

01167
5
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA

GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO EN EL ÁMBITO ACADÉMICO

NORMA ELENA URIBE MEMIJE

T E S I S

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERIA

(P L A N E A C I O N)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CD. UNIVERSITARIA, D.F., NOVIEMBRE DE 1990



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO
EN EL MEDIO ACADEMICO.

CONTENIDO.

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. MARCO TEORICO | 7 |
| 1.1 Paradigma de Planeación | 7 |
| 1.1.1 Concepto de Sistema | 7 |
| 1.1.2 Concepto de Gestión | 8 |
| 1.1.3 Proceso de Planeación | 9 |
| 1.1.4 Objeto Controlable | 11 |
| 1.2 Sistema de Investigacion y Desarrollo | 13 |
| 2. PROBLEMATICA | 19 |
| 2.1 Antecedentes | 20 |
| 2.2 Situación Actual | 22 |
| 2.2.1 Sistema Productivo | 23 |
| 2.2.2 Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología | 25 |
| 2.3 Investigación en la UNAM | 34 |
| 2.3.1 Investigación Científica | 36 |
| 2.3.2 Investigación Humanística | 38 |
| 2.3.3 Desarrollo Tecnológico | 39 |
| 2.3.4 Proyectos de I & D | 42 |
| 2.3.5 Transferencia de Tecnología | 44 |
| 2.3.6 Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas | 45 |
| 2.4 Tipología de Proyectos de I & D en la UNAM | 46 |
| 2.4.1 Necesidad de Gestión de Proyectos de I & D | 50 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 3. | GESTION DE PROYECTOS DE I & D | 54 |
| 3.1 | Planeación de Proyectos de I & D | 54 |
| 3.1.1 | Ciclo de Vida de un Proyecto de I & D | 57 |
| 3.2 | Técnicas para Programación de Proyectos I & D | 63 |
| 3.2.1 | Descripción del Trabajo | 64 |
| 3.2.2 | Estructura Desglosada de Tareas | 65 |
| 3.2.3 | Programación de Actividades | 70 |
| 3.2.4 | Control de Actividades | 79 |
| 3.3 | Ejecución y Control de Proyectos de I & D | 81 |
| 3.3.1 | Seguimientos de Proyectos de I & D | 81 |
| 3.3.2 | Tipos de Errores en la Ejecución | 85 |
| 3.4 | Finalización de Proyectos de I & D | 89 |
| 3.4.1 | Criterios para Suspender Proyectos de I & D | 90 |
| 3.4.2 | Transferencia de Resultados | 90 |
| 3.4.3 | Evaluación de Proyectos de I & D | 92 |
| 3.5 | El Factor Humano en la Gestión de Proyectos de I & D | 99 |
| | CONCLUSIONES | 103 |
| | GLOSARIO | 107 |
| | BIBLIOGRAFIA | 116 |

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo analizar la gestión de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico (I & D) en la UNAM para definir y tipificar algunos de los problemas que surgen al vincularlos con el sector productivo y proponer lineamientos estratégicos a los responsables de dichos proyectos.

Se pretende brindar herramientas metodológicas y técnicas al investigador para apoyar la gestión de proyectos de I & D, con la pretensión de tener un nivel accesible para su fácil adecuación a sus necesidades particulares. Sin embargo no se plantean directamente lineamientos institucionales que deban considerarse para la planeación estratégica de I & D en la UNAM; no porque no sean importantes, sino porque un estudio de esta naturaleza debe ser abordado de manera específica.

Definida la base conceptual del proceso de gestión de proyectos, los niveles de planeación e instrumentación se consideran a partir de las características específicas del quehacer de I & D.

El contexto científico tecnológico nacional es estudiado a través del enfoque de sistemas, para definir el sistema de investigación en la UNAM y establecer su vinculación con el sector productivo.

Para la gestión de proyectos de I & D se analizan técnicas disponibles que involucran condiciones de riesgo e incertidumbre, a fin de evaluarlas y adecuarlas a las necesidades de gestión de dichos proyectos en el ámbito académico.

INTRODUCCION.

El papel de la ciencia y la tecnología en México está influido por su trayectoria histórica. El patrón colonial impuso criterios y objetivos de investigación dictados por la metrópoli para su propio beneficio. En el siglo pasado el quehacer científico estuvo influido por el pensamiento liberal y positivista, lo que promueve la institucionalización de la ciencia en nuestro país. No obstante este aparente auge, la actividad científica no incide en el desarrollo económico, pues éste respondía a un modelo centrado en el exterior, haciendo innecesaria la aportación de científicos y técnicos mexicanos en el sector productivo. De esta manera, la comunidad científica de esa época está dedicada al conocimiento por sí mismo. La élite porfirista sostuvo la ideología de que la ciencia era el "fetiche" para el progreso y la modernidad.

A partir de la Revolución Mexicana el Estado procura establecer políticas que promuevan la vinculación con el sector productivo y generar la infraestructura científica y tecnológica requerida para el desarrollo nacional, sin embargo, en la actualidad es todavía evidente su desvinculación. Más aún, se sigue confundiendo el quehacer de investigación con la enseñanza y capacitación, probablemente como secuela de la tradición "ilustrada" de la ciencia en los siglos XVIII y XIX.

Con respecto al ejercicio científico-tecnológico existe un conflicto relativo a los valores y las demandas a que debe responder un investigador. Por un lado, las exigencias puramente académicas conjuntamente a los criterios de mérito que les son propios: publicaciones de excelencia, en su mayoría extranjeras, y el número de veces que otros científicos los citan en sus

trabajos. Por otro lado, las necesidades sociales, enmarcadas en las políticas del Estado, que define la normatividad para satisfacer dichas necesidades.

En este sentido destaca el punto neurálgico del conflicto: la planeación de la ciencia en función de objetivos y necesidades sociales, aparente en contraposición con la creatividad individual del investigador.

Este dilema ha sido resuelto en los países científicamente desarrollados. El papel social del investigador ha sido analizado así como los aspectos sociales del conocimiento científico. En México, se ha dado solución en un marco normativo, con la adición de la fracción XXIX-f del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 1983. Al Poder Legislativo se faculta para expedir leyes relativas a la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiere el desarrollo nacional.

Sin embargo falta mucho por hacer; se requiere actuar en todos los niveles: desde la perspectiva del país como un suprasistema, desagregándolo en subsistemas de diferente jerarquía, hasta unidades básicas del quehacer científico-tecnológico.

El país cuenta con una infraestructura científica y tecnológica relativamente importante, así como con diversos mecanismos e instrumentos para desarrollar efectivamente ciencia y tecnología. La comunidad científica nacional se ha profesionalizado y consolidado, alcanzando niveles de excelencia y competitividad en ciertas áreas. El sector productivo está dando pasos para su modernización a fin de aumentar su productividad, por lo que está en condiciones de desempeñar un papel de usuario real del conocimiento científico-tecnológico. Adicionalmente, el Estado ha

creado instituciones, planes, programas e instrumentos que, adecuándolos y desarrollándolos en función de las situaciones, pueden conducirlos a reforzar y ampliar su propia capacidad científico-tecnológica, como parte del desarrollo social integral del país.

La tercera revolución industrial representa un reto para acoplarnos al avance científico y tecnológico mundial. La competitividad internacional proviene de los sectores intensivos en tecnología. Esto requiere de empresas competitivas que generen y usen conocimiento tecnológico.

La cultura tecnológica que alienta estos cambios se alimenta del paradigma de Schumpeter:

- la innovación tecnológica es la fuerza fundamental que determina y sostiene la expansión del sistema capitalista,
- las innovaciones son, en esencia, un fenómeno discontinuo, pues se manifiestan de manera agrupada durante ciertos períodos. La economía crece en forma cíclica, exhibiendo períodos de recesión, depresión, recuperación y auge, se experimentan las llamadas revoluciones industriales.
- la innovación tecnológica tiene diferentes efectos en la economía, lo que ayuda a comprender porqué existen ciclos de distinta duración .

Para participar en este proceso resulta evidente la necesidad de formar recursos humanos ampliamente calificados, por lo que la vinculación del sector productivo con universidades e institutos de investigación se debe dar en un marco de planeación y apoyo amplio de recursos.

En el ciclo Kondratieff o Tendencia se insertan el ciclo Kuznets o de la construcción, el ciclo Juglar o de la inversión fija y el ciclo Kitchin o financiero).

En consecuencia la comunidad científica y tecnológica nacional tiene la gran oportunidad de coordinarse con el país y contribuir eficaz y eficientemente, a resolver muchos de los problemas nacionales. Los asuntos científicos y tecnológicos deben estar ligados a la economía, la política, la cultura y la sociedad en su conjunto.

Para lograrlo se requieren realizar estudios sobre las estructuras organizacionales que fomentan el conocimiento y promueven nuevas formas para su transferencia inter e intrasectorial, con nexos permanentes con centros de excelencia.

El mejoramiento de la capacidad científica y tecnológica demanda una gestión más efectiva de la investigación, conforme a las características que dominan en las diferentes esferas institucionales.

