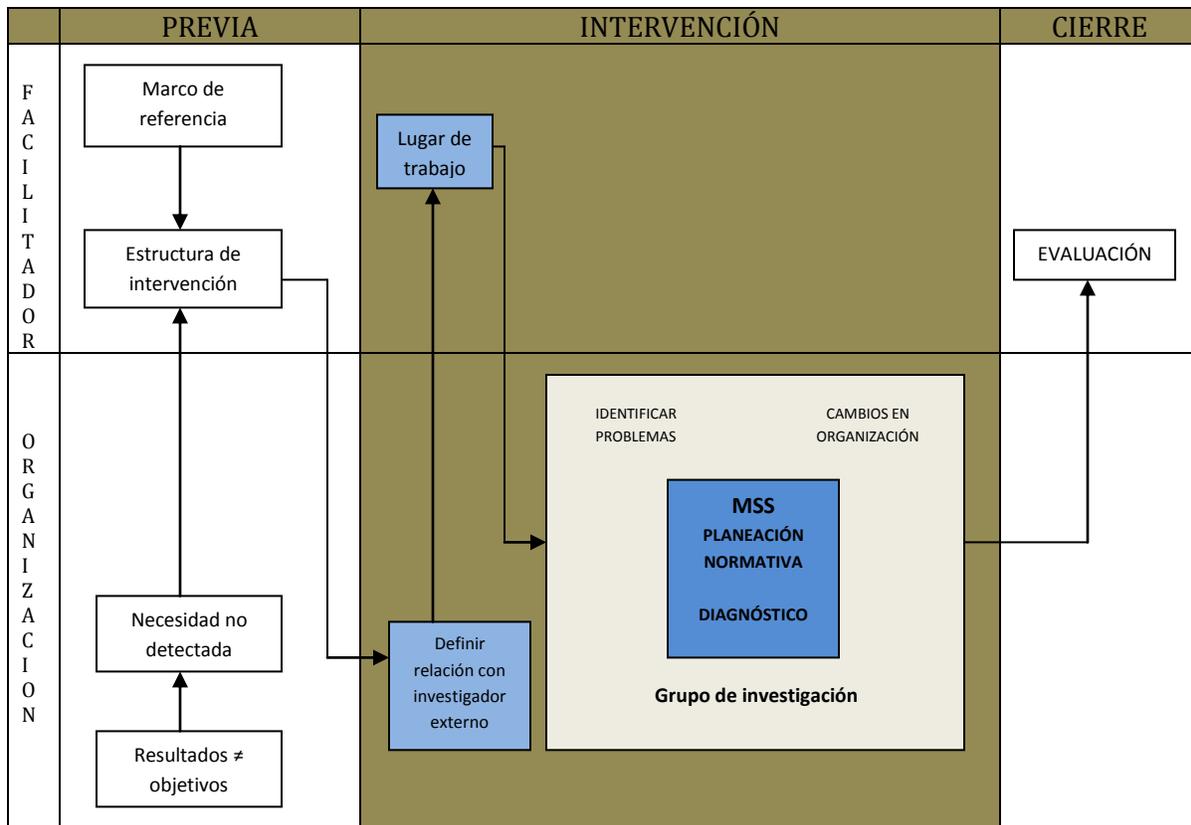


FIGURA 4.2 ETAPA DE INTERVENCIÓN DE LA ESTRATEGIA

ETAPA INTERVENCIÓN: DEFINIR LA RELACIÓN

Los grupos de investigación dentro de la organización, pertenecen al subsistema de la investigación científica de la UNAM. Estos grupos están adscritos a algún instituto de investigación y por políticas internas son autónomos en cuanto a sus actividades de investigación. Estos grupos deciden, planean, se organizan, se reparten responsabilidades de manera autónoma y sus resultados son evaluados por los consejos técnicos de cada instituto o facultad. Por tanto tienen la libertad de hacer la investigación que más les interese.

Por lo que definir la relación del Facilitador con la organización en una eta inicial fue la de hacer un diagnóstico en cuanto a la forma en que se llevan a cabo las funciones de planeación de proyectos para la investigación en nanotecnología particularmente actualmente para ver cómo podría mejorarse.

Para el lugar de trabajo no hubo ningún inconveniente, dentro del campus de Ciudad Universitaria se llevaron las reuniones de trabajo y en ocasiones fuera del mismo.

ETAPA INTERVENCIÓN: LUGAR DE TRABAJO

El lugar de trabajo se realizó de manera permanente al interior de la UNAM en cubículos, salas de juntas, laboratorios. Pero donde se estableció la mejor comunicación fue al exterior del campus. Lo único que se estableció con los investigadores fue pedir las citas con antelación para restablecer la comunicación.

De manera tal que se llevaron a cabo:

- Comunicación permanente con el investigador experto.
- Entrevistas con jefes de proyectos, no estructuradas de manera informal la mayoría pero también las semi-estructuradas con respuestas abiertas.
- Entrevistas con personal que maneja equipos de manera informal.
- Entrevistas con colaboradores, no estructuradas de manera informal la mayoría pero también las semi-estructuradas con respuestas abiertas.

Se llevaron actividades en cuanto a las actividades del trabajo como:

- Identificación de tareas.
- Las interacciones entre personas.
- Compilación de observaciones de los participantes (investigadores)
- Identificación de actitudes.

A diferencia de una empresa, el grupo de intervención por parte de la organización fueron los mismos investigadores y el investigador experto.

La construcción del objeto de estudio se planteó en el capítulo uno del presente trabajo y como se dijo, el planteamiento se inició con una necesidad de un grupo de investigadores en un momento dado y por otro lado surge el informe de la OECD referente al desempeño como país en nanotecnología en patentes, pero también en producción de publicaciones. Un aspecto importante también en los reportes es el apoyo importante de los gobiernos de los otros países para el desarrollo de la nanotecnología y comparado con el apoyo gubernamental de México a través del CONACYT parece que es muy poca la aportación en proporción.

Por otro lado, se refiere a un diagrama general de cómo los investigadores formulan sus respectivos proyectos con apoyos gubernamentales.

ETAPA INTERVENCIÓN: CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

El objeto de estudio por otro lado podría ser más complicado si se desarrolla toda la variable de la propiedad intelectual. El uso de las patentes para hacer investigación, es algo que se hace en otras partes de mundo y es complicado por el factor propiedad de la patente que impide a que otros produzcan o utilicen la patente para lo que sea sin la autorización del dueño de la patente.

Sin embargo, también es cierto que se está trabajando jurídicamente para que los resultados establecidos en una patente puedan ser usados como un artículo en el proceso de futuras investigaciones.

Pero el objeto de estudio se puede ver como se hace bajo el esquema de sistemas suaves en donde la percepción del mundo depende de cómo se vea y desde que marco de referencias se vea.

Para un gobierno que ve los intereses de la gente como país, el saber que su producción es muy baja con respecto a otros países debiera de preocupar. Para una persona inclusive un investigador, puede no verlo como problema.

ETAPA INTERVENCIÓN: EL DIAGNÓSTICO

Para el diagnóstico, se contó con la participación de investigadores jefes de proyecto y colaboradores, pero en particular con el investigador experto, así como personal operativo y no se incluyeron a los estudiantes ya que están de paso en la organización hasta terminar sus trabajos de tesis. Con el objeto de acercarse a la realidad, se elaboraron preguntas abiertas y cerradas en relación a la cartera de proyectos (vera Anexo 1 del presente trabajo). Estos cuestionarios fueron la base para realizar las entrevistas a los investigadores. Las entrevistas fueron realizadas sabiendo que algunas preguntas no serían contestadas por el conocimiento previo de la situación, así que se llevaron con mucho cuidado para no generar desconfianza. En el Anexo 1 del presente trabajo, se muestran las preguntas y cuestionarios que sirvieron de base para las entrevistas y cuyo resultado se muestran en las tablas TA1.1, TA1.2, TA1.3 y TA1.4 de dicho anexo. En dichas tablas se puede apreciar las preguntas relacionadas con funciones y actividades de administración de la organización básicas para un buen funcionamiento

En virtud de la información obtenida, se procedió a ubicar la situación problema con la ayuda de un diagrama causa-efecto (figura 4.3) para detectar la baja producción en nanotecnología, en este diagrama, se pueden apreciar seis causas principales de las cuales la causa que destaca más fue la de **actitudes de los investigadores** en cuanto a que contiene un mayor ramal seguido de los **fallidos intentos de motivación**. En la tabla T4.1 aparecen descritas las sub-causas que se detectaron y las otras cinco causas están descritas en el Anexo 1 del presente trabajo. Así, si los investigadores quisieran investigar nanotecnología, no habría una razón imperiosa que se los impidiera, pues está en ellos el querer hacerlo. En las tablas del Anexo 1, se explican detalladamente las causas observadas, resultado de las entrevistas y los cuestionarios que se utilizaron para lograr este diagnóstico.

En la tabla T4.2 se muestra de manera resumida los resultados que sirvieron de diagnóstico y base para establecer la “Definición Raíz” mediante la realización de CATWOE y la consecución de los demás pasos de la Metodología de Sistemas Suaves. Los siete estadios de la metodología, aparecen en el Anexo 2 del presente trabajo.

La definición raíz del sistema y su actividad en la investigación científica que constituye la actividad principal para asegura la calidad de la investigación, podría verse como una oportunidad para desarrollar mejores proyectos no solo en nanotecnología sino en cualquier área.

El sistema relevante, es la unidad funcional donde se realiza la actividad principal del sistema, es conformado por los investigadores que son los que llevan a cabo el proceso de transformación y que también son los responsables las actividades, de la operaciones y del proceso de monitoreo de la calidad de la investigación.

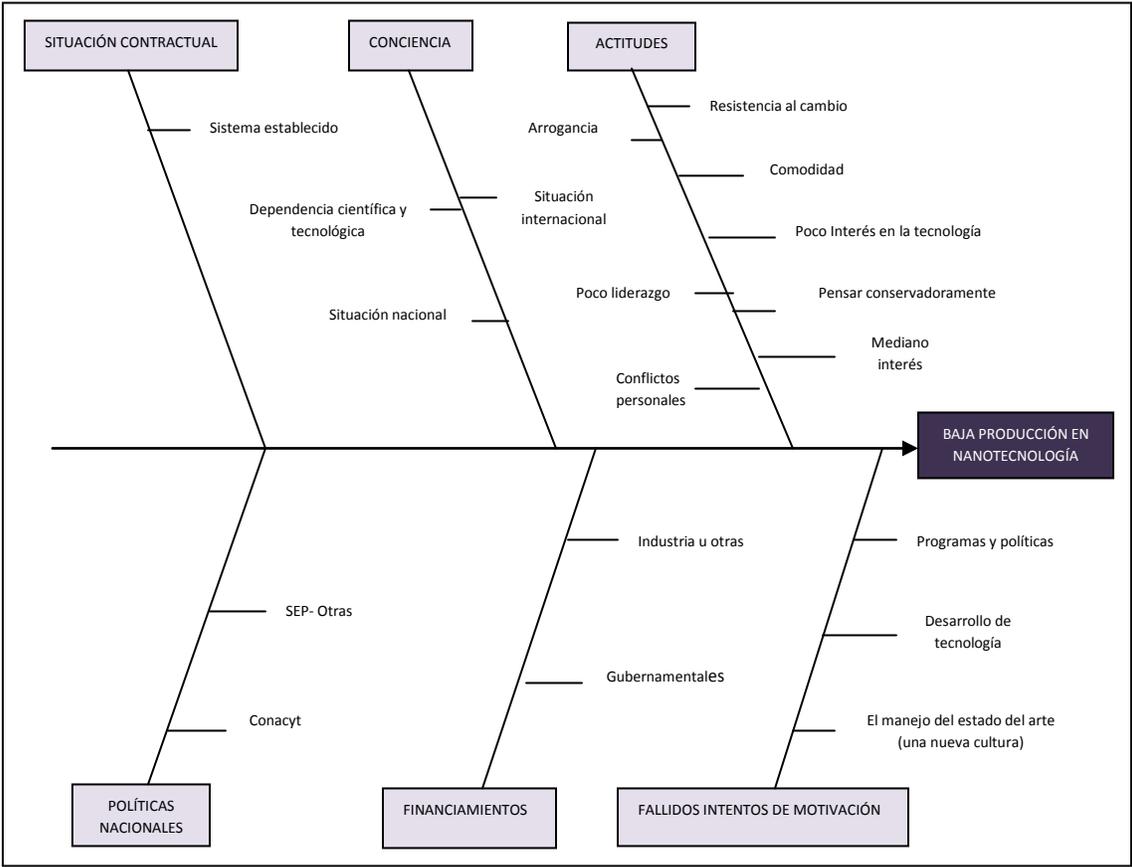


FIGURA 4.3 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO PARA DETECTAR BAJA PRODUCCIÓN EN NANOTECNOLOGÍA

ACTITUDES
Arrogancia. - Muchos investigadores desprecian el trabajo de otras disciplinas y por ello, no fácilmente aceptan a otras personas para colaborar, creen que no necesitan otras disciplinas complementarias y que pueden hacer todo ellos solos. Creen que su planeación es la correcta porque nadie les ha dicho lo contrario.
Resistencia al cambio. - Los investigadores que han desarrollado una línea de investigación en determinada área a lo largo del tiempo, ya no tan fácilmente entrarían en otras líneas de investigación, sobre todo los que más han trabajado que son los que toman las mayores decisiones en la investigación. Por otro lado, al menos en los últimos 20 años se ha impuesto un sistema para la investigación en lo que más cuenta, son los aspectos básicos más que aplicaciones o desarrollo de tecnología. En el caso de la Nanotecnología, solo ven una parte que es la del desarrollo y caracterización de propiedades físicas y químicas de nano estructuras a los que se ha dado en llamar nano ciencias.
Mediano interés. -Aproximadamente la mitad de los investigadores, muestran un mediano interés más que en la nanotecnología en las nano ciencias. Lo cual es bueno pero no suficiente.
Comodidad. - Algunos investigadores han adoptado actitudes de comodidad y ya no quieren incursionar en nuevas líneas de investigación porque han desarrollado cuotas anuales al sistema establecido, esto es, cumplir con el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACYT, estímulos locales etcétera.
Poco interés en la tecnología. - Para la mayoría de los investigadores la tecnología es otra actividad que no han considerado como parte de la continuidad de sus actividades propias de investigación.
Pensar conservadoramente. - Investigadores que actúan y piensan en el pasado, de cómo se hacían las cosas en lo establecido y quieren seguir haciéndolo.
Conflictos personales. - Dentro de algunos grupos de investigación, surgen ocasionalmente conflictos interpersonales debido a: envidias, egoísmos, complejos de superioridad, descalificaciones y burlas, competencias desleales, que son características de la condición humana, generando ambientes no aptos para el trabajo productivo
Poco liderazgo. - Cambiar cuesta mucho trabajo para los investigadores que han trabajado por años una misma línea de investigación y se han convertido en líderes académicos y de investigación. Lo que hace ver que haya poca motivación o ninguna, para incursionar en nuevos proyectos y desarrollos con otra visión de futuro e insertarse en un nuevo paradigma del mundo en donde se exige más que hace 20 o 30 años y hay una mayor competencia en todo y en todo el mundo

TABLA T4.1

En las ETAPAS I y II, se obtuvo el diagnóstico y se procedió con la consecución de la estrategia general con las actividades de la Metodología de Sistemas Suaves de Checkland en las etapas o estadios 3, 4, 5, y 6 de dicha metodología. Como ya se mencionó, el Anexo 2 del presente trabajo, se presenta completo el procedimiento de dicha metodología, por lo que en dicho anexo, vemos que a partir de la metodología se muestran los sistemas de actividad humana de los grupos de investigación, y de donde se observa que el sistema relevante o pertinente es el referente al de la investigación pues los subsistemas derivados de otras actividades en la mayoría de la veces dependerán del primero.