Se vislumbra una integración más amplia de las diferentes disciplinas con la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. Algunos estudiosos coinciden en señalar que la división del trabajo intelectual debe alterarse con el fin de atender esas necesidades integradoras que entrañan un enfoque sistémico de problemas. Lo que repercutirá directamente en las universidades, con un probable cambio en el enfoque de sus funciones sustantivas.

Es de aquí donde surge la gestión de proyectos de investigación y desarrollo como un elemento fundamental para la realización de actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico en el ámbito académico. Para ello es importante ubicar nuestro sistema de interés: la Universidad Nacional Autónoma de México, dentro del contexto nacional de ciencia y tecnología; particularmente sus actividades de investigación y desarrollo reslzadas en sus dependencias por grupos académicos.

El presente trabajo tiene como finalidad definir el porqué y el como de la gestión de proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en la UNAM desde un enfoque sistémico y considerando al investigador como la célula fundamental en este proceso.

Se pretende brindar herramientas metodológicas y técnicas al investigador para apoyar la gestión de sus proyectos, sin embargo no se plantean directamente lineamientos institucionales que deban ser considerados para la planeación estratégica de la investigación y desarrollo en la UNAM; no porque no sean importantes, sino porque un estudio de esta naturaleza consideramos que debe ser abordado de manera específica.

El estudio inicia con una serie de conceptos básicos para la adecuada comprensión del fenómeno. Se define el concepto de gestión dentro del enfoque sistémico, se describe el proceso de planeación y se delimita el problema, definiendo el sistema gestor y el objeto controlable. Así mismo, se precisa el sistema nacional de ciencia y tecnología para fines del estudio, conceptualizado a partir del modelo de Sagasti.

En el segundo capítulo se analiza la problemática de la investigación y desarrollo tecnológico (I & D), considerando las necesidades del país y particularmente, la vinculación de los centros de investigación con el sector productivo, para determinar la necesidad de la gestión de proyectos de I & D en el medio académico. Desde esta perspectiva se plantea la problemática de la UNAM, considerando al investigador como elemento fundamental del quehacer científico-tecnológico. Posteriormente se propone una tipología de proyectos de I & D que se realizan en la UNAM, considerando los fines: alcances y objetivos del proyecto, y los agentes de gestión.

En el capítulo tercero se conceptualiza la gestión de proyectos de I & D, y se presenta una metodología que conjunta los aspectos técnicos y humanos relativos a la ejecución del proyecto. Se describen algunas técnicas para la programación y control adecuadas a las actividades de I & D, que consideran la incertidumbre y el riesgo asociados a este tipo de proyectos. Se realiza un análisis de estas técnicas y definen criterios de aplicación.

Finalmente, se presentan las conclusiones más relevantes y se sugieren algunas pautas para posteriores estudios.

1. MARCO TEORICO

1.1 EL PARADIGMA DE PLANEACION.

1.1.1 El Concepto de Sistema.

Referirse a un sistema es hablar de la interrelación de cierto número de entes llamadas partes de ese sistema con un cierto fin. La definición de un sistema como tal es un hecho puramente intelectual al aislar y abstraer de la totalidad del mundo una porción de su realidad, caracterizada por una serie de atributos que básicamente se agrupan en tres categorías:

- a) las relaciones particulares que se establecen entre los elementos del sistema,
- b) estas relaciones se estructuran con un patrón determinado,
- c) tienen un propósito que cumplir bajo este arreglo.

Para la comprensión de este concepto se presenta un proceso explícito de la conceptualización del sistema, mediante su construcción [Negroe, (1980)], en el que se han definido dos tipos básicos de procedimientos de construcción sistémica:

- por composición
- por descomposición

que corresponden a dos tipos de representaciones sistémicas: compuesta e integral. Estos procedimientos se complementan para determinar el concepto de sistema general.

1) CONSTRUCCION POR COMPOSICION.

Con este procedimiento se identifican primeramente, elementos con ciertas características, que se van agregando hasta llegar al sistema; considerando que el conjunto de elementos así seleccionados se encuentra organizado en cierta *TOTALIDAD* gobernada

por leyes comunes. Sin embargo, se corre el riesgo de no comprender relaciones determinadas por un sistema mayor que lo contiene, denominado suprasistema.

2) CONSTRUCCION POR DESCOMPOSICION.

Este procedimiento, parte del sistema hacia sus componentes, subsistemas, cuyas funciones y propiedades aseguran las del sistema integral, mediante una organización adecuada.

Esta descomposición se realiza en dos vertientes relativas a las estructuras externa e interna del sistema considerado. La primera al conocer el papel que el sistema juega en su suprasistema, lo que se logra definiendo los objetivos y funciones totales. Los objetivos son enunciados de propósitos definidos y operacionales. Es importante determinar dentro del suprasistema, otros sistemas del mismo nivel para entender sus interrelaciones.

La estructura interna del sistema se presenta como un agregado hipotético de subsistemas interconectados, de tal forma que esté asegurado el funcionamiento del sistema para alcanzar ciertos objetivos dentro de su suprasistema.

Ambas construcciones permiten determinar al sistema partiendo de sus objetivos o funciones.

1.1.2 El Concepto de Gestión.

Considerando el procedimiento de construcción sistémica por descomposición, el sistema, de acuerdo a su estructura interna, se puede descomponer funcionalmente, en dos: subsistema gestor y objeto controlable; mientras que en relación con el exterior, se puede considerar tanto por sus objetivos propios como por los que le impone el suprasistema.

La gestión consiste en un proceso de cambio controlado, que incluye el caso de no cambio, del subsistema conducido según

ciertos objetivos, a través de actividades que lo garanticen; es decir, se selecciona y realiza la trayectoria adecuada de cambio.

De aquí se desprenden dos objetivos:

- A) Mantener el objeto controlable en un estado deseado o intentar mejorarlo localmente.
- B) Conducir al objeto controlable a un estado futuro deseado.

Además de ciertos criterios que sirven para seleccionar y organizar las actividades adecuadas que contribuyan al cambio del estado actual al deseado, para lo cual pueden planificarse en forma de planes, programas y proyectos.

Para analizar al sistema gestor es necesario especificar su estructura a través de sus vínculos con el objeto controlable. El primer vínculo, la información, permitirá al proceso de toma de decisiones y al de planeación conocer los elementos para sus funciones. Por conocimiento se entiende la conceptualización del sistema, y por información la especificación de su estado. La efectividad de los procesos de toma de decisiones y planeación, depende de la calidad de dicha información.

El segundo vínculo es la ejecución de acciones, resultado de la toma de decisiones. Para el análisis y diseño conceptual de este subsistema, las unidades operacionales encargadas deben identificarse posteriormente a la diferenciación funcional y determinar así las actividades realizadas por las unidades, esto depende del nivel jerárquico considerado en el sistema o subsistema en cuestión.

1.1.3 El Proceso de Planeación.

Dado que la gestión es realizar el ajuste dinámico de un sistema ante el cambio, la planeación trata de especificar el tipo y la forma de conseguirlo, definiendo al objeto controlable y

estableciendo los objetivos del proceso de gestión, principios y políticas que le permita seleccionar acciones, con sus consecuencias, en forma de programas y proyectos para mejorar la transformación y adecuación de ese objeto controlable de acuerdo con ciertos criterios y restricciones.

La planeación no se restringe a la producción de planes, incluye su ejecución y revisión, por lo que en una primera fase, el proceso de planeación en general, puede descomponerse en los siguientes sistemas funcionales:

- 1) Elaboración de planes: Identificación del problema y su solución con sus correspondientes etapas de *diagnóstico*, *prescripción* e *implantación*.

El *diagnóstico* trata de detectar, definir y plantear los problemas a resolver a través del proceso de gestión. Con el proceso de planeación en su totalidad es posible detectar tres modos distintos de visualizar los problemas:

- a) de tipo interno, en la organización del proceso de gestión, esto es, en las relaciones entre el subsistema gestor y el objeto controlable.
- b) externo, en las relaciones del sistema conducido con su suprasistema, así como con sus subsistemas.
- c) externo, en las relaciones entre el sistema gestor y su suprasistema, con otros sistemas gestores.

La etapa de *prescripción* trata de establecer la solución al problema planteado, al analizar distintas alternativas factibles para lograr un estado deseado, en donde pueden distinguirse:

- a) construcción de modelos para obtener y simular soluciones al problema.

- b) definición de restricciones y formulación de criterios
 - c) búsqueda de soluciones
 - d) evaluación de alternativas para seleccionar aquellas factibles y las mejores según los criterios previamente establecidos.
- 2) Implantación: realización del plan, que incluye la preparación de dicha implantación y la ejecución de sus acciones.
- 3) Evaluación de los resultados, permite observar la eficiencia y la eficacia de los planes en la consecución de metas y objetivos, para realizar ajustes, cambios y adaptaciones que mejoren el proceso de planeación y de la gestión a través de retroalimentación de información, constituyéndose así la función de adaptación. Estos dos procesos integran la etapa de control.

Las distintas etapas del proceso de planeación, en su desarrollo, no constituyen un proceso lineal sino que están interrelacionadas produciendo ciclos.

1.1.4 El objeto controlable.

La necesidad de definir de manera explícita el objeto controlable se debe a que es heterogéneo y complejo, no se presenta aislado y simple, constituye un sistema formado por subsistemas, y al mismo tiempo, es parte de su suprasistema; además, como es dinámico en su desarrollo histórico tiende a aumentar su complejidad. El supuesto básico para definirlo es considerarlo con una estructura jerárquica formada por sistemas ubicados a su vez en sistemas mayores, en los que se distinguen subsistemas gestores.

Definido el objeto controlable dentro del campo empírico, es posible describir las atribuciones, responsabilidades y

actividades de los sistemas gestores, a través de cuyo análisis es posible construir la imagen del objeto controlable.

El sistema, desde un punto de vista teórico se define, conforme a necesidades específicas de gestión, en tres aspectos básicos:

- a) los objetivos que el sistema busca alcanzar
 - impuestos por el suprasistema;
 - considerados como propios del sistema;
 - relativos a cada uno de los subsistemas en los que el sistema puede descomponerse.

- b) el conocimiento de la estructura externa:
 - sistemas que configuran al suprasistema;
 - sus relaciones determinantes.

- c) el conocimiento de la estructura interna, subsistemas e interrelaciones que mantienen con sus niveles jerárquicos.

Conviene destacar que el objeto controlable, después de ser conceptualizado y definido, al no poder ser analizado directamente, es susceptible de modelarse, para obtener conocimiento e información del mismo.

1.2 EL SISTEMA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO.

Para responder a necesidades de gestión de las actividades de investigación y desarrollo es necesario un planteamiento conceptual general desde un enfoque sistémico.

Del modelo de Sagasti (1981), presentado en la fig. 1 puede comentarse que una nación puede dividirse en cinco sistemas operativos: físico-ecológico, demográfico, educativo, económico y científico-tecnológico, y dos sistemas reguladores: político y cultural.

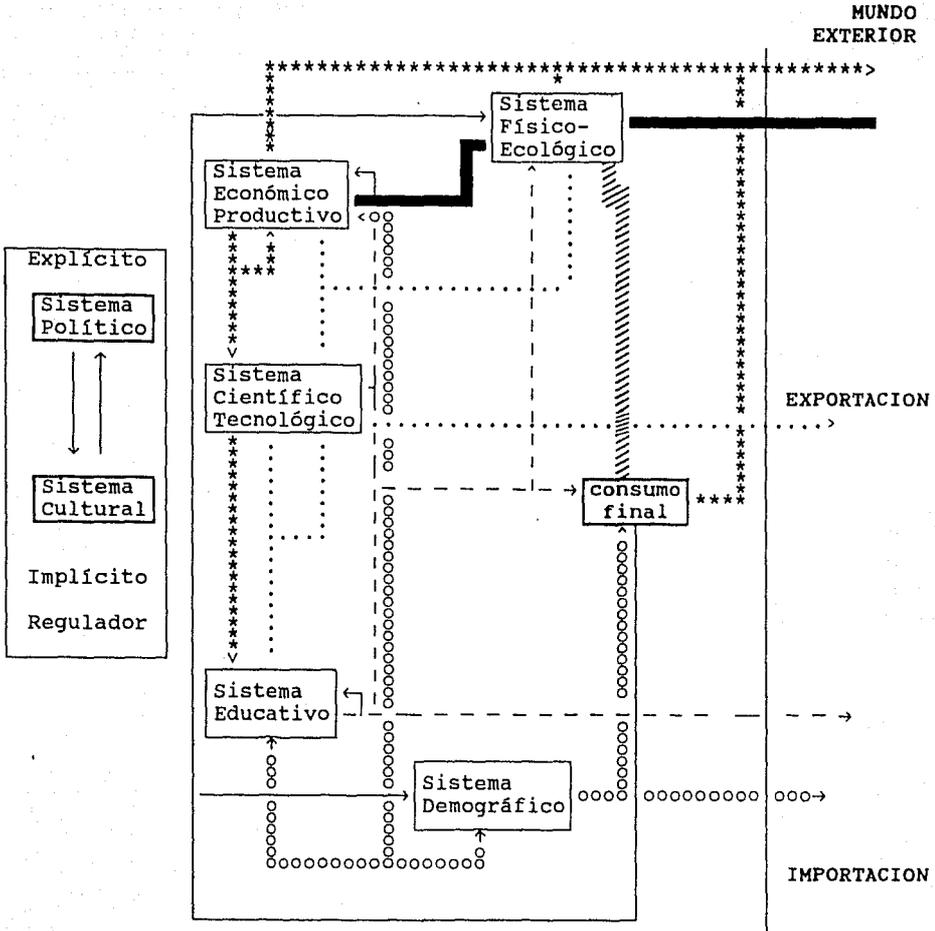
El sistema científico-tecnológico utiliza, como insumos para un mayor flujo de conocimiento, bienes y servicios provenientes del económico, recursos humanos capacitados del educacional, y conocimientos obtenidos del propio sistema científico-tecnológico.

Las relaciones que el sistema científico-tecnológico mantiene con cada uno de ellos son:

1. El sistema cultural cuyo objetivo es mantener la estabilidad de una nación y legitimar las acciones. Los valores y normas culturales condicionan la difusión y aplicación de avances científicos y tecnológicos, dentro de un país. El sistema científico-tecnológico afecta valores y normas culturales de la sociedad, por lo que es considerado un regulador implícito.

2. El sistema político regula a la nación, al expedir reglas e instrumentos, proveer servicios, fijar objetivos y prioridades expresándolos en planes y programas de acción. Este sistema establece políticas que guían al científico-tecnológico, y suministra recursos financieros; mientras que éste provee asesoría e influye en el sistema político, considerado un regulador explícito.

FIG. 1. SISTEMA NACION



- Recursos Humanos, Educado y Capacitado
- Políticas, Planes, Normas e Información
- Recursos Naturales
- /// Desecho (a todos los Sistemas)
- o Recursos Humanos
- .. Conocimiento
- * Bienes y Servicios



Tomado con adaptaciones, de F. Sagasti (op.cit)

3. El sistema educativo capacita recursos humanos para apoyar al país. El sistema científico-tecnológico recibe recursos humanos calificados y genera conocimientos utilizados por este sistema.

4. El sistema económico-productivo genera bienes y servicios, que proporciona al sistema científico-tecnológico junto con recursos financieros; a su vez suministra conocimientos para que los insumos produzcan a su vez, de manera más eficiente, bienes y servicios.

5. El sistema demográfico proporciona la base del recurso humano, insumo para el educativo, generando también el potencial de consumo en la nación, para absorber productos de los sistemas económico, científico-tecnológico y educativo. Directamente aplica en la población el conocimiento generado por el sistema científico-tecnológico (v. gr. índices de mortalidad).

6. El sistema físico-ecológico suministra los recursos naturales; a los que el sistema científico-tecnológico determina su disponibilidad, tasas de explotación y renovación, y otras características, apoyado de manera indirecta por el económico-productivo.

Entre estos sistemas y el científico-tecnológico existe un vínculo adicional representado por conocimientos sobre problemáticas generales y problemas específicos de dichos sistemas.

La nación así conceptualizada no es un sistema cerrado, al establecerse flujos a través de su frontera, para exportar e importar bienes, servicios, conocimiento y recursos naturales. La gestión de estos flujos, internos y externos, está a cargo de sistemas reguladores.

7. El sistema científico-tecnológico tiene como objetivo generar y transformar conocimiento, clasificado en fundamental, aplicado y

tecnología, que conllevan asociadas actividades de investigación básica, aplicada, desarrollo tecnológico, y otras actividades de apoyo.

- a) La investigación básica genera conocimiento fundamenal que puede utilizarse como insumo para otras actividades del sistema científico-tecnológico.
- b) La investigación aplicada transforma al conocimiento fundamental en conocimiento potencialmente utilizable, junto con problemáticas requeridas al sistema de ciencia y tecnología, en forma conjunta con el conocimiento generado por actividades previas de investigación aplicada. Este conocimiento así generado es insumo para actividades de difusión y desarrollo tecnológico.
- c) La difusión del conocimiento potencialmente utilizable permite su aplicación a otros sistemas en una situación concreta. Por medio de solicitudes específicas añaden información sobre problemáticas planteadas al sistema científico-tecnológico.
- d) El desarrollo tecnológico produce conocimiento para poner en práctica, con los insumos del conocimiento potencialmente utilizable, la solicitud para resolver la problemática planteada y el conocimiento tecnológico previamente generado. El resultado de esta actividad es considerado en la innovacion, que generalmente está fuera del sistema científico-tecnológico al utilizar además del conocimiento tecnológico, otros insumos de la producción (capacidades administrativas, capital y trabajo).