Para establecer la definición raíz del sistema pertinente, se utilizaron la visión enriquecida y las relaciones entre los grupos de investigación para elaborar CATWOE y que se muestra también en dicho Anexo.

RESUMEN DIAGNOSTICO:	
CARTERA DE PROYECTOS	<i>Los investigadores tienen un sistema establecido de información y administración en la propiedad intelectual muy deficiente y por tanto hace que se tenga poca asistencia a la hora de plantear actividades en nanotecnología. La mayoría no integra una cartera acerca de proyectos, semejante a como se maneja en la industria. No hay una buena metodología de administración de proyectos particularmente en la parte de la formulación. Otra cosa importante es que no se buscan posibles aplicaciones mediatas o inmediatas de los posibles resultados de investigación, (no hay una cultura) es decir, no se hace prospectiva y hay muy poca actividad inventiva. Lo cual indica en parte el bajo desempeño en solicitudes de patente.</i>
FORMULACIÓN DE PROYECTOS I & D	<i>La mayoría de los investigadores no piensan en desarrollo de tecnología (aspecto importante para la nanotecnología), no investigan el estado del arte, no formulan en base a la prospectiva tecnológica.</i>
CULTURA ORGANIZACIONAL	<i>Es una organización muy simple que ha trabajado así por décadas y que no se ha actualizando respecto a la competitividad que se tiene en otros países. La actividad inventiva no se ha considerado como una actividad obligatoria en la UNAM, por lo que difícilmente de seguir así, se pueda ser más productivo en cuanto a patentes y solicitudes. La estructura debe aceptar la ayuda e incluir en sus actividades cotidianas, a otros expertos en otras disciplinas adecuadas para mejorar la productividad y con esto, genera una nueva cultura organizacional para mejorar.</i>
PODER Y MOVILIDAD EN LA ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN	<p><i>Basándonos en el diagrama de movilidad-dependencia (Figura A1.1 del Anexo 1), el Jefe de proyecto se encuentra en la zona de poder, pues cuenta con la última palabra en las decisiones. Esto significa que convenciendo a los jefes de proyecto para llevar a cabo las adecuaciones organizacionales y las asesorías externas necesarias para mejorar sus actividades en general y en particular lo relacionado con la nanotecnología.</i></p> <p><i>Los colaboradores tienen en cambio la posición de conflicto en el diagrama pues tendrán que consultar aspectos relevantes con los jefes de proyecto antes de decidir.</i></p> <p><i>Finalmente, los estudiantes y personal operativo, se encuentran en la zona 4 de mucha dependencia y baja motricidad pues básicamente, solo acatarán ordenes de los investigadores y jefe de proyecto.</i></p>
ACTITUDES DE LOS INVESTIGADORES	<i>Del diagrama causa efecto (figura 4.3), lo que más destaca para seguir con la baja productividad en nanotecnología son la actitudes de los investigadores más que otra cosa. Pues no tienen algo realmente que les impida hacer investigación en nanotecnología. Los jefes de proyecto no están atados a algo que se los impida. Por tanto si quisieran están en condiciones con una pequeña ayuda de gente externa a la organización.</i>

TABLA T4.2

DEFINICIÓN RAÍZ

Un sistema de grupos de investigación científica y del que la UNAM es poseedora para investigar nano-ciencias y nanotecnología, mediante una organización ad-hoc para realizar proyectos y estrategias de investigación y así incrementar el conocimiento en nanotecnología mejorando la calidad y cantidad en artículos de investigación y solicitudes de patente.

ETAPA III: EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación es el enjuiciamiento sistemático de la valía o el mérito de un objeto, lo que siempre supone un juicio en base a la obtención de información adquirida y que liga al concepto de valor. El objetivo básico es comparar y calificar al objeto con otros objetos de la misma especie a partir de una escala de valores a fin de establecer un orden. Esta tarea exige precisar lo que se llaman ventajas y desventajas en la asignación de recursos para un fin dado. En otras palabras, se debe establecer cuáles son los patrones de comparación que se van a utilizar y como se podrían medir.

Se trata en todo caso de señalar el máximo de las ventajas y el mínimo de las desventajas, pero las ventajas y desventajas resultaran cualitativa o cuantitativamente distintas según el criterio de evaluación que se elija. Por lo que se trata de establecer cuál será el criterio de evaluación.

Después de que se hace una evaluación y la presentación de resultados, el decisor deberá contar con parámetros para discernir cual de las propuestas de análisis se apega a lo establecido previamente o cumple con las necesidades requeridas.

Una vez formuladas las alternativas, es necesario elegir una de ellas, esta elección está basada en una evaluación comparativa de las diferentes alternativas. La cantidad de esfuerzo que debe aplicarse a la comparación depende de:

- a) El costo potencial económico y de valores de la selección de la mejor alternativa.
- b) Cuán evidente es la eficacia relativa de esta alternativa.
- c) El costo de llevar a cabo una evaluación suficiente y cuidadosa

La evaluación pretende abordar el problema de la asignación de recursos en forma explícita, recomendada a través de distintas técnicas que muestren adecuadamente patrones y normas

técnicas que permitan demostrar que el destino que se pretende dar a los recursos es el óptimo.

Para el presente trabajo, se optó por hacer uso de la técnica de **matrices para la evaluación y selección de alternativas**. En particular, las **matrices del rango de actuación** que constan de un arreglo de dos matrices en donde se busca seleccionar la mejor alternativa de un conjunto de alternativas en dos etapas, en la primera matriz (primera etapa) Tabla (T4.4) se analiza cada una de la alternativas de acuerdo con los resultados obligados (lo mínimo) que previamente han sido definidos por los participantes. Si se estima que una alternativa cumplirá un resultado obligado se anota un SI en la celda correspondiente de la primera matriz, en caso contrario se anota un NO. Asimismo, el grupo participante (en este caso, el investigador experto y el facilitador), establece los criterios de selección. Por ejemplo pueden acordar que solo se permitirá un NO para que una alternativa sea aceptada (en este caso se acordó tener hasta dos NO para ser aceptada). Al término de esta etapa se obtiene el conjunto de alternativas que se estima cumplirá con los resultados obligados.

En la segunda etapa Tabla (T4.5), las alternativas que fueron seleccionadas de la etapa anterior, son nuevamente valoradas, de acuerdo al grado con el que se aproximan más a los resultados deseados (lo máximo) de la organización. Para esto, en la segunda matriz, a cada alternativa se le asigna una calificación de 1 a 5 para cada uno de los resultados deseables, y se multiplican por sus correspondientes pesos específicos que previamente han sido establecidos. Por último, se jerarquizan las alternativas aceptadas de acuerdo a las calificaciones resultantes.

Estas matrices se vinculan estrechamente con el diseño de medidas de desempeño y definir los parámetros de desempeño, permite establecer un rango o banda de actuación. (9)

Teniendo en mente la amenaza de quedar fuera de la participación en nanotecnología a nivel internacional, y antes de realizar las alternativas de solución al problema cabe la posibilidad de hacer un análisis mediante una matriz DAFO para ayudar a establecer los criterios y ponderación para las matrices de actuación, en la matriz DAFO, se puede observar cómo a pesar de que la participación en solicitudes de patente demostrado por la OECD, es baja en comparación con el resto de los países miembros, las oportunidades en este momento siguen siendo mayores que las amenazas por ello vale la pena hacer todo lo que sea necesario para hacer que los investigadores primero de sientan atraídos por el campo de investigación e incrementar la investigación de manera más nutrida de lo que se ha hecho hasta ahora.

En la tabla T4.3, se han escrito tres alternativas de solución para la situación problema de esta investigación después de la consulta con el investigador experto y en análisis de la matriz DAFO, y se procedió a realizar el procedimiento de la selección de las alternativas.

<p style="text-align: center;">FUERZAS INTERNAS </p> <p style="text-align: center;">FUERZAS EXTERNAS </p>	<p>FORTALEZAS</p> <p>La UNAM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Cuenta con RH en distintas áreas del conocimiento 2.- Cuenta con la Infraestructura de equipos y laboratorios aunque hay que modernizar ciertas áreas de investigación en equipos. 3.- Se tiene un buen sistema de información 4.- Tiene prestigio (una buena imagen). 5.- Tiene uno de los mejores presupuestos destinados a universidades del país. 6.- Experiencia en gestión de tecnología 7.- a pesar de que el gobierno no ha apoyado la nanotecnología como otros gobiernos de otros países, con una buena organización y voluntad de los investigadores se pueden alcanzar mejores resultados. 	<p>DEBILIDADES</p> <p>La UNAM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Se mueve muy lentamente para adecuarse a una nueva situación u oportunidad 2.- Hay desorganización en determinadas áreas 3.- Es muy grande para reaccionar a los cambios. 4.- Es tan grande que la interacción entre varias disciplinas se da muy poco. 5.- No se ve una dirección estratégica clara para la nanotecnología.
<p>OPORTUNIDADES</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- En el presente, todavía se puede buscar tener una mayor participación en patentes Nano tecnológicas, para la institución y para el país, ya que los examinadores de patentes tendrán que desarrollar criterios para el otorgamiento de títulos ya que inicia una expansión para delimitar el espacio nano-métrico para diferentes propiedades y materiales. 2.- Patentes y artículos científicos van de la mano para la obtención nuevos desarrollos tecnológicos. Si se hace el esfuerzo, hay que terminarlo en una buena aplicación en un área de especialización. 3.- Oportunidad de innovar en un área determinada y utilizar varias técnicas de prospectiva tecnológica como las curva "S". 4.- Mejorar estrategias para la investigación en nanotecnología. 5.- Integrarse definitivamente a la competencia internacional en nano-ciencias y nanotecnología. 	<p>MAX-MAX</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Aumentar la investigación en nanotecnología de acuerdo al nuevo paradigma internacional en investigación y propiedad intelectual, buscando nuevas formas de organización y formulación más completa de proyectos estratégicos. 2.- Al mejorar la organización en la investigación en general y en particular en nanotecnología, debe haber un incremento en resultados de investigación que pueden tener aplicaciones objetivas. Aumento de una mayor diversificación en áreas no trabajadas. 3.- Con una mejor organización debe haber un incremento en proyectos de nanotecnología y se incrementa la probabilidad de innovar mediante varias técnicas con la ayuda de la prospectiva tecnológica. 	<p>MAX-MIN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Se debe acelerar la administración y la normatividad para entrar en una mayor competencia internacional en nanotecnología. 2.- Se deben hacer mayores esfuerzos con los investigadores para motivarlos a dedicarle más atención a la nanotecnología. 3.- Es seguro que cuando los investigadores decidan aceptar el apoyo e interacción con otras disciplinas, mejoraran los resultados de investigación. 4.- Se deberá establecer una dirección estratégica más clara y definida para orientar las actividades de investigación en búsqueda del incremento de patentes.
<p>AMENAZAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- De no buscar una mayor participación en el desarrollo de la Nanotecnología a nivel mundial, se corre el riesgo de: Perder líneas de investigación a futuro, al dejar que otros ocupen una mayor participación en prestigio y en beneficios económicos. 2.- Perder la oportunidad de participar en desarrollos tecnológicos y una participación económica para los desarrolladores y sus instituciones. 3.- Se corre el riesgo de que en un futuro se cierre la investigación, ya que los propietarios de patentes que tengan derechos, impedirán que otros usen su propiedad. 	<p>MIN-MAX</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Manteniendo una buena imagen en resultados, se hace frente a la competencia. 2.- Con una mejor imagen e incremento en resultados de investigación, se puede elevar la autoestima de los investigadores y pueden participar más. 3.- Al lograr transferir resultados de investigación puede mejorar el ingreso económico para la institución y para los investigadores. 	<p>MIN-MIN</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Al no buscar una mayor participación en el desarrollo de la nanotecnología y moverse lentamente implicaría que cada vez será más difícil competir internacionalmente. 2.- Se complicaría cada vez más la participación en nanotecnología si no se actúa rápido. 3.- Si no se actúa rápido debido a la falta de dirección estratégica y se deja pasar el cierre de áreas de investigación en determinadas áreas de la nanotecnología.

ALTERNATIVAS PARA DESARROLLAR ACTIVIDADES EN NANOTECNOLOGÍA

1.- Reorganizar a los grupos de investigación para que planeen y formulen actividades de investigación en nanotecnología, incorporando a dichos grupos, especialistas externos en propiedad intelectual, y analistas de sistemas para apoyarlos en sus planes y formulación de actividades en nanotecnología. En donde los investigadores tendrían que acudir fuera del campus al Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI) a buscar apoyo en propiedad intelectual y por otro lado, buscar consultoría externa para el apoyo en la administración de actividades en nanotecnología (situación parecida a la actual). (FIGURA 1.6)

2.-Reorganizar a los grupos de investigación para que planeen y formulen actividades de investigación en nanotecnología, incorporando a dichos grupos, especialistas externos en propiedad intelectual, y analistas de sistemas para apoyarlos en sus planes y formulación de actividades en nanotecnología. En donde los externos tendrían que asistir a los lugares de trabajo de los distintos grupos que deseen realizar investigación en nanotecnología. (FIGURA 4.4)

3.- Reorganizar a los grupos de investigación para que planeen y formulen actividades de investigación en nanotecnología dentro del subsistema de la investigación científica de la UNAM en el Campus Ciudad Universitaria, en instalaciones adecuadas del subsistema de la investigación científica, donde se cuente con información centralizada en nanotecnología como bases de patentes nano-tecnológicas y afines, concentración de publicaciones en el tema de todo el mundo, revistas, tecnologías y productos que estén en el mercado, y los manuales para la fabricación de nano-estructuras, conformando un sistema de información en nanotecnología para establecer el estado del arte y tener certeza para la planeación. Que cuente con especialistas en Propiedad industrial, examinadores de patentes y analistas de sistemas para ayudar a los investigadores en la administración de actividades (programas y proyectos al corto, mediano y largo plazos de gran alcance). Que sirva de espacio para que propicie la interdisciplinaridad e interacción entre los diferentes grupos de investigación del subsistema. (FIGURAS 4.6 y 4.7)

TABLA T4.3

Análisis y cumplimiento de los resultados obligados (SI/NO)	Alternativas a considerar		
	1	2	3
Que sea una mejor forma para el trabajo interdisciplinario entre los diferentes grupos de investigación en nanotecnología y actividades de apoyo de especialistas externos en base a la Tabla (T4.8).	NO	NO	SI
Que la actividad de planeación, formulación y seguimiento pueda ser permanente y no de manera ocasional.	NO	SI	SI
Que sea más eficiente y eficaz el trabajo en la participación tanto de investigadores como de expertos externos.	NO	SI	SI
Que se pueda tener acceso directo a la información en nanotecnología de manera rápida.	NO	SI	SI
Que se puedan incrementar más rápido las actividades y proyectos en nanotecnología.	NO	NO	SI

TABLA T4.4

Análisis y cumplimiento de los objetivos deseables (BXC)	Calificación C [1-5] de las alternativas consideradas			
	Peso (B)	1	2	3
Con una nueva forma de organización, invitar a una nueva forma de colaborar con otras disciplinas y lograr una mayor participación.	1		4	4
Incrementar la actividad en nanotecnología para incrementar la participación en solicitudes de patente y publicaciones.	4		4	5
Que permita cambiar la actitud negativa de los investigadores y los invite a participar más en nanotecnología.	3		3	3
Que permita integrarse más rápidamente a la competitividad internacional.	2		3	4
TOTAL (BXC)			35	41

TABLA T4.5

Preferencia de las alternativas:

1º -Alternativa 3

2º -Alternativa 2

3º -Alternativa 1

En consecuencia, se ve que la mejor alternativa para buscar lo deseado es la alternativa 3 la creación de una nueva organización a través de la forma centralizada de la información.

Para seguir la consecución de la estrategia planteada, en la etapa III, se optó por la tercera alternativa, la organización de una unidad de información y procesamiento de actividades de investigación en nanotecnología, representa una mejor oportunidad y enmarcamos a: el establecimiento de la actividad organizacional, los límites organizacionales del sistema, los modelos de niveles estructurales, quedarían en un proyecto organizacional de una unidad de apoyo para la formulación de proyectos. Así que se propone una unidad como proyecto organizacional.

SELECCIONADA LA ALTERNATIVA 3

Como metodología y acciones a seguir, consideramos primeramente que de las alternativas derivadas del diagnóstico, la número 3 sería la mejor además, por las siguientes razones:

1. La nanotecnología es un área multidisciplinar y requiere de interactuar con varias disciplinas a la vez, por lo que tener la información concentrada en un solo lugar garantizaría la interacción de los grupos de investigación de distintas disciplinas ver (TABLA T4.6) y (2).

2. Desde el punto de vista estratégico, investigadores de varias disciplinas intercambiarían más información y experiencias.
3. Se contaría con asesoría permanente en propiedad intelectual para desarrollar la actividad inventiva, además de la asesoría legal en caso de utilizar patentes para la investigación de sus proyectos.
4. Se contaría con la experiencia de examinadores de patentes para establecer el estado del arte.
5. Se podría contar con analistas de sistemas para formular: programas, proyectos, carteras de proyectos, mega proyectos etc.
6. Se manejaría más fácilmente la información y se motivarían más los investigadores.
7. Las otras alternativas, no contarían con estas características pues seguirían investigando como lo hacen hasta ahora.
8. Recursos: La UNAM cuenta con los recursos, materiales y humanos para llevarlo a cabo.
9. Restricciones: Adecuar los espacios físicos con los que ya cuenta el subsistema de la investigación científica de la UNAM.
10. Formulación de objetivos:

Central:

- Desarrollar la investigación en nanotecnología con mayor intensidad de lo que se ha hecho.

Periféricos:

- Concentrar información del estado del arte en nanotecnología
- Conjuntar a los grupos de diferentes disciplinas en un espacio para intercambiar información
- Formular de manera permanente proyectos, programas y todo tipo de actividades en nanotecnología.
- Tener personal especializado en propiedad intelectual y administración de proyectos para el apoyo a investigadores.

Funciones propuesta:

- El personal que administre el sistema de información, dará seguimiento y actualización de la información de bases de patentes, artículos etc., proporcionará la información requerida a examinadores de patentes, abogados y a los representantes de grupos de investigación (RGI) (figura 4.6)
- El personal que administre el sistema de información en tecnología y técnicas, procesará, clasificará, ordenará y proporcionará la información a los RGI's que lo soliciten.
- Los examinadores de patentes investigarán las bases de datos para formular el estado del arte de interés que tengan los RGI's y junto con los abogados tendrán una mayor certeza para recomendar protección a posibles invenciones derivadas de la actividad. Capacitarán y darán seguimiento a la actividad inventiva.

- Los abogados darán asesoría jurídica a los RGI's en caso de posible invasión de derechos de patentes utilizadas para su investigación pero también darán un veredicto para patentar lo que tenga mayores posibilidades.
- Los administradores de proyectos y analistas de sistemas, ayudarán a la formulación de proyectos de los RGI's, desarrollarán nuevas metodologías para mejorar esta actividad. Capacitarán y llevarán el control de la actividad dentro de la unidad.
- Los RGI's, serán los investigadores que dentro de la unidad, formularán los proyectos de investigación con la ayuda de las diferentes áreas, podrán intercambiar entre ellos experiencias y disciplinas y podrán formular proyectos interdisciplinarios de mayor envergadura.
- La actividad dentro de la unidad debe ser permanente pues la investigación en nanotecnología es permanente.

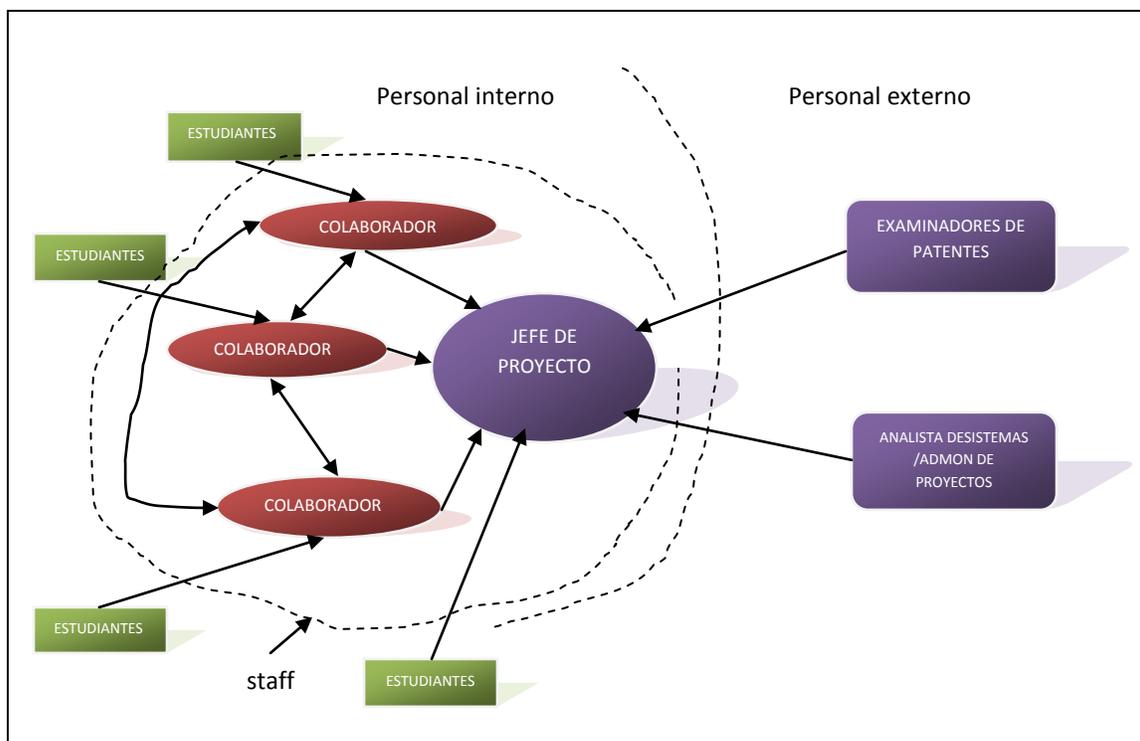


FIGURA 4.4 ALTERNATIVA 2

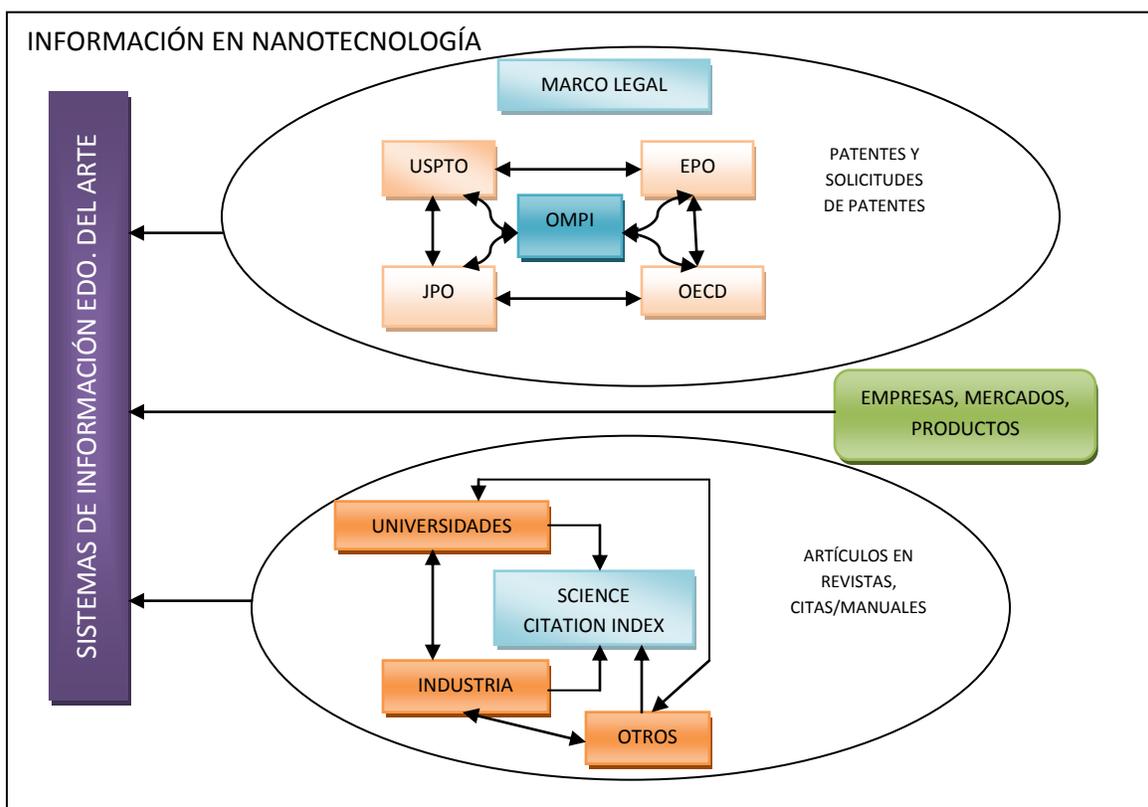


FIGURA 4.5 SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA

En la figura 4.5, se muestra el sistema de información en nanotecnología que es posible centralizar ya que la UNAM ha contado desde el pasado con la mayoría de la información que se muestra en la figura. Tener este sistema de información permitiría acceder a la información en nanotecnología de una manera más eficiente y eficaz de como esta en actual sistema. Para las patentes es necesario contar con bases de patentes de EEUU, de la Unión Europea y demás países importantes en nanotecnología, así como de la organización mundial de la propiedad industrial (OMPI), que es la que concentra la mayoría de la información en patentes en el mundo acompañada por las principales oficinas de países líderes en nanotecnología. Y en cuanto a publicaciones en la nanotecnología, se concentra la información en el "Science Citation Index", que sirve para localizar los artículos en las revistas especializadas.

La figura 4.6, muestra la forma estructurada de la nueva organización o alternativa 3 seleccionada, que es un espacio para plantear y formular actividades en nanotecnología en un mismo espacio donde confluyen distintos investigadores de los distintos grupos del subsistema de la investigación científica.

En la figura 4.7, se puede apreciar la centralización de los distintos grupos de investigación concentrado en la UIPAIN, que propiciaría la multidisciplinaridad ente los diferentes grupos.

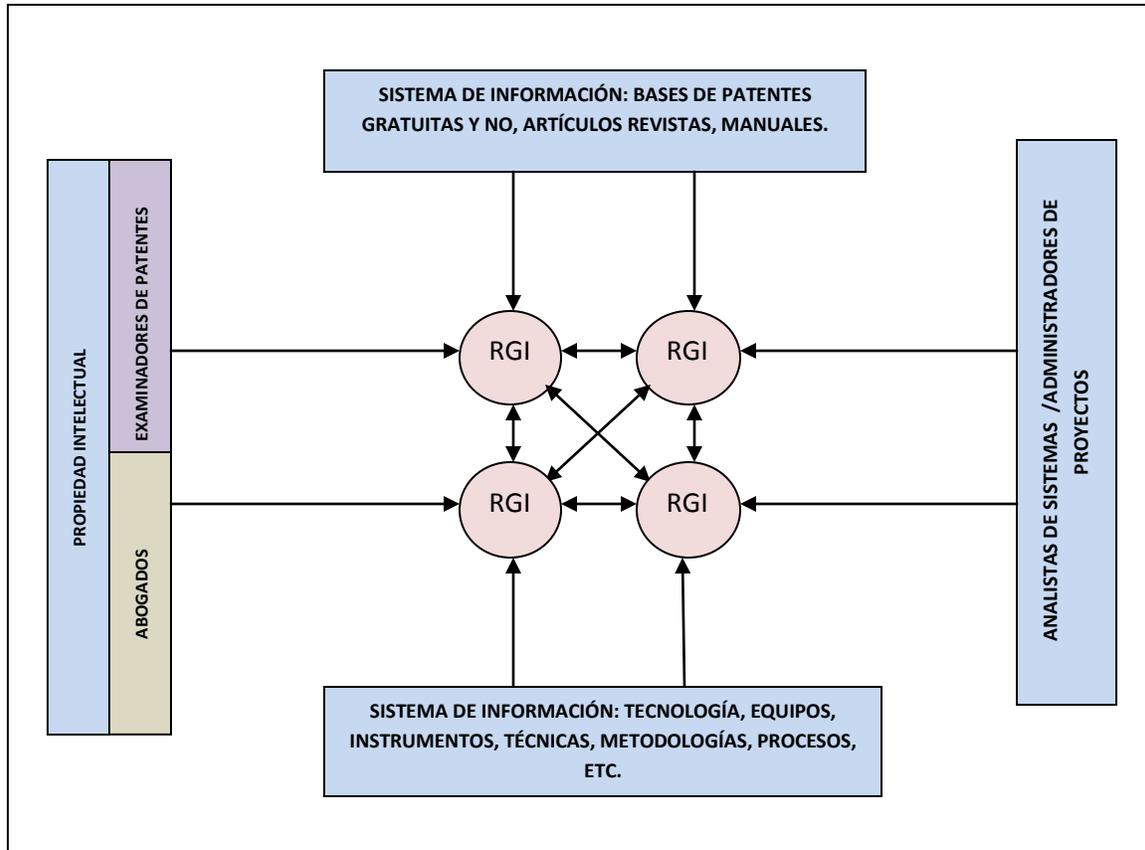


FIGURA 4.6 ALTERNATIVA 3

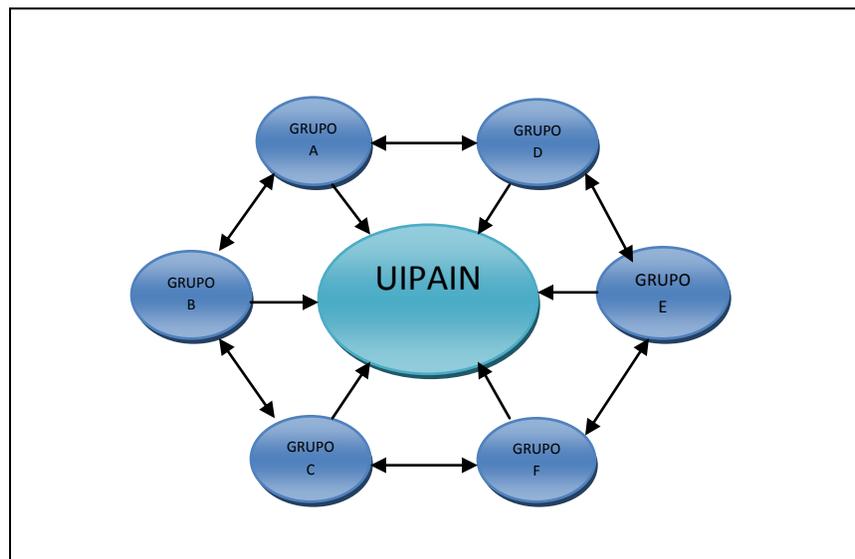


FIGURA 4.7 UNIDAD DE INFORMACIÓN Y PROCESAMIENTO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN EN NANOTECNOLOGÍA (UIPAIN)