Estas cuatro actividades descritas conforman la denominada investigación y desarrollo (I&D). Existen otras actividades que completan las actividades de transformación de conocimiento del sistema científico-tecnológico:

- e) La búsqueda e identificación de conocimiento potencialmente utilizable permite seleccionar conocimiento para las demandas particulares de la problemática planteada al sistema de ciencia y tecnología.
- f) La investigación adaptativa genera conocimiento a partir de la situación antes descrita para incorporar a la actividad de innovación.
- g) Una actividad localizada en la frontera del sistema científico-tecnológico, relativa a la investigación en producción, permite aumentar el conocimiento tecnológico de un sector particular cuando la innovación está en práctica. El flujo de conocimiento originado fuera del país, el conocimiento importado, que alimenta directamente la actividad de innovación sin pasar por el sistema científico tecnológico nacional.
- h) Otras actividades de apoyo del sistema de ciencia y tecnología son:
- i) Difusión de conocimientos a través de bibliotecas, centros de información, publicaciones, congresos y conferencias, entre otros.
 - ii) Establecimiento de una base de datos generales sobre el ambiente físico, social y cultural de la nación que incluya inventarios de recursos naturales, observatorios meteorológicos y astronómicos, cuentas económicas nacionales e indicadores sociales y, demás actividades de recopilación de datos.
 - iii) Transferencia de conocimientos adecuados para poner en práctica desde sistema científico-tecnológico a los demás sistemas, así como el establecimiento de procesos para su uso en el proceso de innovación. Además.

ingeniería y consultoría, estandarización y metrología, control de calidad, instrumentación, concesión de patentes y licencias, etc.

- iv) Difusión de conocimiento a la nación en su conjunto, por medio de museos, jardines, exposiciones, ferias técnicas, etc.

2. PROBLEMATICA.

El desarrollo de los países y la economía mundial han venido transformándose en los últimos años, como consecuencia de lo que podría llamarse una revolución científico-tecnológica con efectos manifiestos en el rápido ritmo de generación e innovación, tanto de productos como de procesos.

La acelerada revolución científico-tecnológica, constituye una de las características de la época contemporánea. Esta revolución ha propiciado considerar la tecnología como una herramienta fundamental de la competitividad económica.

Las transformaciones derivadas del progreso científico manifiestas en la innovación tecnológica del sistema productivo están caracterizadas por propiciar una economía internacional que va integrándose globalmente, así la competitividad está sustentada, entre otras cosas, en la capacidad para innovar sectores vitales de la economía de un país.

Los resultados de aplicar la ciencia y la tecnología es diferente en los países: el conocimiento científico y tecnológico tiene un valor comercial y estratégico que lo transforma en factor de predominio de unos países sobre otros. Estos recursos, que determinan ritmo y estilo de desarrollo de un país, son en la actualidad, el factor fundamental de la dependencia de países subdesarrollados en relación con los desarrollados.

Los países desarrollados están preocupados por alcanzar o defender posiciones en mercados internacionales, y prever cambios sociales debidos al dinamismo tecnológico. Para apoyar sus propósitos económicos y sociales, estos países cuentan con sistemas de investigación estructurados e integrados.

Muy diferente es el caso de países como México, con problemas de crecimiento económico y deficiencias de la autodeterminación

tecnológica, con un sistema científico tecnológico precario y poco integrado a la producción de bienes y servicios.

En este marco, el papel de la investigación científica es doble: orientar el desarrollo y apoyar el fortalecimiento de la estructura productiva. Además, la ciencia y la tecnología pueden señalar y evaluar formas de aprovechamiento promisorias de los recursos del país, los riesgos de imitar patrones de consumo y producción ajenos a nuestra sociedad, las áreas de investigación científica y desarrollo de tecnologías que reduzcan la vulnerabilidad de México y, en suma, mejores vías para alcanzar adecuados niveles de bienestar social.

2.1 ANTECEDENTES.

El papel de la ciencia y la tecnología en México está determinado por su trayectoria histórica. La época colonial impulsa criterios y objetivos de investigación dictados por la metrópoli para su propio beneficio.

En el siglo pasado, el quehacer científico está definido por un pensamiento liberal y positivista, lo que promueve la institucionalización de la ciencia. No obstante este aparente auge, la actividad científica no incide en el desarrollo económico, pues responde a un modelo orientado al exterior, haciendo innecesaria la aportación de los científicos y técnicos mexicanos en el sector productivo. De esta manera la comunidad científica de la época se dedicaba al conocimiento por sí mismo.

A partir de la Revolución Mexicana, el Estado procura establecer políticas en materia de ciencia y tecnología que promueven la vinculación con el sector productivo y generar infraestructura requerida para el desarrollo nacional. Este esfuerzo puede dividirse en tres épocas de acuerdo con el enfoque que el Estado ha dado a dichas políticas. La primera abarca los años posteriores

a la Segunda Guerra Mundial a fines de la década de 1960. La segunda, a fines de 1970, y la tercera, hasta nuestros días.

La primera etapa puede enmarcarse en una política de promoción, con énfasis en aspectos de oferta científica y tecnológica, sin considerar la demanda. El planteamiento es la necesidad de crear infraestructuras institucionales al proponer como meta realizar inversiones de 1% del PNB; permitiendo a los países en vías de desarrollo solucionar problemas científicos y tecnológicos. El modelo fracasa al no alcanzar los resultados esperados y hacer evidente que la solución es reducida a la simple asignación de fondos.

En la segunda etapa, como resultado de la experiencia anterior, es patente la complejidad de elementos que intervienen entre la ciencia y su aplicación, al no considerarlos aislados sino en un contexto interdependiente. Es entonces cuando se formulan políticas con énfasis en la importancia de la demanda de conocimiento científico y tecnológico.

Como consecuencia, surge la necesidad de vincular la generación de conocimiento científico y tecnológico (oferta) y su utilización por parte del sector productivo (demanda). Empiezan a hablar de la necesidad de integrar la variable tecnológica en políticas y planes industriales, en el concepto de estructura y estilos tecnológicos. Es entonces que se descubre que el problema no es sólo la falta de generación de tecnología, sino su introducción indiscriminada para la cual no existe capacidad de absorción y aprendizaje (asimilación).

Un aspecto importante de estas políticas es la selección de tecnologías, por lo que aparecen registros que controlan contratos de tecnología, pero sin medidas para racionalizar la estructura productiva y tecnológica, cumplen solo con el papel de control de divisas.

Caracteriza también esta época la atención prestada al financiamiento de proyectos. Adquieren especial importancia los bancos de desarrollo, sin proponerse una reorientación de la estructura tecnológica.

2.2 SITUACION ACTUAL.

Es evidente la necesidad de comprender la situación de la ciencia y la tecnología en el contexto económico y social para responder a retos planteados para el desarrollo del país.

El modelo de desarrollo del país, hasta la primera mitad de la década de los 80's, refleja aspectos de una situación de protección, regulación excesiva y crecimiento industrial distorsionado con un considerable atraso científico y tecnológico. Además, la inestabilidad macroeconómica inhibe la modernidad tecnológica de la economía, en virtud que la selección eficaz y eficiente de tecnologías depende en gran medida, de los precios relativos de los factores de la producción.

La situación descrita propicia un esquema de industrialización caracterizado por ausencias de economías de escala con procesos productivos ineficientes, que ocasiona insuficiencia en el crecimiento de exportaciones para financiar elevadas importaciones de bienes de capital e insumos intermedios, que los procesos productivos demandan, con el consecuente desequilibrio estructural en la balanza comercial y de pagos.

A mediados de la década de los ochenta, por las cambiantes condiciones económicas internacionales, una reorganización y transformación de la planta productiva nacional, aunada a una apertura comercial genera un ambiente de mayor competitividad en el país.

Con el tipo de economía protegida algunas empresas prosperaron produciendo para un mercado interno cautivo con altos costos, por adoptar tecnologías obsoletas, posibles de adquirir en el extranjero, a precios aparentemente atractivos. En contraste, con una economía abierta a la competencia, las empresas están obligadas a mantener costos competitivos, dentro y fuera del país, lo que genera fuertes presiones para modernizar las empresas su proceso tecnológico de producción. Esta apertura económica, en conjunto con un proceso de desregulación, como el que está realizandose, representan mayores niveles de competencia, con demandas de generación, innovación, adquisición y adaptación de tecnología. Esto requiere crear áreas de investigación y desarrollo tecnológico.

Entre las causas de insuficiente dinámica en avances científicos y tecnológicos en general, es que el sistema productivo nacional no aprovecha la infraestructura científica y tecnológica existente en el país, ni para generar tecnología, ni para asimilar y adoptar la transferencia de tecnología desde el exterior.

2.2.1 El Sistema Productivo.

El sistema productivo presenta mayor dependencia en el sector de bienes de capital, con índices altos de importaciones y producción de baja complejidad tecnológica, con diseños y procesos importados, y grado de integración nacional bajo.

Para el inversionista nacional el sector de bienes de capital es menos atractivo que el de bienes de consumo e intermedios, porque en ese sector no hay políticas proteccionistas, y es tecnológicamente más complejo, con requerimientos de personal altamente calificado y sostenido esfuerzo de investigación y desarrollo.

Los bienes de consumo no duraderos representan casi la mitad del valor agregado de la industria manufacturera, siguiéndolo los intermedios y los de consumo duraderos y de capital, con casi la quinta parte del valor agregado industrial .