Campo	IPC	Definición de la IPC (8ª edición)
Electrónica	H01L	DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES; DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO
	H01J	TUBOS DE DESCARGA ELECTRICA O LAMPARAS DE DESCARGA
	G06N	SISTEMAS DE COMPUTO BASADOS EN MODELOS COMPUTACIONALES ESPECIFICOS
	G11	ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN
Optoelectrónica	G02	OPTICA
	H01S	DISPOSITIVOS QUE USAN EMISIÓN ESTIMULADA
Medicina y Biotecnología	A61	CIENCIA MEDICA O VETERINARIA; HIGIENE
	C12	BIOQUÍMICA; MICROBIOLOGÍA; ENZIMOLOGIA; MUTACION O INGENIERÍA GENÉTICA
Mediciones y Manufactura	G01	MEDICIONES; PRUEBAS
	B01	PROCEOS FISICOS O QUIMICOS O APARATOS EN GENERAL
	B21	METAL MECANICA
	B23	HERRAMIENTAS PARA MAQUINAS
	B32B	PRODUCTOS CON CAPAS, PELICULAS DELGADAS, ESTRATOS, CELDAS,PANELES
Medio ambiente y Energía	C02F	TRATAMIENTO DE AGUAS, CONSUMO DE AGUA, AGUAS NEGRAS, LODOS
	H01M	PROCESOS O MEDIOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA QUÍMICA A ELECTRICA
Nano materiales	B01J	PROCESOS FISICOS O QUIMICOS, CATALISIS, QUIMICA COLOIDAL, APARATOS
	B81B	DISPOSITIVOS O SISTEMAS MICROESTRUCTURADOS, DISPOSITIVOS MICRO-MECANICOS
	B82B	NANO-ESCTRUCTURAS, MANUFACTURA O TRATAMIENTO
	C01B	ELEMENTOS NO METALICOS, COMPUESTOS
	C01G	COMPUESTOS QUE CONTIENEN METALES NO CUBIERTOS POR SUBCLASES C01D O C01F
	C03B	MANUFACTURA, FORMACIÓN O PROCESOS SUPLEMENTARIOS
	C03C	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE VIDRIO, VIDRIAR, ESMALTES VITREOS, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE VIDRIO, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DE FIBRAS O FILAMENTOS DE VIDRIO, UNION DE VIDRIO CON OTROS MATERIALES
	C04	CEMENTOS, CONCRETOS, PIEDRAS ARTIFICIALES, CERAMICOS, REFRACTANTES
	C07	QUIMICA ORGANICA
	C08	COMPUESTOS ORGANICOS DE MACROMOLECULAS, SU PREPARACIÓN O TRABAJO QUIMICO
	C09	TEÑIDOS, PINTURAS, RESINAS NATURALES, ADHESIVOS,
	C22	METALURGIA, ALEACIONES FERROSAS Y NO FERROSAS, TRATAMIENTO DE ALEACIONES METALICAS NO FERROSAS
	C23C	REVESTIMIENTOS DE MATERIALES METALICOS, TRATAMIENTOS DE QUIMICA SUPERFICIAL, TRATAMIENTO DE DIFUSIÓN DE MATERIAL METALICO, REVESTIMIENTO POR EVAPORIZACIÓN AL VACIO POR SPUTTERING, POR IMPLANTACIÓN DE IONES, O DEPOSITO QUIMICO DE EVAPORIZACIÓN O METODOS DE INCRUSTACIÓN EN GENERAL
	C30	CRECIMIENTO DE CRISTALES

Fuente: Tomada de la clasificación de la Red Central de clasificación en nanotecnología, Japón.

TABLA T4.6, SEIS CAMPOS DE APLICACIÓN Y SU CLASIFICACIÓN IPC

ALCANCE EN SU PRIMERA FASE DEL PROYECTO DE LA NUEVA ORGANIZACIÓN

Se podría considerar como un alcance del trabajo de esta nueva organización, hasta integrar por completo al menos para una primera etapa, las disciplinas de la Física, la Química, la Ciencia de Materiales y la Biotecnología, (TABLA T4.6), que han demostrado ser las de mayor

concentración en el mundo y en una segunda etapa, hasta integrar disciplinas estratégicas para el país (1) (2).

Tiempo: El que sea necesario

Recursos y costos: La UNAM en cuanto a infraestructura lo puede hacer con adecuaciones y solicitar fondos al CONACYT u otras instancias gubernamentales o privadas.

Formulación de bases estratégicas

Análisis de problemas (oportunidades) potenciales: Como ya se dijo, en la matriz DAFO se presentan las amenazas y las oportunidades.

Diseño de la nueva organización:

La visualización de la organización de esta unidad (ver figura 4.6), debe tener dos sistemas de información: 1) sistema de información con bases de patentes gratuitas, no gratuitas en nanotecnología, concentración de artículos y revistas especializados en el tema, manuales de fabricación en nanotecnología, etcétera. 2) Sistema de información en la tecnología utilizada para la investigación: Microscopios de fuerza atómica, de barrido, otros equipos etc. Clasificación de técnicas, metodologías, procesos, etc. que se han empleado para la obtención de nano estructuras. Métodos de escalamiento de laboratorio a escala piloto, etc. 3) Área de propiedad intelectual con examinadores de patentes y abogados expertos en propiedad intelectual. 4) Analistas de sistemas para la administración y formulación de proyectos.

ETAPA INTERVENCIÓN LÍNEAS DE ACCIÓN

De la Metodología de sistemas suaves, en su séptima etapa se concluyó que:

ACCIÓN PARA IMPLANTAR LOS CAMBIOS

Este es un trabajo pensado para mejorar la actividad de investigación en nanotecnología, la acción a seguir, sería la de seleccionar la mejor alternativa: *Una Unidad de Información y Procesamiento de Actividades de Investigación en Nanotecnología*, convencer a las autoridades del Subsistema de la Investigación Científica y diseñar bien la Nueva organización, con objetivos, metas, políticas, funciones y la interrelación que debe tener el nuevo sistema.

Definir puestos, autoridad, responsabilidad y relaciones cuidando que no se vuelva una burocracia entre las personas al establecer la capacidad de un buen control. Estudiar la división del trabajo para que no haya duplicidad de funciones, el tamaño, los niveles jerárquicos y la supervisión. Establecer la departamentalización funcional, por proceso, por producto, por fuerza de tarea etc. Ver la centralización y la descentralización, desventajas limitaciones etc.

En las líneas de acción a seguir una vez hecho el diagnóstico de la problemática, el facilitador y la organización elaboran las bases para buscar la mejora a la situación estudiada.

En las líneas de acción a seguir una vez hecho el diagnóstico de la problemática, el facilitador y la organización elaboraron las bases para buscar la mejora a la situación estudiada. Como parte de la estrategia de solución, se proponen las siguientes líneas de acción para buscar el cambio con vías a mejorar:

- 1.- Convocar a los investigadores a investigar en nanotecnología mediante información y motivación, en donde se informen las oportunidades de hacerlo.
- 2.- Capacitar a los investigadores en lo esencial, para una mejor planeación de proyectos en I & D así como en la propiedad intelectual.
- 3.- Incluir en los grupos de investigación a especialistas en propiedad intelectual y analistas de sistemas para ayudar en la administración de proyectos a la hora de su formulación.
- 4.- Organizar una unidad de información y procesamiento de actividades de investigación en nanotecnología (UIPAIN) que dependa del subsistema de la investigación científica, para lo cual hay metodologías para plantear el proyecto organizacional. Esta opción, de esta unidad deberá contar con al menos dos sistemas: El sistema de información en patentes, artículos y demás información relacionada con la nanotecnología para tener el acceso al estado del arte de temas nano tecnológicos y el sistema que tenga la información relacionada con la tecnología y equipos empleados para la investigación en nanotecnología así como las técnicas, metodologías y procesos que se están desarrollando.
- 5.- Convocar a estudiantes a participar intensamente en los proyectos.

El resultado del sistema relevante indica que cada una de las alternativas, son posibles.

POLÍTICAS

Finalmente con lo que concluye este trabajo de investigación, es con la propuesta de nuevas políticas para la investigación en nanotecnología expuestas en la tabla T4.7, derivada de la comparación de los pasos 2 y 4 de la metodología de Checkland.

Al no haber una restricción jurídico-legal, ni de otra índole que impida a los investigadores, investigar sobre nano-ciencias y nanotecnología, las políticas deseables que sustituirían a las actuales, serían implantadas de manera voluntaria, pero con una alta recomendación motivacional indicándole a los investigadores que hasta hoy, hay una gran oportunidad para el desarrollo de ésta disciplina científica y tecnológica en México y no nada más en el resto de los países adheridos a la OECD como ha sido hasta hoy.

SISTEMA PERTINENTE (POLÍTICAS)	
Política actual	Política propuesta
No es obligatoria la actividad inventiva en los grupos de investigación.	<i>Se debe considerar a la actividad inventiva como una actividad cotidiana en las actividades de investigación en general y en particular las referentes a la nanotecnología.</i>
No es obligatorio buscar aplicaciones a los resultados de investigación, ni antes de su planeación como después de la ejecución	<i>Considerar en la planeación de actividades de investigación, posibles aplicaciones de los posibles resultados de investigación.</i>
No se considera el apoyo de analistas en sistemas ni administradores de proyectos ni especialistas en actividad inventiva en las actividades de planeación y formulación de actividades de investigación.	<i>Que se apoye a los grupos de investigación en las actividades de investigación en administración de proyectos, planeación de actividades en nanotecnología y en actividad inventiva para incrementar su productividad.</i>
No es obligatorio investigar en nano-ciencias y nanotecnología bajo la normatividad actual.	<i>Asistir a los grupos de investigación en lo necesario para motivar su creatividad, investigando oportunidades de desarrollo y comunicarlo. Buscar los nichos de oportunidad en lo que sea realmente más factible, considerando las fortalezas de los diferentes grupos de investigación. Emprender actividades de liderazgo más activos que contemplativos.</i>
No es obligatorio hacer prospectiva científica ni tecnológica en los grupos de investigación como elementos importantes de para la planeación de actividades de planeación.	<i>Hacer de la prospectiva una actividad natural y permanente en el subsistema de la investigación científica de manera que sea una actividad de apoyo a los grupos de investigación.</i>
No se usa una metodología básica para la planeación de actividades de investigación	<i>Se propone utilizar una metodología como la planeación normativa para que sea una guía en las actividades de investigación</i>

TABLA T4.7

4.2 CONCLUSIONES

La intervención que se practicó en este trabajo, tiene una fuerte componente en el conocimiento previo del facilitador y que junto con el conocimiento del investigador experto acerca del subsistema de la investigación científica y en la investigación experimental, dieron la clave no solo para establecer el plan de la intervención sino para establecer la estrategia para realizar el diagnóstico. Fueron necesarias varias entrevistas para preparar el plan de intervención y los elementos necesarios para establecer la captura de información para el diagnóstico. La aproximación a la situación real, prácticamente fue bajo la interpretación del investigador experto como del facilitador por lo que estamos consientes que el procedimiento puede ser perfectible a través de la iteración de la metodología.

La parte más importante del diagnóstico, se dirigió hacia el comportamiento de las actitudes de los investigadores pues en el resto de las causas, no se encontró que fueran influyentes, lo cual hace que sea factible el cambio de actitud para aplicarse en la nanotecnología o al menos en las nano-ciencias, como fue predicho por el investigador experto.

La metodología para llevar a cabo este trabajo, nos llevo a formular tres alternativas para establecer las líneas a seguir, el análisis y la selección de las alternativas. Al considerar la búsqueda del estado del arte, cualquiera de las alternativas, servirían para mejorar la situación problema en la forma en que se propone llevar a cabo la formulación de proyectos en nanotecnología. Sin embargo, la idea de realizar una nueva organización para formular los proyectos en nanotecnología es una apreciación que surge de una visión externa al sistema de referencia y que desde mi punto de vista es viable, es decir la UNAM cuenta con todo para hacerlo.

La metodología de matrices de rango de actuación empleadas para el análisis y selección de alternativas, fue seleccionada tomando en cuenta que no se requería un análisis exhaustivo para realizar éste análisis, pues la metodología de planeación normativa garantiza la búsqueda del estado del arte esencial para aproximarse a establecer la novedad de las solicitudes de patente que se llegasen a elaborar.

La implantación del cambio organizacional y las políticas propuestas, derivadas de la estrategia y la metodología aquí usadas, no pueden ser implantadas de manera inmediata ni por decreto u obligación, según la normatividad establecida y los usos y costumbres en el ámbito de la investigación en el subsistema de la investigación científica de la UNAM. Consientes de las inercias que investigadores jóvenes y experimentados que pueden resistirse al cambio, pero será a través del convencimiento de las bondades que presenta la oportunidad de trabajar de manera diferente, bien informada y documentada en la práctica a través de pláticas, seminarios y concientización de los investigadores.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES GENERALES

5.1 CONCLUSIONES TEÓRICAS

5.2 CONCLUSIONES SOBRE LA UIPPIN

5.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A SEGUIR

5.1 CONCLUSIONES TEORICAS

Hay muchas metodologías para la planeación, de las cuales se seleccionaron dos para el presente trabajo de investigación como ya se ha mencionado, la Metodología de sistemas Suaves de Checkland, la cual se estableció para situaciones problema del tipo organizacional, en donde se involucran personas dentro de la organización. Esta metodología se aplica a cualquier situación organizacional compleja donde hay una actividad de alto contenido social, político y humano y que en la literatura se ha reportado como una metodología práctica y eficaz para la resolución de problemas. Es una técnica cualitativa aplicada a problemas no estructurados. En principio, de implantarse la propuesta de solución para el problema tratado en este trabajo, se esperaría obtener una mejora en el incremento de solicitudes de patente de conformidad con la estrategia utilizada. Pero, el otro ingrediente que se necesita para que esto realmente funcione, es la inclusión de la metodología de la planeación normativa para implantarse en la etapa de formulación de actividades y proyectos en la nanotecnología, porque contiene un orden metodológico que se desea, adopten nuestros investigadores en su trabajo futuro.

Tanto la metodología de sistemas suaves como la metodología de planeación normativa, comparten conceptos semejantes como: la situación real del problema, la situación ideal, los modelos conceptuales, la identificación de variables directas o indirectas que aparecen en la problemática etcétera, que son esenciales para garantizar una buena planeación, por lo que para mí, en el rol de facilitador o consultor externo, ha dejado una gran experiencia el pasar de una descripción teórica y aplicarla a una situación de la vida real.

El presente trabajo se llevó a cabo mediante una intervención peculiar como ya se mencionó, el aspecto político, se aprecia efectivamente en la actividad humana, al ver las políticas existentes y las que no están escritas pero que están ocultas en la actividad cotidiana y hay que saber interpretarlas en el proceso de intervención porque puede dar información acerca de lo mal que puede estar una situación problema. Por otro lado, cuando se trata de personas que tienen mucha libertad para actuar dentro de una organización, se vuelve difícil aplicar técnica, en el proceso de visión enriquecida, lo que me deja como experiencia que se debe tener mucho cuidado en la interpretación de los vacíos de información.

Con respecto a los sistemas de planeación de proyectos de I & D, se ha trabajado mucho y existe información básica y teórica para implantarse en donde se realicen dichos proyectos. Pero pensar en incluir una nueva variable como lo es la actividad inventiva, es cosa de cambiar la forma de pensar y de trabajar para los investigadores y por tanto tendrían que aceptar el cambio para volverse más competitivos en la elaboración de solicitudes de patente.

5.2 CONCLUSIONES SOBRE LA UIPAIN

Pensar acerca del cambio para mejorar, parte de un marco de referencia que es lo que se está haciendo mal o que se está haciendo bien. En este trabajo, se tiene un marco de referencia exterior al sistema, que ve un desempeño malo a nivel internacional y otro marco de referencia en donde eso mismo que se ve en el otro marco, no se ve malo ni bueno. Sin embargo, cambiar de una manera de hacer investigación en lo tradicional que lleva muchos años haciéndose así, implica pensar ahora en un concepto “*push-pull*”. La UIPAIN que se propone en este trabajo, tiene la idea del cambio, que ya es hora de empujar (push), de impulsar más solicitudes de patente, y también más publicaciones en nanotecnología o nanociencias, que jalar (pull). Y la idea, es estar generando proyectos de manera constante, en vez de cumplir con una cuota anual que es lo que se hace tradicionalmente.

5.3 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN A SEGUIR

Ver a una universidad como empresa tiene siempre una peculiaridad, pues mientras que una empresa tiene fines de lucro, una universidad no tiene fines de lucro. Mientras que en una empresa se generan productos o servicios, en una universidad se generan recursos humanos y conocimiento, la mayoría de este, intangible. Mientras que en una empresa se tiene una organización que depende de gerencias o direcciones generales, una universidad tiene organizaciones muy variadas dentro de sistemas complejos de organización no fácil de entender. Mientras que en una empresa se pueden tener e implantar sistemas de control y monitoreo, en una universidad no es fácil tener control de las actividades y su respectivo monitoreo, como lo demuestra el presente trabajo.

Por estas razones, una línea de investigación que se podría proponer, sería la de seguir estudiando la actividad de investigación en las universidades o centros de investigación, con el único fin de ayudar a mejorar sus sistemas de investigación con el apoyo de analistas de sistemas y otros expertos. Y si se puede establecer un principio de correspondencia, entre una organización con fines de lucro y una universidad con otros fines. Gracias a la experiencia del presente trabajo, he visto que es difícil detectar la organización de los ambientes académicos y de investigación con sus respectivos sistemas administrativos, y que esta podría ser otra línea de investigación.

BIBLIOGRAFÍA / MESOGRAFÍA

1. LA NANOTECNOLOGÍA EN IBEROAMERICA SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS, Documento No 4, (2011) Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, Centro Argentino de Información Científica y Tecnológica (CAICYT-CONICET). Rodolfo Barrere (CAICYT), María Guillermina D'Onofrio, Lautaro Matas (CAICYT), Gerardo Marcotrigiano (REDES), Roberto Salvarezza Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas y Teóricas Aplicadas (INIFTA-CONICET) Centro Argentino-Brasileño de Nanociencia y Nanotecnología (CABN), Fernando Briones Fernández-Pola Instituto de Microelectrónica de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IMM-CSIC) y Red Española de Nanotecnología (NANOSPAIN), (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).
2. Igami, M. and T. Okazaki (2007), "Capturing Nanotechnology's Current State of Development via Analysis of Patents", OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2007/04, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/168778071481>
3. Suarez, J. (2002), *Metodología de Sistemas Suaves*. Facultad de Ingeniería Departamento de Sistemas, octubre 2002.
4. García, M. (2008). Intervención en organizaciones. Facultad de Ingeniería, 2008.
5. Sánchez, G. y A. Fuentes (1995). *Metodología de la Planeación Normativa*. Distrito Federal, México, Departamento de Sistemas. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
6. Solleiro, J. (1989). *Diseño y Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica*. Serie Manuales de I & D, Centro Universitario de Desarrollo CINDA, Secretaría del Convenio Andrés Bello-CECAB.
7. Checkland, P., Scholes, J., (1994). *La Metodología de Sistemas Suaves de Acción*, Wiley, Megabyte, Noriega Editores, México, D.F.
8. <http://www.nanored.org.mx/documentos/Red%20de%20Nanociencias%20/%20Nanotecnologia.pdf>
9. http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc004/CAPITULO%2018.pdf

ANEXO 1: CUESTIONARIOS PARA ENTREVISTAS Y DIAGNOSTICO

1a ETAPA: Primera encuesta formulada para proyectos de investigación con poco conocimiento previo, para establecer punto de partida y comunicación con investigador experto. Datos Técnicos sobre la cartera de proyectos.

<p>I.- CANTIDAD</p> <p>¿Cuántos proyectos formula al año para sus investigaciones?</p> <p>a) 0 a 2 b) 3 a 4 c) 5 a 8 d) Más de 8</p> <p>¿Cuántos proyectos evalúa de los formulados al año para sus investigaciones?</p> <p>a) 0 a 2 b) 3 a 4 c) 5 a 8 d) Más de 8</p> <p>¿Se evalúan con la misma metodología?</p> <p>a) Si b) No, con diferente metodología para cada proyecto</p> <p>¿Tiene integrada una cartera de proyectos desde que empezó a formularlos?</p> <p>a) Si b) No c) Si pero no con cierto orden</p> <p>II.- FORMULACIÓN</p> <p>➤ Financiamiento</p> <p>Para formular proyectos siempre requiere de financiamiento Si () No () Formulo los proyectos y después busco financiamiento ()</p> <p>➤ Cantidad y característica del proyecto por año</p> <p>Por contrato institucional (obligación) Estímulos (cuantos) (tiempo en formularlos) SNI (cuantos) (tiempo en formularlos) Conacyt (cuantos) (tiempo en formularlos) Otros (cuantos) (tiempo en formularlos) Por curiosidad (sin obligación, todo lo que sea curiosidad (cuantos) (tiempo en formularlos)</p> <p>Formula sus proyectos</p> <p>a) Solo b) Con su equipo de trabajo de la institución c) Con su equipo y gente externa a la institución d) Con gente externa a la institución</p> <p>Para la formulación de proyectos considera:</p> <p>Artículos especializados</p> <p>a) Revistas nacionales b) Revistas internacionales c) Revistas nacionales e internacionales</p> <p>Literatura adecuada en</p> <p>a) Libros b) Patentes c) Revistas de tecnología aplicada</p> <p>III.- INFRAESTRUCTURA</p> <p>➤ Equipos, herramientas y materiales para la formulación</p> <p>Se cuenta con todo () Por lo regular no se cuenta con todo habrá que adquirir con financiamiento ()</p> <p>➤ Recursos humanos, por lo regular</p> <p>Se cuenta con los recursos humanos para la formulación () No se cuenta con todos los recursos humanos, habrá que formarlos ()</p> <p>➤ Nueva Infraestructura</p> <p>Cuando se entregan los resultados del proyecto y se adquiere nueva infraestructura: equipos o materiales, ¿los reporta a alguna autoridad administrativa como nuevo stock? Si () no () ¿Ese nuevo stock lo pueden usar después otras personas que no sean de su equipo de investigación? Si () no () ¿Reproduce experimentos publicados? Si () no () ¿Se cuenta con la infraestructura para reproducir experimentos publicados? Si (), no () ¿Utiliza la información derivada de Experimentos reproducidos de artículos reportados para la verificación de sus contenidos? Si (), no ()</p> <p>Cuento con información para la infraestructura por: Literatura: revistas, artículos científicos y tecnológicos Experimentos propios Patentes Suficiente conocimiento del estado del arte.</p>	<p>➤ Cartera de Proyectos</p> <p>Desde que empezó a formular proyectos ha integrado una cartera de los mismos con su evaluación respectiva Si () no () Si no, ¿podría integrar una con la información que tiene? Por lo regular cuando formula los proyectos tiene idea de los posibles resultados del mismo en: Publicación de artículos, tesis, libros si () no () Software y hardware si () no () Instrumentación si () no () Patentes de producto o proceso, si () no () Paquetes tecnológicos, si () no () Establecer bases para la cooperación con el sector productivo si () no () Establecer bases para la cooperación con gobierno, si () no () Establecer bases para la cooperación con el sector salud, si () no () Establecer bases para la cooperación en alimentos, si () no () Establecer bases para la cooperación en problemas del agua, si () no () Establecer bases para la cooperación en problemas del medio ambiente si () no ()</p> <p>➤ Indicadores prioritarios. Cuando formula los proyectos sin excepción considera los siguientes indicadores primordiales hoy día:</p> <p>Socioeconómicos:</p> <p>Generación de empleos directos, indirectos, Empresas nuevas, Integración para mejorar empresas Ayuda a gobiernos para mejorar Ayuda al campo Ahorro de capital social</p> <p>Ecológicos:</p> <p>Mejoramiento del aire, Cuidado de la calidad y cantidad del agua, Cuidado de la calidad y cantidad del ruido, Cultivo y preservación de bosques, plantas y áreas verdes Ayuda al campo</p> <p>Salud:</p> <p>Prevención de la salud, Búsqueda a solución de problemas de salud, Ahorro de capital en salud (de otra forma que no sea prevención)</p> <p>Energía:</p> <p>Búsqueda de ahorro de energía Búsqueda de energías alternativas Nuevos combustibles</p> <p>IV.- EVALUACIÓN</p> <p>Entidades externas evalúan los resultados de los proyectos si () No ()</p> <p>v.- NANOTECNOLOGÍA</p> <p>De los proyectos que formula ¿cuántos son en Nanotecnología? () Si investiga nanotecnología busca: Aplicaciones () Nano estructuras y aplicaciones () Patentar () Resolver algún problema en algún campo específico ()</p>
---	---

ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE DATOS TÉCNICOS SOBRE LA CARTERA DE PROYECTOS.	
I.	<i>Varia la cantidad de proyectos de entre 0 y 3 en promedio al año, por lo regular no se evalúan, la mayoría no tiene una cartera integrada de proyectos.</i>
II.	<i>Muchos proyectos de tesis no han requerido de grandes cantidades de dinero, pero si los de investigación, la formulación de los proyectos se hacen en tiempos relativamente cortos, los proyectos se formulan en gran parte en staff y ocasionalmente los puede hacer un colaborador de manera independiente. Se consulta información en artículos internacionales, prácticamente no se consultan patentes ni revistas o información de posibles aplicaciones.</i>
III.	<i>No se tiene suficiente información del estado del arte. No se tienen carteras integradas de proyectos no se documentan como tales. Casi no se establecen bases de colaboración con sector productivo, hay poca colaboración con sectores como: salud, agua, alimentos, medio ambiente etc. Por lo regular no se consideran indicadores en la mayoría de sus proyectos.</i>
IV.	<i>No acostumbran que entidades externas evalúen los proyectos.</i>
V.	<i>Hay pocos proyectos en nanotecnología pero hay más en nano-ciencias, se hace poca búsqueda en aplicaciones, hay poca actividad inventiva o casi nula. Definitivamente no se involucran en resolver problemas en un área específica al parecer, esto lo interpretan como que se requiere de hacer más investigación de lo acostumbrado y no se tiene el tiempo ni recursos para hacer esta actividad.</i>

TABLA TA1.1

ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO RELATIVO A LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL. CUADRO RESUMEN ETAPAS DE PROCESO ADMINISTRATIVO EN LA DE LA ORGANIZACIÓN Y FORMULACIÓN DE PROYECTOS Y OTRAS ACTIVIDADES.			
FUNCIÓN	DEFINICIÓN	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
PLANEACIÓN (Staff)	Determinar un curso de acción	1. Diagnosticar y pronosticar	<i>Por lo regular no se hace</i>
		2. Especificar objetivos	<i>Si al corto plazo</i>
		3. Diseñar y seleccionar	<i>si</i>
		4. Programar	<i>Si aunque no muy definido</i>
		5. Presupuestar	<i>Si</i>
		6. Fijar procedimientos	<i>Si aunque no muy definidos</i>
		7. Crear políticas	<i>Si se crean pero no muy claras y sobre la marcha</i>
ORGANIZACIÓN (Staff)	Disponer y relacionar el trabajo para el logro de objetivos	8. Definir la estructura de la organización	<i>Es heredada y tradicional</i>
		9. Establecer líneas de comunicación	<i>si</i>
		10. Describir y evaluar cargos	<i>no</i>
		11. Establecer líneas de mando.	<i>si</i>
INTEGRACIÓN (staff)	Obtener y articular los elementos materiales y humanos que la organización y la planeación señalan para el adecuado funcionamiento de un organismo social	12. Reclutamiento	<i>No (se solicitan apoyos externos de otras áreas)</i>
		13. Seleccionar personal y recursos	<i>No</i>
		14. Contratación	<i>No contratan pero si lo proponen a la administración de sus dependencia</i>
		15. Inducción y orientación	<i>si</i>
		16. Capacitar personal	<i>si</i>
		17. Desarrollo de personal	<i>si</i>
DIRECCIÓN (Jefe de proyecto)	Provocar acción intencionada orientada a los objetivos deseados	18. Delegar y supervisar	<i>Si se delega y si se supervisa</i>
		19. Motivar	<i>Se motiva pero no con mucho entusiasmo</i>
		20. Coordinar	<i>No muy eficientemente</i>
		21. Dar orientación y ordenes	<i>si</i>
		22. Barajar cambios	<i>si</i>
CONTROL (staff)	Asegurar el avance hacia los objetivos conforme el plan	23. Establecer sistemas de informes de rendimiento	<i>Si pero no de manera definida</i>
		24. Establecer estándares	<i>No</i>
		25. Realizar controles periódicos y finales	<i>No</i>
		26. Adoptar medidas correctivas	<i>Si</i>
		27. Recompensar y reconvenir	<i>no</i>