Por lo que respecta a la pequeña y mediana industria, en general, no desarrollan nuevos productos debido a la falta de capacidad en sus recursos humanos, y carecer de infraestructura para desarrollar tecnología (equipo obsoleto, falta de laboratorios de prueba y sobre todo de capital), lo que conduce a fabricar productos con patentes extranjeras o maquilar partes.

Más aún, esta industria recurre a fuentes de tecnología extranjera no sólo para el diseño e instalación de plantas, sino además para problemas operativos de la actividad comercial, e incluso para mantenimiento de unidades.

Una situación común es importar plantas completas "llave en mano" o "paquetes", con financiamiento, diseño, construcción e instalación, administración y hasta mercados para productos. Resalta el hecho de que firmas mexicanas están limitadas a tecnología de detalle y no elaboran paquetes tecnológicos de calidad, con ingeniería básica, para sustituir a los importados.

En general, los conflictos de tipo tecnológico del sector productivo en nuestro país están referidos a:

- a) Falta de capacidad de pequeñas y medianas empresas para detectar requerimientos tecnológicos y evaluar proyectos, agudizado por baja capacidad económica para recurrir a empresas consultoras y centros de investigación y desarrollo.
- b) Carencia de mecanismos para normar, estandarizar y controlar calidad.

- c) Poca difusión de innovaciones utilizadas.
- d) Obstáculos en la innovación por falta de flexibilidad en la estructura de nuestros mercados y formas de abastecimiento, así como fuertes riesgos y escasas recompensas financieras.
- e) Desvinculación entre sectores productivos y centros de investigación, y falta de capacidad en el eslabón intermedio de firmas de consultoría e ingeniería.
- f) Escasez de recursos humanos en el sector productivo de alto nivel que realiza poca actividad de investigación.
- g) Preocupación por problemas tecnológicos de corto plazo, descuidando aspectos de largo plazo.
- h) Bajo nivel de modernidad tecnológica en la mayor parte de ramas industriales del país.
- i) Poca comprensión, por parte del sector industrial, sobre el factor de riesgo involucrado en todo proceso de innovación tecnológica y desconocimiento, por los investigadores, de requerimientos y limitaciones de industriales. Falta de mecanismos de enlace generación-transferencia-utilización del proceso de investigación y desarrollo tecnológico.

2.2.2 El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En los últimos años la infraestructura científica y tecnológica del país ha sido deteriorada, debido principalmente a insuficiencias en el monto de recursos orientados a estas actividades. Los recursos canalizados hacia el desarrollo científico y tecnológico, en parte han sido asignados deficientemente, debido a la ausencia de criterios precisos para evaluar resultados y permitir aprovechar dichos fondos adecuadamente.

El sistema científico-tecnológico nacional está conformado por organizaciones que participan en el proceso de generación, transformación y aplicación de conocimiento, incluyen asociaciones

científicas, organismos gubernamentales y dependencias descentralizadas del sector público, así como empresas e instituciones privadas.

Las actividades de investigación están apoyadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Secretaría de Educación Pública y diversas instituciones de educación superior, principalmente la Universidad Nacional Autónoma de México, algunos gobiernos estatales, dependencias y organismos descentralizados del Gobierno Federal patrocinan proyectos de desarrollo tecnológico, orientados a la solución de problemas específicos.

El marco político y jurídico está dado por la legislación nacional en general y en particular por la Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico, el Plan Nacional de Desarrollo, el Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica y los Planes de Desarrollo Estatal y Regional.

Los órganos normativos son la Comisión para la Planeación del Desarrollo Tecnológico y Científico, presidida por el Secretariado Técnico de la Secretaría de Programación y Presupuesto, la Junta Directiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el Comité Técnico para la Instrumentación del Plan Nacional de Desarrollo y el Comité de Planeación para el Desarrollo Estatal.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología coordina las actividades del sistema científico-tecnológico a través de formular programas y proyectos específicos en los que pretende conjugar objetivos nacionales con intereses de investigadores y usuarios.

Manifestaciones de la problemática del sistema de ciencia y tecnología son los conflictos que se manifiestan entre éste y los demás sistemas de la nación; y los que se refieren al propio sistema científico-tecnológico.

1) Sistema Cultural.

- El valor social asignado al quehacer científico-tecnológico recibe poca atención. La profesión de investigador es poco apreciada.
- Los resultados de actividades de investigación son poco demandados y todavía, en la actualidad, consideradas por debajo de logros internacionales, con poca importancia a su adecuación a nuestra realidad.

2) Sistema Político.

Hasta 1982 existe una política científica y tecnológica que responda a un proyecto de desarrollo nacional. El Estado no ha contado con información suficiente, de la capacidad y potencialidad del sistema de investigación, áreas del conocimiento convenientes a desarrollar, mecanismos de enlace entre investigación, educación superior y producción, y estrategias del proceso de importación y asimilación de tecnologías.

Entre las causas imputadas a planes y programas de acción pueden señalarse:

- La carencia en los planes de bases reales que permitan su ejecución, pues se han quedado en diagnósticos explicativos sin propuestas de acciones para los problemas detectados.
- La incapacidad para pasar del plano de políticas al de actividades, fijando objetivos sin especificar medios para lograrlos.
- La asignación de un horizonte temporal, sin tomar en cuenta que distintas decisiones tienen diferente temporalidad, sobretodo, las que implican un período mayor al considerado.
- La disociación entre quienes elaboran planes y quienes deben ejecutarlos.

- La suposición de que las relaciones que deben darse entre las diferentes organizaciones y sistemas, son un hecho; sin fijar bases para las necesarias puedan realizarse.
- La falta de continuidad en la ejecución de planes y programas que entorpecen sus evaluaciones y el consecuente aprendizaje, para modificaciones y adecuaciones.

Con respecto a los instrumentos de política tecnológica se pueden detectar los siguientes conflictos:

- Los instrumentos y acciones para orientar a la industria en la toma de decisiones tecnológicas esenciales son inadecuados, al no integrarse para reforzar los apoyos que brindan.
- La falta de estrategias para incrementar gradualmente la autodeterminación tecnológica, a partir de condiciones de las ramas industriales, en especial las prioritarias.
- La deficiencia en controles que impiden la transferencia de tecnologías inadecuadas.
- La carencia de estímulos para el avance tecnológico de actividades agropecuarias, de pequeña escala y artesanales.
- El uso en forma poco generalizada de la información mundial sobre patentes.
- La falta de centros de demostración y extensionismo para servicio de pequeños y medianos productores, excepto para el sector agropecuario.
- Los limitados estímulos a la productividad.
- El escaso alcance de fondos de apoyo financiero y crediticio a empresas.

Por lo que se refiere a la asignación de recursos destacan:

- La escasez de recursos, característica endémica del desarrollo de nuestro sistema científico-tecnológico. Planes que resultan impracticables por falta de recursos disponibles.
- La falta de continuidad en la asignación de recursos, generalmente por limitaciones presupuestales.

3) Sistema Educativo.

La problemática de este subsistema merecería capítulo aparte, sin embargo pueden mencionarse algunos puntos importantes relativos a formar recursos humanos del sistema de ciencia y tecnología.

Es del conocimiento general que la comunidad científica y tecnológica con que cuenta el país es pequeña, el gasto público y privado para formar estos recursos es insuficiente y la proporción de estudiantes interesados en la carrera científica o tecnológica está disminuyendo.

En materia de educación y capacitación existe una población importante con cierto nivel de preparación escolar y de entrenamiento en el trabajo; sin embargo, hay rezagos con relación a requerimientos de recursos humanos calificados para las necesidades de desarrollo científico y tecnológico. Esto es, en buena medida, consecuencia de la calidad en la educación primaria, media y técnica, pues sus programas de estudios no estimulan la capacidad creativa y crítica de los educandos; y al mismo tiempo un descuido en la enseñanza de las ciencias físico-matemáticas, naturales, sociales y del comportamiento. Estas deficiencias están manifiestas en la calidad de la educación superior.

Por otro lado, las deficiencias en educación básica y media dificultan y encarecen la capacitación de obreros para manejar nuevas tecnologías, y la falta de entrenamiento para actividades innovadoras limita la capacidad para contribuir a la adaptación e innovación tecnológicas.

En lo referente al posgrado, nivel que directamente está relacionado con el sistema científico-tecnológico, al determinar el grado de modernidad y aprovechamiento de infraestructura científica y tecnológica del país, así como la potencialidad y capacidad de renovación, manifiesta deficiencias, entre las que destacan:

- carencia de planeación que responda a la visión integral del desarrollo del país,
- heterogeneidad en la calidad académica,
- centralización geográfica,
- desequilibrio en su composición, por áreas de conocimiento y programas de estudio.

4) Sistema económico.

Fallas en la infraestructura no propician el enlace entre centros de investigación y desarrollo tecnológico y el sector productivo que puede establecerse a través de servicios, como los de los centros de información técnica, las unidades de gestión tecnológica y los agentes de asistencia técnica y de consultoría.

En relación con los servicios de consultoría e información tecnológica, cabe destacar que los bancos de información existentes en el país no tiene fácil acceso para la mayoría de las empresas; algunos son de cobertura general y otros están circunscritos a necesidades de unas cuantas industrias específicas. Además la búsqueda e interpretación requiere de personal capacitado para los requerimientos de las empresas.