TABLA TA1.2

ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO EN CUANTO A LA CULTURA ORGANIZACIONAL:		
Elementos de estructura NOTA: Instalaciones en general se encuentran bien guardando la proporción con el líder tecnológico EEUU en nanotecnología. Pero en cuanto al equipamiento para la investigación en nanotecnología, hay una diferencia importante por lo que se deberá usarse estratégicamente.	Recursos Humanos (Personal)	<i>Se cuenta con personal capacitado para competir internamente en nanotecnología pero se pudo detectar que <u>las actitudes de los actores</u> respecto a los retos en el área de la nanotecnología es el factor más importante que se debe de atender para lo lograr un cambio significativo en la calidad y cantidad de trabajo en nanotecnología.</i>
	Instalaciones	<i>El Subsistema de la Investigación Científica con sus Institutos de investigación, escuelas y facultades, laboratorios, bibliotecas, sistemas de información etc., parecen estar bien pues los investigadores, nadie se quejo.</i>
	Equipo	<i>Los Equipos necesarios para la investigación en nanotecnología para caracterización de nano estructuras y para la investigación en nano-ciencias, para la manipulación de la materia a escala nano-métrica, pudiesen estar limitados por lo que se requeriría la asistencia a equipos externos del subsistema de la investigación científica particularmente de la Red CONACYT de nano-ciencias y nanotecnología a nivel nacional. En cuanto a las técnicas para la manipulación de la materia a escala nano-métrica al parecer, aun falta por desarrollar más de lo que se ha logrado.</i>
Elementos de Proceso	Organización	<i>Es una organización vertical y tradicional, en ocasiones aunque no se presenta específicamente hacen variantes a una organización matricial para la ejecución de los proyectos aunque no se presente en el sentido estricto de la administración de proyectos. La toma de decisiones, se lleva a cabo en un "staff" ahí se decide las actividades funciones responsabilidades etcétera.</i>
	Objetivos	<i>Los objetivos, metas que persiguen por grupo de investigación: Como no hay un proceso para evaluar los objetivos metas, etc. que los grupos logaran es difícil verificar los resultados, sin embargo una manera de medir los logros es a través de la aceptación de los artículos en revistas institucionales, en las nacionales además de las promociones individuales. En sus ámbitos de trabajo</i>
	Programas y proyectos	<i>Se encontró que si están interesados en la investigación en nano-ciencias más que en nanotecnología y que si les gustaría participar en programas y proyectos incluidos los de las redes en nanotecnología, CONACYT, otras.</i>
Elementos de Ambiente (entorno)	Demanda de resultados de investigación	<i>No se siente ninguna presión por tener una mayor aportación en nanotecnología a nivel local, nacional o internacional pero si están consientes de los líderes en nanotecnología y que hay una gran demanda y si les gustaría aportar más resultados en nanotecnología en diferentes áreas como la salud, medioambiente, energía, y otras.</i>
	Competidores	<i>Hay una clara conciencia acerca de los competidores, de los líderes en nanotecnología como EEUU, Japón y Comunidad Europea. Poco se sabe a nivel Iberoamérica como Brasil y España. Pero más aún la mayoría no sabe que México como país ocupa un penúltimo lugar según la OECDE.</i>
	Política económica y gubernamental	<i>Conocen las políticas de apoyo a la investigación en particular a la nanotecnología y si se cuestionan que es insuficiente.</i>

TABLA TA1.3

ELEMENTOS PARA EL DIAGNOSTICO EN CUANTO A FORMULAR UN PROYECTO DE I & D:	
➤ La justificación desde un punto de vista económico y de su relevancia social	<i>La mayoría no justifica el aspecto económico ni el social.</i>
➤ Los antecedentes existentes y una revisión del estado del arte en la materia	<i>Poco se ha hecho con el estado del arte, si acaso se ha consultado sobre una parte del estado del arte como es la revisión de artículos publicados como referencia. Las patentes, productos fabricados, inferencia de secretos industriales y demás elementos del área de conocimiento no es algo que se tiene muy presente y por tanto no se consulta.</i>
➤ Los objetivos primarios y secundarios si es posible expresados en términos de dimensiones tecnológicas	<i>Eficiencia o rendimiento en electricidad, eficacia en la producción, etc., son términos poco usados por la mayoría de los investigadores.</i>
➤ Los resultados esperados y los criterios de éxito	<i>Se tienen ideas vagas.</i>
➤ El plan de actividades indicando la manera en que van a alcanzarse estos resultados y los sistemas de evaluación y control del plan	<i>Solo se tiene ideas vagas.</i>
➤ Los recursos humanos, materiales y financieros requeridos para ejecutar el proyecto	<i>En esto por lo regular si se tiene experiencia e ideas claras.</i>
➤ Los arreglos institucionales necesarios así como la decisión de las variables exógenas al proyecto que pudiera afectar el logro de los objetivos. Están incluidos aquí los compromisos y responsabilidades institucionales; la composición de los organismos de dirección y coordinación del proyecto sus atribuciones y funciones. Por otro lado, deben describirse los documentos legales y contractuales que se requieran para la ejecución del proyecto así como las condiciones que se requieren para el financiamiento.	<i>Esto es una práctica muy usual en la UNAM por lo que esto por lo regular se lo dejan a los abogados de la UNAM.</i>
➤ Considerar Prospectiva tecnológica para la toma de decisiones	<i>La prospectiva es algo que no se ha ejercido considerablemente, pues ven que sería algo innecesario.</i>

TABLA TA1.4

SITUACIÓN CONTRACTUAL

Sistema establecido.- La UNAM al contratar los servicios de un profesional para hacer investigación, no los obliga a investigar en una determinada línea de investigación mediante un contrato, pues gozan de libertad de investigación, es decir, pueden investigar lo que deseen o gusten aunque los resultados de investigación no tengan una aplicación inmediata en beneficio de la sociedad o de la institución. Esto podría parecer un arma de dos filos, por un lado, que bueno que exista la libertad de investigación, pero por otro, entonces no se le puede a obligar a nadie a investigar en nanotecnología si no quiere.

FINANCIAMIENTO

Gubernamentales.- Como se ha mencionado, las instancias gubernamentales aportan financiamiento para la investigación en general bajo ciertos criterios de sus diferentes instancias SEP-CONACYT, Sistema Nacional de Investigadores SNI, gobiernos locales como por ejemplo lo que fue el Instituto de ciencia y tecnología del gobierno del Distrito Federal (ahora secretaria), han aportado capitales para el desarrollo de la investigación pero sin tener claro el fin específico de los resultados de investigación.

Industria.- Para que la industria mexicana pueda desarrollar escalamientos de resultados de investigación como ya se menciona, se requiere de ciertas condiciones, por lo que los financiamientos industriales serían muy limitados.

CONCIENCIA

Situación Internacional.- Cuando se ha logrado tener una estabilidad laboral, cierto prestigio y reconocimiento social, se ve un mundo diferente a cuando esto no se tiene y los investigadores, en gran parte solo ven su entorno inmediato y no ven la situación del país en su conjunto, aunque están consientes de la realidad en cuanto a la competencia con EEUU. Particularmente en el desarrollo de la nanotecnología, que la ven como la nano-ciencia, que quién sabe si algún día, va a ser escalada por alguien es este país.

Dependencia científica y tecnológica.- En las actividades sustantivas de investigación, de siempre se han adquirido equipos y tecnología de otros países para la investigación experimental y aplicada y equipos de cómputo para la teoría, lo cual hace que el país sea dependiente de estas tecnologías y por ende se da por sentado que hacer desarrollo de tecnología, no es algo importante en las actividades propias del país aunque en medios académicos y políticos se mencionen a la innovación y desarrollo tecnológico como actividades de desarrollo de un país. No hay una cultura aún de desarrollar tecnología aunque se invite a los investigadores a colaborar a través del CONACYT u otras instancias, los pocos intentos que se han dado, han sido tortuosos y difíciles por lo la gente que lo ha hecho deja de hacerlo porque es verdaderamente difícil en este país.

Situación nacional.- Los investigadores están consientes de la realidad nacional respecto de la investigación científica, de las instancias gubernamentales para fomentar la ciencia y la tecnología. Y piensan que no se logra tan solo por el decreto. Pues otras instancias como el capital de riesgo, prácticamente no existe y los pocos industriales interesados en resultados de investigación (incluidos los de nanotecnología), requieren de capital de riesgo para escalar resultados de investigación. Así que este es un motivo más desalentador que motivador para seguir intentando el desarrollo de investigación en general. Aunque esta apreciación es cierta solo se está pensando en el contexto nacional y no en un contexto de la globalización, pues empresas en EEUU y Europa, si podrían interesarse en escalar además de que cuentan con capitales riesgo que no tienen empresas en México.

POLÍTICAS NACIONALES

CONACYT.- La dirección adjunta de desarrollo científico y académico, la dirección de redes temáticas de investigación y la red de nano-ciencias y nanotecnología tienen una visión integral de lo que se pretende hacer en los próximos años en la red nacional apoyada por el CONACYT, pero lo que menciona ahí, puede estar muy bien pero no se habla del que hacer inmediato con aplicaciones. Se mencionan una lista de temas para investigar en nano-ciencias, proyectos estratégicos en medio ambiente, energía salud, nano-electrónica etc. Se mencionan las iniciativas de la UNAM en la materia como la red de investigación (REGINA), el proyecto de nanotecnología para la protección ambiental (PUNTA), propuestas para hacer licenciaturas y posgrados propuestas para crear NANO-UNAM entre otras iniciativas y entre la que destaca la formación de recursos humanos en la materia. Pero no se contempla que hacer con los resultados de investigación. Se ve que son buenas ideas pero aterrizar muchas ideas, por ejemplo de las metodologías para formular proyectos de gran envergadura o estratégicos para la nación específicamente, todavía no se habla. En fin, falta por hacer y lo que sea por hacer es mejor que no hacer nada.

SEP- Otras.- Otras instancias gubernamentales como la SEP pueden aportar recursos pero pues en el tema específico de la nanotecnología no se ve que sea por el momento de prioridad.

FALLIDOS INTENTOS DE MOTIVACIÓN

El manejo del estado del arte (una nueva cultura).-En la UNAM, en el pasado se han aproximado a los investigadores para ayudarlos a desarrollar capacidad inventiva y han logrado la obtención de títulos de propiedad de sus invenciones, pero también se han rechazado muchas solicitudes de patente y se han olvidado otras patentes al no tener suficiente aplicación industrial. Pero no ha pasado de ahí, no ha habido una cultura bien instalada acerca del manejo del estado del arte y lo que esto implica saber para planificar mejor los proyectos de investigación no solo en cuanto a la novedad de la invención sino a sus posibles aplicaciones, que es lo que ha faltado. Esta parte se ha quedado rezagada debido a una falta de visión e interés de gente involucrada. Parece que la actividad de investigar el estado del arte de algún tema específico, es despreciable comparado con la investigación per se del tema. No ha interesado tener una visión global del tema, sino que se trabaja con solo una información parcial del tema obtenido principalmente de artículos reportados por otros investigadores en revistas también específicas. Por lo que investigar en el estado del arte de un tema específico implica mucho trabajo y dedicación que nadie ha querido hacer.

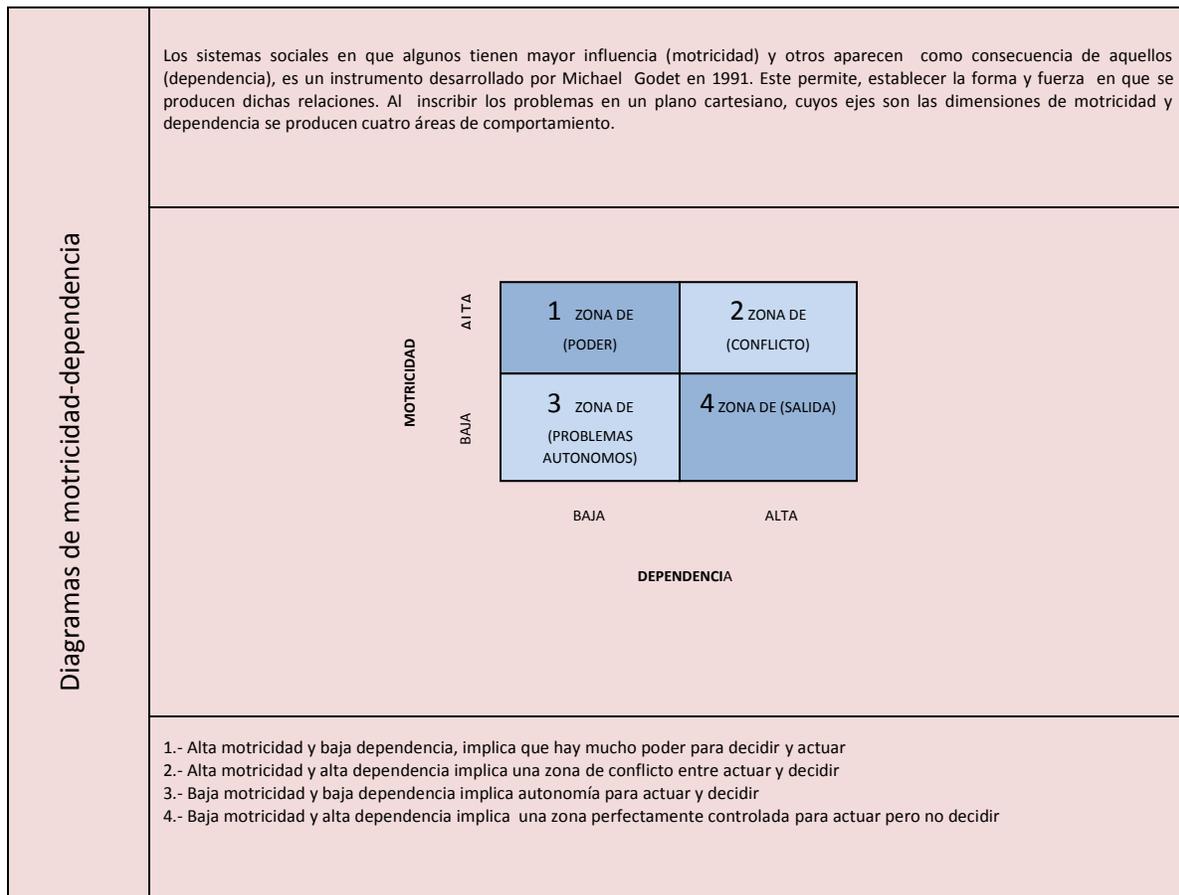


FIGURA A1.1 DIGRAMA DE MOTRICIDAD-DEPENDENCIA

ANEXO 2: METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES

1.- SITUACIÓN NO ESTRUCTURADA	
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN	<i>Como país, México tiene una baja producción en el área de la Nanotecnología tanto en patentes como en artículos de investigación, siendo el penúltimo país de los países miembros de la OCDE, tanto las patentes como los artículos de investigación en nanotecnología y nano-ciencias los producen los grupos de investigación de la UNAM.</i>
SISTEMA	<i>El sistema es el grupo de investigación compuesto por investigadores, estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, además de personal operativo y de apoyo administrativo. El subsistema dentro del grupo, se conforma por investigadores de menor jerarquía y el jefe de proyectos quién tiene la mayor experiencia en investigación. Este subsistema puede funcionar como "staff" para toma de decisiones de la mayoría de las actividades. Planear. Organizar, dirigir y controlar actividades de: Formulación y ejecución de proyectos de investigación, participación en congresos nacionales e internacionales, capacitar y asesorar a estudiantes de los tres niveles, en la dirección de tesis y manejo de equipos de laboratorio, escribir artículos, actividades docentes etcétera. Consideramos a los diferentes grupos de investigación dentro del subsistema de la investigación científica de la UNAM, como el supra-sistema.</i>
LIMITES	<i>Los límites del estudio están establecidos solo a los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM en general y en particular para el área de la Nanotecnología.</i>
ALCANCE DEL ESTUDIO	<i>El alcance de la investigación es solamente a los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM, se estudiará la situación problema hasta establecer la mejor alternativa de solución.</i>
TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN	<i>Además de cierto conocimiento previo sobre la situación problema, se elaboraron cuestionarios con preguntas abiertas y cerradas con la ayuda de un investigador experto del subsistema de la investigación científica de la UNAM, con objeto de aplicarlas en encuesta conjuntamente con entrevistas pensadas y no planeadas, a un pequeño grupo de investigadores del subsistema, con objeto de establecer las relaciones y estructura de la organización (grupo de investigación) y poder detectar la raíz de la problemática.</i>