De manera adicional puede afirmarse que:

- La proporción de ingenieros por habitante está muy por debajo de los estándares de países desarrollados ;
- Los vínculos entre centros de investigación y desarrollo, y firmas de ingeniería y consultoría son prácticamente inexistentes; debido principalmente, a que tales firmas realizan poca ingeniería básica.

Nuestro país tiene 13 ingenieros por cada 10,000 habitantes mientras que Estados Unidos tiene más de 100, y Europa y Japón más de 200 (Reséndiz, 1986).

- La demanda nacional de servicios de ingeniería es cubierta para los estudios de factibilidad, ingeniería de detalle, especificación de compra, selección de fabricantes y proveedores, y supervisión de construcción y montaje; la insuficiencia de servicios de ingeniería y consultoría en la rama de productos de consumo duradero y bienes de capital es significativa. La pequeña y mediana industria tiene acceso limitado a estos servicios de ingeniería y consultoría.
- El uso de información de libre acceso (revistas, publicaciones técnicas, memorias de congresos, etc.) es poco sistemático.
- Las revistas técnicas orientadas a la tecnología industrial es poco significativa. Pocas revistas difunden técnicas originales, puesto que en su mayoría reproducen información técnica de origen extranjero. En cuanto libros técnicos, la mayor parte son traducciones; aunque existen acciones para inducir a investigadores nacionales a producir libros o monografías de alta calidad en sus especialidades.
- El nuevo Reglamento de la Ley sobre el Control y Registro de Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas, promueve un régimen para la adquisición y comercialización de tecnologías, pero es poco conocido.
- En materia de metrología y normalización, la cobertura de instituciones y normas es limitada. Algunas normas vigentes son adopciones de normas extranjeras: el Estado homologa prácticamente los estándares que presentan las empresas.

5) Sistema demográfico.

La población del país de 85 millones aproximadamente, es en su mayoría joven, alrededor del 50% tiene menos de 15 años. La proyección esperada de la población es de 100 millones para el año 2000, (INEGI, 1990).

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de enero de 1990

6) Sistema físico-ecológico.

No existe un inventario completo de los recursos naturales del país. La información al respecto no es actualizada de manera sistemática, ni difundidos periódicamente los datos generados.

7) Sistema Científico-tecnológico.

Los investigadores activos en ciencia y tecnología en nuestro país son pocos, como consecuencia la investigación es limitada desatiende a las demandas del sector productivo y presenta falta de actualización de programas con respecto a los avances internacionales del conocimiento científico y tecnológico.

Los esfuerzos para descentralizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico, a través de programas de apoyo a departamentos de investigación de universidades e instituciones para desarrollo tecnológico en provincia, son insuficientes.

Faltan normas y práctica generalizadas para evaluar y apoyar a investigadores, grupos y centros de investigación.

El Sistema Nacional de Investigadores, establecido en 1984, pretende apoyar y estimular la investigación, siendo un paliativo insuficiente para disminuir el creciente deterioro del salario insuficiente de los investigadores.

Las actividades de apoyo al quehacer científico-tecnológico presentan conflictos:

- Prácticamente todas las bibliotecas del país presentan deficiencias en número y capacitación del personal responsable.
- Los medios masivos de comunicación (T.V. y radio), transmiten programas dedicados a ciencia y tecnología, algunos con una

audiencia considerable, pero sin especialistas en comunicación capaces de traducir el conocimiento científico al conocimiento comunitario.

- México es de los países índices altos en el número de periódicos diarios que publica, sin embargo, prácticamente no divulgan aspectos de ciencia y tecnología.
- En revistas ocupa también un lugar privilegiado; sin embargo, las revistas con temas científicos y tecnológicos, orientadas al público no especializado son limitadas, con difusión reducida, su precio es alto y requieren del lector cierto nivel de escolaridad equivalente a bachillerato.
- Con relación a museos de ciencia y tecnología, y parques zoológicos y botánicos la situación es precaria.

2.3 LA INVESTIGACION EN LA UNAM.

El conocimiento científico y tecnológico generado en el sistema de educación superior es susceptible de convertirse en una mercancía vulnerable a intereses comerciales, a demandas públicas y a controles estratégicos.

Las universidades, en este sentido tienen un papel predominante. Las tradiciones de libertad de pensamiento y autonomía de la ciencia se contraponen, aparentemente, a intereses de prioridad nacional y productiva. Desde esta óptica, se perfilan criterios opuestos: mercantilización del conocimiento contra hacer ciencia por la ciencia misma. Los lineamientos de la investigación pudieran ser dirigidos por intereses económicos, suprimiendo la capacidad contestataria de la ciencia.

La crisis financiera, la apertura comercial y el incremento constante de tecnologías de punta y la consideración de que en las universidades se concentra conocimiento que puede generar tecnología de alto nivel, las empresas se acercan a las universidades para buscar científicos que logran resultados prometedores y financiar las últimas etapas de la investigación y explotar sus resultados.

Con este nuevo esquema, el dilema que se plantea a las universidades es que su misión tradicional puede cambiar desde sus mismas raíces; sus funciones sustantivas, de docencia, investigación y extensión, están basadas en la generación de conocimiento científico y libre flujo de ideas: la transmisión de este conocimiento a través de enseñanza y publicación de resultados de la investigación. Este conocimiento tiene potencialmente un precio, siendo más susceptible de vender las disciplinas cuya investigación puede ser directamente aplicada.

Las universidades tienden a defender su misión tradicional. Sin embargo, la dramática caída del financiamiento federal para las

universidades, y para investigación y desarrollo presionan para buscar autofinanciamiento.

Las comunidades universitarias encuentran difícil aceptar que hay fuertes dudas en la sociedad acerca del valor cultural de la universidad, lo que se manifiesta en pérdida de apoyo público y político. Así, además de preservar su misión cultural, las universidades tienen que realizar acciones congruentes con necesidades de la sociedad para recobrar su apoyo. Este soporte será proporcionado si los científicos demuestran que los resultados de su trabajo son beneficios para la sociedad.

Por lo pronto, en materia de política para las instituciones de educación superior, todo parece indicar que las reglas del juego promueven "la ley de supervivencia" con un modelo de universidad empresarial. En este contexto, las universidades no son lo suficientemente agresivas para competir en el mercado a fin de proteger sus recursos y obtener financiamiento, debido a que la mentalidad empresarial para mercantilizar su investigación se contrapone al espíritu de hacer ciencia por la ciencia misma.

La UNAM es la institución nacional con mayor potencial para contribuir con el sistema productivo, en la integración y desarrollo de la variable tecnológica, por lo que promueve canales que permitan la vinculación, con la celebración de convenios tecnológicos con unidades productivas, y coadyuvar a la solución de problemas nacionales, misión básica de esta institución.

Existen indicios de que el empresario mexicano no tiene predisposición para invertir en desarrollos tecnológicos, de donde se derivan tres posibilidades:

- a) más empresarios mexicanos buscarán asociarse con capitales extranjeros;
- b) empresas transnacionales intentarán transferir la tecnología directamente o a través de subsidiarias;

- c) empresas transnacionales capitalizarán los conocimientos y los desarrollos generados en el país con recursos nacionales.

Destaca el hecho de que la gran mayoría de las transferencias de tecnología que la UNAM ha realizado a través del Centro para la Innovación Tecnológica, ha sido con empresas transnacionales.

En la función sustantiva de investigación de la UNAM, se distinguen dos ámbitos para su desarrollo: el científico, en ciencias naturales y exactas; y el humanístico, en ciencias sociales y humanidades. El primero se clasifica en dos: investigación pura o básica, e investigación aplicada, ubicando en ésta el desarrollo tecnológico. Al subsistema de investigación humanística lo integran nueve institutos, cinco centros y dos direcciones generales; mientras que el de investigación científica cuenta con quince institutos, ocho centros y tres programas universitarios que cultivan una amplia variedad de disciplinas en ingeniería y en ciencias naturales y exactas.

2.3.1 La Investigación Científica.

Las actividades de investigación y desarrollo tecnológico están realizadas en la UNAM, en diversos tipos de centros académicos. Los institutos y centros son organizaciones de trabajo autónomos, y el resto forma parte de la estructura institucional de las facultades y escuelas.

- a) Facultades y Escuelas con disciplinas científicas y tecnológicas, son las Facultades de Química, Ingeniería, Arquitectura, Medicina, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Ciencias, Psicología, Unidades Multidisciplinarias, y Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades.

b) Centros y Programas son el Centro de Instrumentos, de Información Científica y Humanística, de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, sobre Ingeniería Genética y Biotecnología, para la Innovación Tecnológica, de Ciencias de la Atmósfera, de Estudios Nucleares, de Comunicación de la Ciencia, entre otros y los Programas Universitarios de Alimentos, Energía y de la Salud. Estos últimos tienen la finalidad de coordinar investigaciones interinstitucionales e interdisciplinarias para complejos problemas de alta prioridad traducidos en convenios de cooperación entre dependencias universitarias y organismos públicos y privados.

c) Institutos de Investigación Científica son los de Ingeniería, Química, Investigaciones Biomédicas, Investigaciones en Materiales, Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas, Astronomía, Biología, Ciencias del Mar y Limnología, Física, Geografía, Geofísica, Geología y Matemáticas.