2.- SITUACIÓN ESTRUCTURADA	
LA ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACIÓN	<i>Jefe de investigación, colaboradores, estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado, personal operativo. Formación del "staff" para toma de decisiones, asignar responsabilidades, distribución de las tareas</i>
EL ENTORNO	<i>Otros grupos de investigación, entidades administrativas, CONAVYT, SNI</i>
ACTIVIDADES DEL GRUPO HUMANO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar ciencia: Física, Química, Ciencia de materiales, etc. (Actividad sustantiva) (SISTEMA PERTINENTE), 2. Escribir resultados de investigación 3. Publicar resultados de investigación 4. Preparar congresos, seminarios, clases, etc. 5. Asistir a congresos, seminarios, etc. 6. Impartir clases en licenciatura, maestría y doctorado 7. Capacitar a RH (estudiantes y personal operativo) 8. Dirigir tesis de licenciatura, maestría y doctorado 9. Buscar financiamiento 10. Actualización en nuevas tecnologías (equipos de laboratorio, software, etc. para adquirir y apoyar las actividades de investigación. 11. Diseñar dispositivos para la investigación 12. Llevar a cabo las investigaciones.
SISTEMA CONTENEDOR DEL PROBLEMA	<i>El Subsistema de la investigación científica perteneciente a la UNAM, mediante sus grupos de investigación.</i>
SIATEMA SOLUCIONADOR DEL PROBLEMA	<i>El Subsistema de la investigación científica perteneciente a la UNAM, mediante sus grupos de investigación.</i>
SITUACIÓN-PROBLEMA La situación problema expresada, se da forma a la situación describiendo su estructura organizativa, actividades e interrelación de estas, flujos de entrada y salida etc.	<i>Los investigadores conformados en grupos de investigación, que tienen un bajo rendimiento en la contribución de artículos y solicitudes de patente en Nanotecnología respecto de otros países. La forma en que están organizados para llevar a cabo las actividades de investigación por la falta de asistencia y asesoría no han logrado incrementar la productividad para mejorar.</i>

SISTEMA DE ACTIVIDAD HUMANA (SAH) DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	
ACTIVIDADES BÁSICAS (FUNCIONES, QUE se hace)	<i>(COMO se hace)</i>
1. Investigar ciencia: Física, Química, Ciencia de materiales, etc. (Actividad sustantiva) (SISTEMA PERTINENTE)	<i>Revisando y estudiando artículos científicos publicados, analizando sus posibilidades, planeando, organizando, integrando, dirigiendo, controlando, formulando proyectos, hipótesis y demás actividades propias de la investigación como la experimentación etc. Generalmente con el fin de obtener prestigio, para el investigador, la institución y el país.</i>
2. Escribir resultados de investigación	<i>Analizando, y comparando datos, verificando hipótesis, verificando novedades de la investigación, revisando protocolos de investigación etc.</i>
3. Publicar resultados de investigación	<i>Llevando a cabo el procedimiento y políticas establecidas en la institución y protocolos de revistas nacionales e internacionales.</i>
4. Preparar congresos, seminarios, clases, etc.	<i>Atendiendo a la comunidad científica internacional para presentar trabajos de investigación de sus resultados obtenidos. Atendiendo deberes institucionales.</i>
5. Asistir a congresos, seminarios, etc.	<i>Asistiendo y llevando sus trabajos para presentación de los mismos.</i>
6. Impartir clases en licenciatura, maestría y doctorado	<i>Dedicando tiempo para preparar clases e impartiendo en aula y laboratorios.</i>
7. Capacitar a RH (estudiantes y personal operativo)	<i>Dedicando tiempo para la capacitación, enseñando a estudiantes y personal operativo a manejar equipos e interpretando datos.</i>
8. Dirigir tesis de licenciatura, maestría y doctorado	<i>Dedicando tiempo para la actividad.</i>
9. Buscar financiamiento	<i>A partir de las necesidades de producir artículos y demás, dejando tiempo para elaborar estrategias para conseguir dinero para la investigación entre instituciones públicas como el CONACYT fundamentalmente.</i>
10. Actualización en nuevas tecnologías (equipos de laboratorio, software, etc. para adquirir y apoyar las actividades de investigación.	<i>Revisando manuales, catálogos, revistas, internet, etcétera, en donde se muestran equipos, dispositivos, software, etc. más actuales.</i>
11. Diseñar dispositivos para la investigación	<i>Analizando y evaluando posibilidades y costos entre comprar dispositivos hechos o hacerlos.</i>
12. Llevar a cabo las investigaciones	<i>Analizando datos, operando equipos, verificando datos, comprobando hipótesis, revisando procesos y protocolos y controlando el proceso de experimentación.</i>

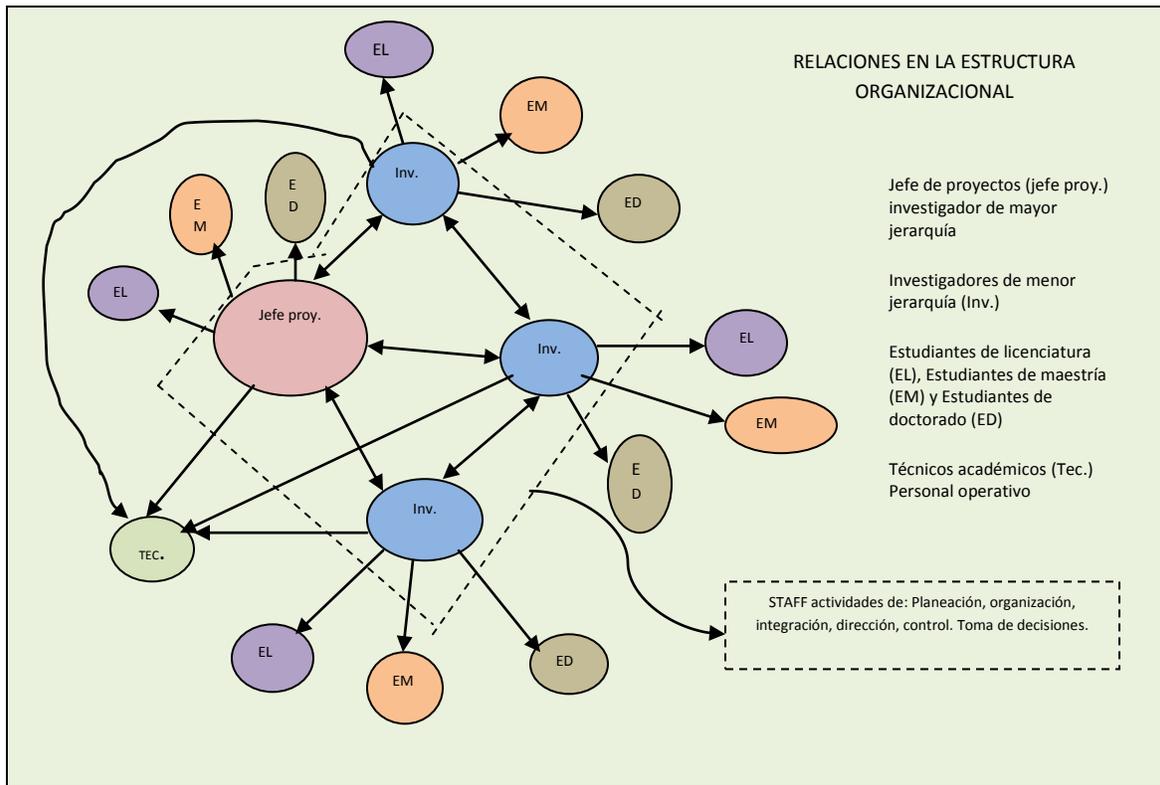


FIGURA A2-1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL Y RELACIONES INTERNAS ENTRE LOS ACTORES.

En la figura A2-1, se muestra la estructura organizacional que tienen de manera genérica los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica, así como sus relaciones internas. Los grupos pueden constar desde un investigador solitario hasta varios investigadores dependiendo la organización y capacidad de investigación teórica o experimental con la que se cuenten los departamentos en los diferentes institutos y facultades. Los jefes de proyecto son los que tienen la mayor jerarquía y por ende lo que más entradas y salidas de conexión tienen y es en donde se dice la última palabra en las decisiones. Los investigadores colaboradores se reúnen en staff para planear organizar, dirigir y controlar las diferentes actividades de investigación y afines. Los estudiantes tienen una actividad muy dependiente de sus directores de tesis o tutores, así como los técnicos operativos que no deciden y adoptan una actividad subordinada.

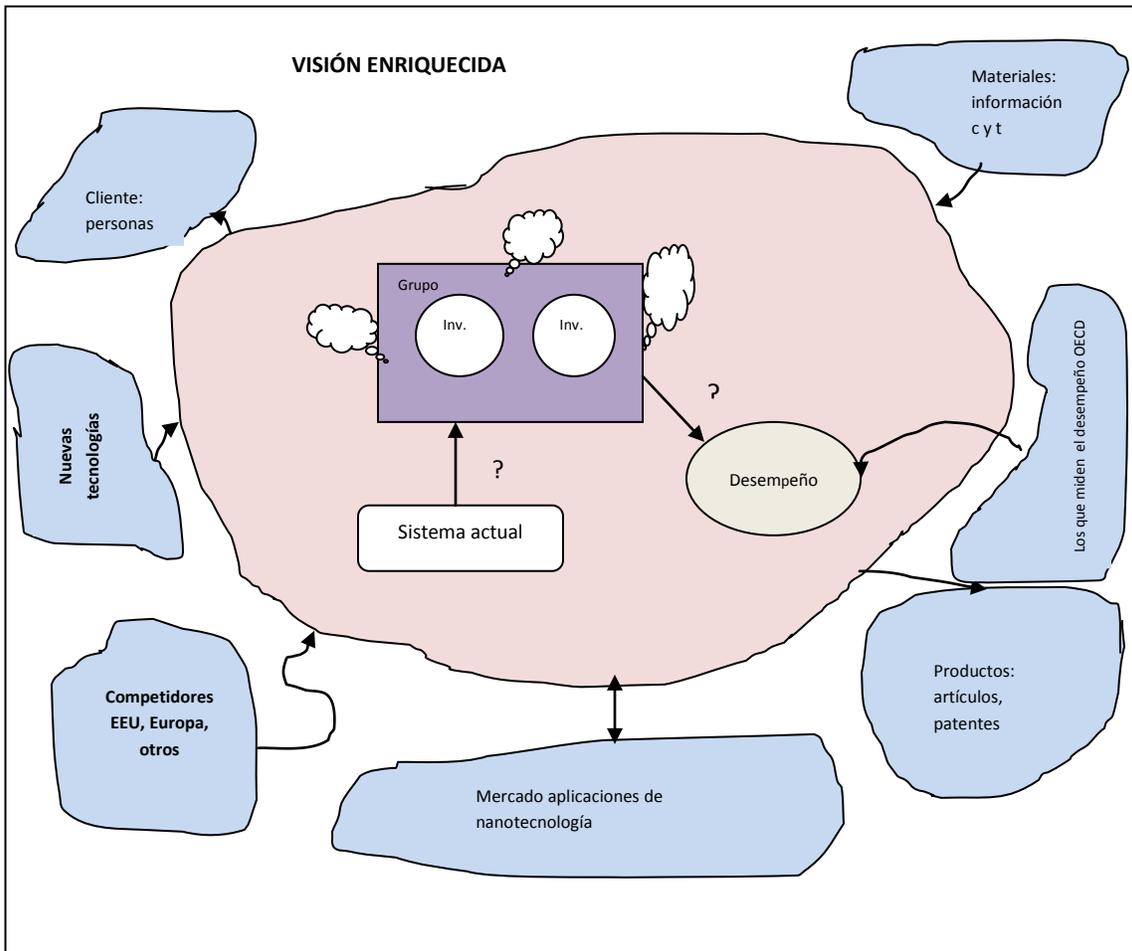


FIGURA A2-2 LA VISIÓN ENRIQUECIDA DE LA ORGANIZACIÓN

En la figura A2-2, se muestra un diagrama de lo que se llama una visión enriquecida de la organización o grupos de investigación. Lo que **entra** al sistema es la información en nanotecnología en forma de publicaciones en revistas internacionales, conocimiento de las nuevas tecnologías para la investigación en nanotecnología así como información de las aplicaciones y el mercado potencial de desarrollo de la nanotecnología, pero también lo que entra es la presión de los competidores, del líder EEUU, de Europa y los demás que se mencionan en (2). Presión que de no atenderla, se corre el riesgo de quedar fuera en unos años de la participación de oportunidades en nanotecnología en diferentes campos de aplicación según la medición del desempeño hecho por la OECD. En la **salida**, se tiene una participación pobre en patentes y en artículos lo cual hace que posibles clientes, como laboratorios e industria en general queden en manos de los competidores.

3.- ELEMENTOS CATWOE PARA LA DEFINICIÓN RAÍZ

C	Clientes: ¿Quiénes son los beneficiarios o víctimas de este sistema en particular? / ¿Quién se beneficia o sufre sus operaciones?	<i>Investigadores, universitarios y público en general.</i>
A	Actores: ¿Quiénes son los responsables de llevar a cabo este sistema? / ¿Quiénes llevarían a cabo las actividades que se hacen en el sistema de trabajo?	<i>Investigadores</i>
T	Transformación: ¿Qué transformación debe llevar a cabo este sistema? / ¿Cuáles son las entradas y cuales las salidas? Para obtener una riqueza útil de una transformación, además, se hace necesario considerar los criterios: eficacia (por “¿funcionan los medios?”), eficiencia (por “cantidad de recursos de salida entre la cantidad de recursos empleados”), efectividad (por “¿la T satisface el objetivo a largo plazo?”), considerados para modelar sistemas.	<i>Con la consideración de la actividad inventiva en la planeación y formulación de actividades de investigación en nano-ciencias y nanotecnología y considerando a la planeación normativa, se alcanzará una mejor participación en resultados de investigación susceptibles de patentar en mayor cantidad y mejor calidad, así como en publicaciones.</i>
W	Weltanschauung: ¿Qué visión particular del mundo justifica la existencia de este sistema? / ¿Qué punto de vista hace que este sistema sea significativo?	<i>Investigar en nano-ciencias y nanotecnología para alcanzar un mayor prestigio y oportunidades para el país.</i>
O	Propietario: ¿Quién tiene la autoridad para abolir este sistema o cambiarlo? / ¿Quién puede cambiar para mejorar el desempeño?	<i>Investigadores, jefes de proyecto, subsistema de la investigación científica.</i>
E	Ambiente o entorno: Los elementos externos que existen fuera del sistema que se toman como dados. Estos apremios incluyen políticas de la organización así como materias legales y éticas.	<i>Consejo universitario, consejos técnicos, Consejo técnico de la investigación científica. Normatividad de la propiedad intelectual a nivel internacional.</i>

3.- DEFINICIÓN RAÍZ

Un sistema de grupos de investigación científica y del que la UNAM es poseedora para investigar nano-ciencias y nanotecnología, mediante una organización ad-hoc para realizar proyectos y estrategias de investigación y así incrementar el conocimiento en nanotecnología mejorando la calidad y cantidad en artículos de investigación y solicitudes de patente.