La Coordinación de la Investigación Científica tiene las funciones de coordinar e impulsar la investigación científica, a través de los planes y programas de cada dependencia, establecer lineamientos generales para la creación de nuevas instancias para la investigación; evaluar la investigación científica realizada y proponer medidas para su fortalecimiento; promover la vinculación entre investigación y docencia; estimular las relaciones académicas entre centros, institutos, escuelas y facultades de la Universidad, y con otras instituciones dedicadas a investigación y docencia; formular un plan de desarrollo para la investigación científica; establecer políticas de investigación científica para estudiar las condiciones del país y proponer soluciones a problemas nacionales; aprobar programas de trabajo de los institutos y centros de investigación científica, apoyando su ejecución. La investigación científica y tecnológica se realiza tanto en instalaciones ubicadas dentro y fuera del campus universitario.

2.3.2 La Investigación Humanística.

La investigación humanística, es realizada en:

- a) Facultades y Escuelas orientadas hacia ciencias sociales y humanísticas: Facultades de Ciencias Políticas y Sociales, Economía, Derecho, Contaduría y Administración, Filosofía y Letras, Unidades Multidisciplinarias y la Unidad Académica de los Ciclos Profesional y de Posgrado del Colegio de Ciencias y Humanidades.

- b) Centros de investigación son: el de Estudios sobre la Universidad, el de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, etc.

- c) Institutos de Humanidades son: de Investigaciones Económicas, Estéticas, Filológicas, Antropológicas, Filosóficas, Históricas, Jurídicas y Sociales.

Sus funciones son similares a las de la investigación científica: coordinar e impulsar la investigación humanística, establecer lineamientos para crear nuevas instancias para las humanidades; evaluar la investigación humanística realizada y proponer medidas para su fortalecimiento; promover la vinculación entre investigación y docencia; estimular relaciones académicas entre centros, institutos, escuelas y facultades de la institución y con otras instituciones dedicadas a investigación y docencia; formular un plan de desarrollo de la investigación humanística; establecer políticas de investigación para estudiar condiciones del país y proponer soluciones a problemas nacionales; aprobar programas de trabajo de los institutos y centros de investigación humanística.

2.3.3 El Desarrollo Tecnológico en la UNAM.

La investigación en tecnología, en la UNAM, trata de vincularse con el sector productivo a través de acuerdos, convenios o contratos, que tienen por objetivo ejecutar, por parte de la unidad de investigación, una tarea de investigación y desarrollo a solicitud del usuario, así como formas de transferencia de tecnología generada.

Los acuerdos de transferencia de tecnología están caracterizados por el hecho que la unidad de investigación ha desarrollado, previo a la celebración del mismo, conocimientos tecnológicos específicos en un área particular, requeridos por una empresa. Estos acuerdos están referidos a conocimientos tecnológicos no patentados (know-how), a licencias de explotación de patentes, certificados de invención y derechos de autor, susceptibles de uso industrial.

Los acuerdos de asistencia técnica tienen objetivos contractuales de asesoría técnica, en áreas específicas con carácter puntual y esporádico.

Los acuerdos de prestación de servicios están referidos a ejecutar tareas sin transmisión de conocimientos licenciables, están enfocados a cubrir carencias de infraestructura en el sector productivo, a partir del análisis de situaciones concretas.

El acuerdo de secrecía considera la conveniencia de mostrar la tecnología previo compromiso, y ambas partes se comprometen a no utilizar los conocimientos ni divulgarlos.

Es frecuente que los acuerdos de vinculación tecnológica están referidos a objetos múltiples: un acuerdo relativo a desarrollo de tecnologías de procesos incorpora actividades de transmisión de conocimientos desarrollados e incluso, asesoría técnica necesaria para su incorporación efectiva a la actividad de producción.

En materia de transferencia de tecnología, esta institución tiene ciertas políticas explícitas para su interacción con entidades productivas:

- a) Evitar la prestación de servicios técnicos repetitivos que pudieran ser proporcionados por otro tipo de organizaciones, excepto en el caso en que estos servicios tienen una componente de creatividad y generación de conocimientos.
- b) Mantener la propiedad intelectual en la Universidad, pueden presentarse casos en que la empresa no esté en condiciones de explotar industrialmente la tecnología, frenando así el proceso de innovación tecnológica en el que la UNAM está inmersa. Conviene destacar que la primera misión social de una universidad es vigilar la difusión y aplicación de los conocimientos emanados de ella.
- c) Preservar los derechos del investigador para publicar resultados de interés académico, sin infringir la secrecía comercial de los productos y de la empresa que requiera. Estos resultados son difundidos sólo después de proteger la tecnología por derechos de propiedad industrial y/o intelectual.

Para el pago de servicios no existe una política fija para el presupuesto, sin embargo, cobra por la ejecución del proyecto, ligando beneficios para la Universidad al cobro de regalías sobre ventas, si la innovación es exitosa, así comparte riesgos con los usuarios de la tecnología. La prestación de servicios está normada por reglamentos sobre ingresos extraordinarios.

Con base en información de la propia UNAM, aproximadamente el 40% de la actividad científica del país es realizada en ella; aunque existen áreas en que la proporción es mayor, por ejemplo en astronomía que prácticamente sólo es llevada a cabo en la

Universidad; o en física e investigaciones biomédicas, en las que realiza más del 60%. En contraste, el trabajo es realizado con una parte desproporcionadamente baja de los recursos que el país invierte en investigación. Con datos del sexenio pasado, la UNAM sólo obtuvo el 12.93% del total de recursos asignados a las diez primeras instituciones comprometidas con investigación, siendo la segunda beneficiaria, después del Instituto Mexicano del Petróleo .

La tarea de investigación en las universidades en general, es ejecutada de manera individualista y aislada, separada de la docencia, con falta de integración y control institucional, manifiesta en la formulación y desarrollo de proyectos.

La investigación en la UNAM ha crecido de manera desigual y desequilibrada, lo que está reflejado no sólo en la calidad, sino también en la distribución del personal y recursos. Por un lado, institutos y centros líderes en su campo, mientras que en otras áreas, queda rezagada y su trabajo de innovación corresponde a otras instituciones.

Se detecta un desequilibrio de origen en la constitución de los subsistemas de ciencias y humanidades, como dos ámbitos separados, reproducido más en términos de su dinámica interna que, en su vinculación con la ciencia en general.

A lo anterior se agregan los serios problemas de atomización de la investigación dentro de cada uno de los sectores y subsectores. La aplicación acrítica del concepto de libertad de cátedra, traducido en libertad de investigación, propicia individualización y feudalización del trabajo de investigación. Está probado a nivel mundial que el trabajo colectivo es más productivo que el trabajo

Villa Soto, et al; "Gastos y Políticas de investigación en la UNAM", Ciencia y Desarrollo, No. 80, mayo-junio 1988.

individual. El aislamiento genera desinformación y deformación, y propicia la repetición de esfuerzos y trabajo.

Un número importante de nuestros investigadores desarrollan investigación individual y con relativa frecuencia, sus campos de investigación están ubicados en esferas secundarias de investigaciones que tiene su centro dinámico fuera del país. Esto es lógico si consideramos que los investigadores que se han formado en el extranjero, al volver a nuestro país mantienen interés por su campo y su relación con el equipo externo, así su vinculación horizontal es débil con otros investigadores de su propio centro de trabajo.

Otra situación es el estancamiento generacional en las unidades de investigación. El reclutamiento de jóvenes es lento y envejecen los institutos envejeciendo. Las pirámides de edades y grados muestran signos de inversión en la última década, en que las restricciones económicas han tenido un enorme impacto en la investigación.

A lo anterior hay que agregar la generación del proceso de especialización excesiva en la UNAM. Es una tendencia natural de la ciencia moderna, pero en la institución no existen vínculos y espacios de colaboración y cooperación interdisciplinaria para compensar esta tendencia; son débiles los esfuerzos interdisciplinarios.

2.3.4 Proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Existen factores que obstaculizan el desarrollo de actividades tecnológicas en la UNAM. En términos generales destaca la diferencia de intereses entre los investigadores y los empresarios:

- la temporalidad: el empresario espera obtener resultados en un plazo perentorio, mientras que el investigador manifiesta mayor flexibilidad para estos plazos;
- en el mismo sentido, al empresario le interesa patrocinar proyectos de corto plazo, en detrimento de la investigación básica y los desarrollos de largo plazo;
- por otro lado, el interés del investigador por publicar los resultados de su trabajo se opone a la necesidad de secrecía demandada por los proyectos tecnológicos para ser competitivos.