5.- COMPARACIÓN DE 2 CON 4

Lo que es (estado actual)	<i>El sistema pertinente contempla actividades de investigación en donde por políticas, no se obliga a investigar en nanotecnología, no se les obliga a utilizar la actividad inventiva, y se tiene una baja productividad en nanotecnología, además de que no se investiga en posibles aplicaciones.</i>
Lo que debe ser (Estado ideal)	<i>El sistema pertinente debe contemplar actividades de investigación en donde por políticas, al investigar en nanotecnología, se debe utilizar la actividad inventiva, y sus posibles aplicaciones con la ayuda de la planeación normativa propuesta y esto ayudará a incrementar la productividad en nanotecnología.</i>

5.- COMPARACIÓN DE 2 CON 4

Modelo Actual	Modelo conceptual
Se investiga	<i>Se investiga para investigar auxiliándose de la planeación normativa propuesta</i>
Se tiene actitud contemplativa en nanotecnología	<i>Se activa la actitud más participativa</i>
Se estudia y se planean actividades de investigación	<i>Se analizan, se cuestionan, se comprenden y se investiga el estado del arte para comprender</i>
No se considera a especialistas externos por lo regular en actividades de investigación	<i>Se consideran expertos externos para planear actividades de investigación</i>

5.- COMPARACIÓN DE 2 CON 4 SISTEMA PERTINENTE (POLÍTICAS)

Política actual	Política propuesta
No es obligatoria la actividad inventiva en los grupos de investigación.	<i>Se debe considerar a la actividad inventiva como una actividad cotidiana en las actividades de investigación en general y en particular las referentes a la nanotecnología.</i>
No es obligatorio buscar aplicaciones a los resultados de investigación, ni antes de su planeación como después de la ejecución	<i>Considerar en la planeación de actividades de investigación, posibles aplicaciones de los posibles resultados de investigación.</i>
No se considera el apoyo de analistas en sistemas ni administradores de proyectos ni especialistas en actividad inventiva en las actividades de planeación y formulación de actividades de investigación.	<i>Que se apoye a los grupos de investigación en las actividades de investigación en administración de proyectos, planeación de actividades en nanotecnología y en actividad inventiva para incrementar su productividad.</i>
No es obligatorio investigar en nano-ciencias y nanotecnología bajo la normatividad actual.	<i>Asistir a los grupos de investigación en lo necesario para motivar su creatividad, investigando oportunidades de desarrollo y comunicarlo. Buscar los nichos de oportunidad en lo que sea realmente más factible, considerando las fortalezas de los diferentes grupos de investigación. Emprender actividades de liderazgo más activos que contemplativos.</i>
No es obligatorio hacer prospectiva científica ni tecnológica en los grupos de investigación como elementos importantes de para la planeación de actividades de planeación.	<i>Hacer de la prospectiva una actividad natural y permanente en el subsistema de la investigación científica de manera que sea una actividad de apoyo a los grupos de investigación.</i>
No se usa una metodología básica para la planeación de actividades de investigación	<i>Se propone utilizar una metodología como la planeación normativa para que sea una guía en las actividades de investigación</i>

6.- CAMBIOS FACTIBLES Y DESEABLES

CAMBIOS	ACCIONES	RESPONSABLES
Una nueva forma de organización para planear actividades de investigación en nanotecnología de la que se tiene actualmente en el subsistema de la investigación científica es factible ya que la UNAM cuenta con todo para llevarlo a cabo.	Buscar alternativas de nueva organización para evaluar y seleccionar la más deseable y factible	Facilitador / investigador experto
Establecer una nueva cultura en actividades de investigación en nanotecnología.	A través de una nueva organización motivar a investigadores para que participen más en nanotecnología.	Los mismos investigadores y autoridades universitarias

7.- ACCIÓN PARA IMPLANTAR LOS CAMBIOS

Este es un trabajo pensado para mejorar la actividad de investigación en nanotecnología, la acción a seguir, sería la de seleccionar la mejor alternativa: *Una Unidad de Información y Procesamiento de Actividades de Investigación en Nanotecnología*, convencer a las autoridades del Subsistema de la Investigación Científica y diseñar bien la Nueva organización, con objetivos, metas, políticas, funciones y la interrelación que debe tener el nuevo sistema.

Definir puestos, autoridad, responsabilidad y relaciones entre las personas, establecer la capacidad de control. Estudiar la división del trabajo para que no haya duplicidad de funciones, el tamaño, los niveles jerárquicos y la supervisión. Establecer la departamentalización funcional, por proceso, por producto, por fuerza de tarea etc. Ver la centralización y la descentralización, desventajas limitaciones etc.

ANEXO 3 CURVAS DE CRECIMIENTO O CURVAS "S"

Las curvas de crecimiento o curvas "S" son consideradas de importancia en la toma de decisiones para cualquier tecnología que se requiera considerar. Es una herramienta de prospectiva tecnológica que nos indica la situación acerca del estado que guarda una tecnología en sus distintas etapas de madurez, desde su etapa embrionaria (Figura A3-1) hasta la etapa de declive.

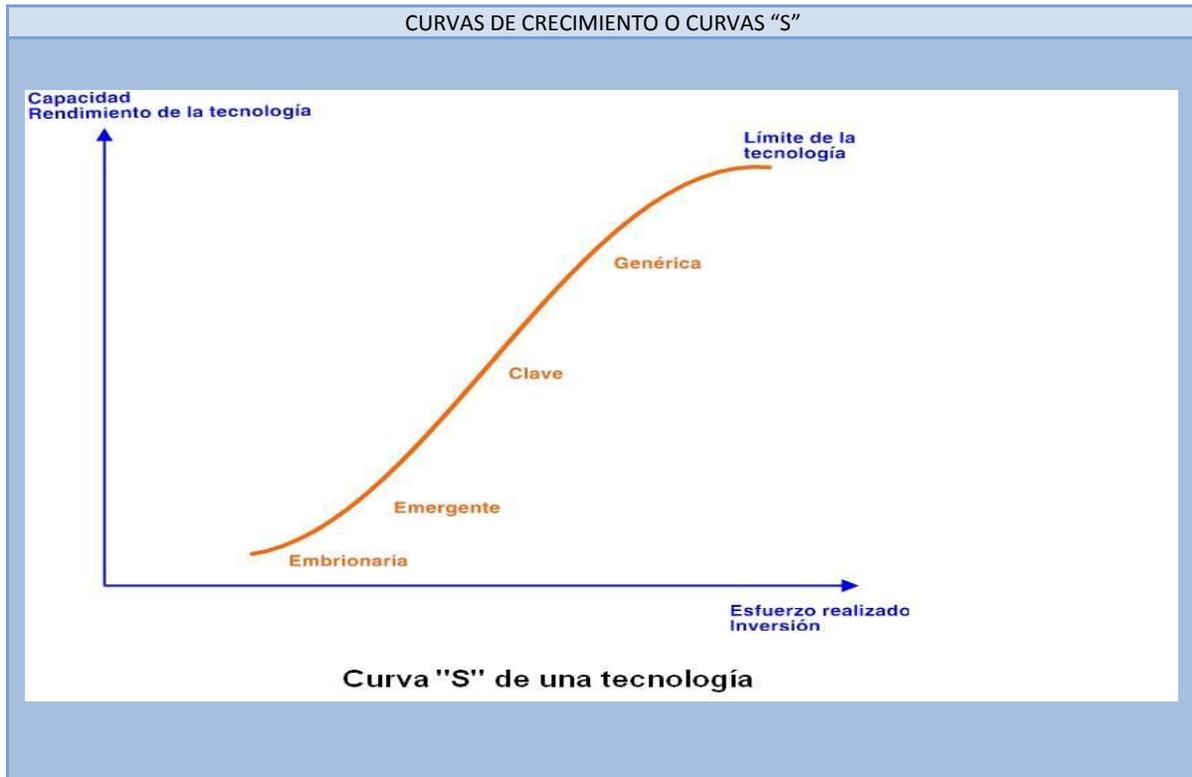


FIGURA A3-1 CURVAS "S"

Se propone utilizar este concepto en la formulación de actividades en nanotecnología, para ayudar a los grupos de investigación del subsistema de la investigación científica de la UNAM, dado que gran parte de los desarrollos en nanotecnología se encuentran en etapa embrionaria o a lo más en etapa de emergente y esta es una oportunidad para entrar a competir con mayores elementos de los que hasta ahora se tienen.

El tratamiento matemático no es muy complejo y ha demostrado a lo largo de la historia su efectividad, pues algunos expertos matemáticos han logrado sustituir dicha curva por algún modelo mejor sin que hasta ahora hayan tenido un éxito significativo. En la tabla A3-T1 se puede apreciar el tratamiento matemático.

CURVAS DE CRECIMIENTO O CURVAS "S" TRATAMIENTO MATEMÁTICO

El uso de curvas de crecimiento

El pronóstico a partir de curvas de crecimiento, incluye el ajuste de la curva a partir de un conjunto de datos sobre el desempeño de la tecnología, teniendo el ajuste de la curva, se extrapola más allá de los datos usados con objeto de obtener un estimado del desempeño en el futuro. Esta actividad debe considerar tres supuestos:

1. Se debe conocer el límite superior de la curva de crecimiento.
2. La curva de crecimiento elegida, deberá adecuarse a los datos históricos correctos.
3. Los datos históricos dados proporcionan los coeficientes de la curva elegida para la formulación correcta.

Los matemáticos están de acuerdo que en muchos casos, el método de los mínimos cuadrados, también conocido como regresión lineal es una manera correcta para ajustar una curva de un conjunto de datos, por lo que el tercer supuesto no considera su longitud.

Los otros dos supuestos son críticos en el uso de la curva de crecimiento para el pronóstico. Respecto de la primera suposición acerca de la validez del límite superior se verá más adelante. La elección del límite superior es independiente de la elección de la curva de crecimiento por tanto esta suposición puede ser considerada por separado.

Las curvas Pearl y Gompertz son las curvas de crecimiento que se utilizan más frecuentemente en la prospectiva tecnológica. Pero es necesario considerar otros aspectos. Una curva de crecimiento es por supuesto un intento para pronosticar por extrapolación ¿Qué tan bien se hace la extrapolación a partir de los primeros datos del desempeño? ¿Son afectados desarrollos posteriores por eventos falsear la curva de crecimiento? Empíricamente, la respuesta es que eventos externos se ve que si afectan a las curvas de crecimiento pero no por mucho.

La curva Pearl

Esta curva fue llamada así, después de que el demógrafo Raymond Pearl popularizo su uso para pronosticar el crecimiento poblacional. Una curva variante a esta es conocida como la curva "Fisher-Pry". La ecuación de la curva Pearl es:

$$y = \frac{L}{1 + ae^{-bt}}$$

Donde L es el límite superior del crecimiento de la variable y, e es la base de los logaritmos naturales, t es el tiempo a y b son coeficientes que se ajustan convenientemente de los datos de la curva. La curva tiene un valor inicial de cero en el tiempo $t = -\infty$ y un valor de L en $t = +\infty$. Notemos que si el valor inicial de la tecnología no es cero, este valor inicial puede agregarse como una constante al lado derecho de la ecuación. El punto de inflexión de esta curva ocurre cuando $t = (\ln a)/b$, cuando $y = L/2$. La curva es simétrica a partir de este punto cuando la mitad de la parte superior inicia a la mitad de la parte inferior. La curva Pearl es una curva inusual entre las curvas de crecimiento en la que la forma (la inclinación) y la ubicación pueden ser controladas de manera independiente una de otra. Los cambios en el coeficiente a afectan la ubicación solamente; ello no altera la forma. Inversamente, los cambios en el coeficiente b afectan la forma solamente; ello no altera la ubicación. Esta propiedad hace que la curva Pearl se use en una variedad de aplicaciones matemáticas además de la prospectiva.

Al ajustar una curva Pearl para un conjunto de datos, es costumbre trazar la curva primeramente, es decir, la ecuación se transforma en una línea recta, y la mejor línea recta es entonces la que se ajusta mejor a los datos. Consideremos a Y como la variable transformada, entonces la transformación es:

$$Y = \ln \left[\frac{y}{L-y} \right] = -\ln a + bt$$

Donde el lado derecho, es la ecuación de una línea recta. La transformación se logra tomando el logaritmo natural de los valores de los datos (y) divididos entre la diferencia de el límite superior (L) y el valor de los datos. La variable transformada es entonces una función lineal del tiempo t, donde el $-\ln a$ es el término constante y la pendiente es el valor de b. El coeficiente b será intrínsecamente positivo, de pendiente positiva y la variable transformada Y aparecerá con pendiente positiva. Una vez obtenidos los valores a y b del análisis de regresión entonces se pueden sustituirlos en la ecuación de la curva Pearl original. La curva puede ser extrapolada para valores futuros del tiempo sustituyendo los valores apropiados para t.

La curva original utiliza la base e de los logaritmos naturales, sin embargo la ecuación para una curva Pearl utilizando logaritmos de base 10 es:

$$y = \frac{L}{1 + 10^{A-Bt}}$$

Donde nuevamente L es el límite superior de la variable y y t es el tiempo. Los coeficientes en mayúsculas A y B tienen los mismos significados que los coeficientes a y b anteriores. El coeficiente A controla la ubicación de la curva y B controla la forma. Haciendo una manipulación matemática similar, se obtiene la siguiente línea recta:

$$Y = \log \left[\frac{y}{L-y} \right] = -A + Bt$$

Estas ecuaciones tienen una ventaja pues se pueden graficar directamente en papel con escala semilog.

En 1971 Fisher y Pry desarrollaron una ecuación para una curva de crecimiento que parecía ajustarse en buena medida a muchos casos de sustitución tecnológica. Esta ecuación fue:

$$f = \left(\frac{1}{2} \right) [1 + \tanh a(t - t_0)]$$

Donde f es la fracción de las aplicaciones en donde las nuevas tecnologías sustituyen a la viejas, t_0 es el tiempo para una sustitución del 50%, el coeficiente a es el coeficiente que da la forma a la curva y tan h es la tangente hiperbólica.

Fisher y Pry encontraron que al graficar la razón $f/(1-f)$ en papel semilog las curvas de sustitución para 17 casos diferentes estas quedaban muy cercana a la líneas rectas. Fisher y Pry fueron los primeros en usar una curva Pearl en base 10 como una curva de sustitución. Por tanto la curva Fisher- Pry puede ser caracterizada en términos de su tiempo T y el tiempo de sustitución del 50%. La razón $f/(1-f)$ es usualmente referido como la Razón Fisher- Pry.

Ahora es muy común usar la transformación Fisher- Pry para graficar curvas de sustitución.

La curva Gompertz

Esta curva es llamada así porque fue propuesta por el actuario y matemático inglés Benjamín Gompertz. La forma de la curva se

representa por:

$$y = Le^{-be^{-kt}}$$

La variable que representa el desempeño es y , L es el límite superior, e la base de los logaritmos naturales, b y k son coeficientes derivados del ajuste de la curva a partir de un conjunto de datos.

Como la curva Pearl, la curva Gompertz se mueve desde cero en $-\infty$ a L en $+\infty$. Sin embargo, la curva no es simétrica. El punto de inflexión surge en $t = (\ln b)/k$, donde $y = L/e$. Justo como en una curva Pearl, es necesario arreglar y transformar la Gompertz antes de la regresión lineal para obtener los factores b y k . Se hace obteniendo un doble logaritmo para encontrar la ecuación de la recta:

$$Y = \ln \left[\ln \left(\frac{L}{y} \right) \right] = \ln b - kt$$

Y es la regresión sobre t , el término constante $\ln b$ y k es la pendiente y como la en la curva Pearl la pendiente es intrínsecamente positiva. Como en la curva Pearl la línea recta obtenida por esta transformación, b y k obtenidas por la regresión lineal que pueden ser sustituidas en la ecuación original. Los valores futuros se proyectan en la ecuación original para y .

Otras curvas de crecimiento

Numerosos investigadores han tratado de identificar otras curvas de crecimiento que puedan ser más adecuadas para pronosticar que las curvas Pearl y Gompertz

$$\frac{df}{dt} = bf^d(F - f)$$

$$E(L, T) = \frac{n^2 c_1 L^{-5}}{e^{(c_2/LT)}} - 1$$

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dt} &= ky \\ y &= y_0 e^{kt} \\ \ln y &= Y = \ln y_0 + kt \end{aligned}$$

TABLA A3-T1