En lo que se refiere a la perspectiva de la institución que realiza la investigación destacan:

- Desde un punto de vista interno, escaso conocimiento del proceso de innovación tecnológica, limitada realización de proyectos interdisciplinarios, carencia de una política universitaria que establezca con claridad reglas para el trabajo tecnológico, falta de recursos financieros y materiales que permitan realizar proyectos para formar paquetes tecnológicos completos, e inexistencia de sistemas administrativos apropiados a necesidades de este tipo de trabajo.
- Con un enfoque externo a la institución, falta tradición tecnológica en el país. Con limitado conocimiento de la UNAM como proveedor de servicios tecnológicos, los industriales desconocen los mecanismos de acceso a las dependencias universitarias y de utilización de instrumentos de apoyo al desarrollo tecnológico.

Por otra parte, es posible distinguir diversos factores que han impulsado las actividades tecnológicas en la UNAM: creciente interés de los grupos de investigación en participar en la innovación tecnológica, existencia de mecanismos universitarios

para diversas funciones en el proceso de innovación, grupos de investigación han obtenido madurez tecnológica mediante su colaboración en trabajos de desarrollo de tecnología; así como factores externos relativos a la crisis económica que ha incrementado la necesidad del sector productivo de contar con tecnología competitiva, lo que contribuye a que las empresas vean en instituciones como la UNAM, la posibilidad de resolver sus problemas tecnológicos.

2.3.5 La Transferencia de Tecnología.

La transferencia de tecnología de la UNAM al sector productivo es una práctica reciente. Algunas dependencias, como el Instituto de Ingeniería, tienen tradición en la vinculación con este sector, pero esta vinculación no es sistemática. Por parte de la UNAM, no obedece a políticas que contengan mecanismos explícitos de instrumentación, pues carece de una tradición sostenida en la generación, difusión y comercialización de sus desarrollos.

La UNAM empieza a establecer estrategias institucionales en 1983, con la creación de la Dirección General de Desarrollo Tecnológico, en 1985 es transformada en el Centro para la Innovación Tecnológica (CIT), para establecer vínculos de la Universidad con el sector productivo. De esta manera es establecido un sistema administrativo-burocrático de apoyo a la actividad de desarrollo científico y tecnológico del sistema de investigación, para racionalizar la administración de los recursos: cognocitivos, humanos, materiales y financieros, para traducirlos, por ejemplo, en patentes; comunicarse con posibles usuarios de la tecnología (empresas) y redactar contratos de comercialización; especificar labores y funciones concretas de los recursos humanos (investigadores) y la infraestructura que requieren; y establecer mecanismos de pago y apoyo financiero y logístico.

Con un mismo propósito, vincular al sector productivo con el desarrollo tecnológico universitario, la UNAM y la Cámara Nacional de la Industria Electrónica crean el Centro de Tecnología Electrónica e Informática, como mecanismo de relación entre los sectores académicos y productivo, en la ramas de electrónica e informática.

2.3.6 Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas de la UNAM (SIECYT-UNAM).

Constituye un proyecto para crear un organismo capaz de apoyar el surgimiento de empresas de alto contenido científico, tecnológico y valor agregado. Se pretende que ha través de un espacio físico común, en el que se compartan actividades administrativas y productivas, con costos prorrateados, establecer, operar y desarrollar empresas incubadas a partir de tecnología generada en la UNAM.

Esta forma organizacional pretende apoyar la transferencia de tecnología de la UNAM hacia el sector productivo, promoviendo la cultura de investigación y desarrollo entre la comunidad universitaria, y el país en general. Al mismo tiempo, permitirá orientar la formación de recursos humanos hacia la autogeneración de empleos, en vez de considerarse empleados potenciales de empresas ya establecidas. Esto permite una nueva valoración del quehacer científico y de la función social de la UNAM.

Este mecanismo existe en otros países, con resultados diferentes. Sin embargo, para el caso de la UNAM debe cuidarse su planeación, dirección, administración y oferta de servicios, y además considerar las funciones sustantivas y el rol social que le demanda nuestro país, con un adecuado equilibrio entre las actividades de investigación básica y aplicada, y con espíritu crítico del conocimiento frente a necesidades de vinculación con el sector productivo.

2.4 TIPOLOGIA DE PROYECTOS DE I & D EN LA UNAM.

De considerar estrategia como el conjunto de reglas para la toma de decisiones que guian la conducta del sistema. Los términos planeación estratégica, administración estratégica, evaluación estratégica y demás conceptos relativos a la gestión de un sistema: organización o proyecto han sido aplicados. En la fig. 2 se esquematizan los niveles de definición de la estrategia para investigación y desarrollo en la UNAM.

En un primer nivel, la estrategia institucional está referida al sentido de propósito y creación de un compromiso para la misión e ideales de la organización.

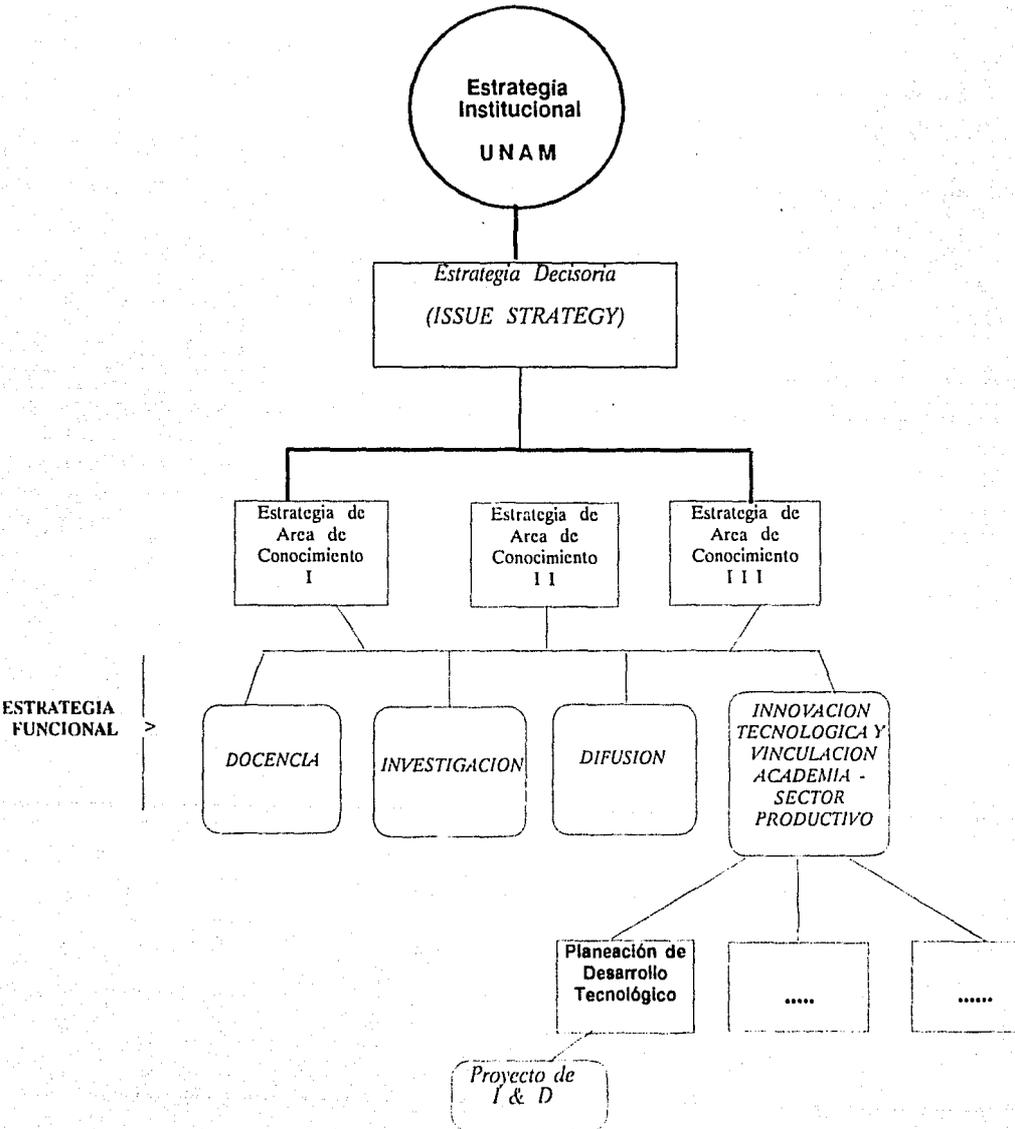
En el nivel de la estrategia decisoria están determinados los objetivos a largo plazo y la adopción de un curso de acción en asignar recursos para alcanzar los objetivos propuestos. La estrategia define un patrón de decisiones reflejado en políticas, planes y reglamentos, expresados en términos organizacionales, humanos y éticos, pero no financieros.

En la estrategia para áreas de conocimiento intervienen todas las unidades de la organización, en jerarquía vertical y horizontal, para definir líneas de acción pertinentes para esa particular área de conocimiento.

La estrategia de tipo funcional combina propósitos y políticas que guian la conducta de la función. Se consideran las tres funciones sustantivas de la UNAM: docencia, investigación y difusión; y una función adicional llamada innovación tecnológica y vinculación academia-sector productivo.

En la planeación del desarrollo tecnológico se realiza la selección de proyectos de I & D y su evaluación. El último nivel corresponde a la gestión de dichos proyectos.

FIG. 2 ARBOL DE RELEVANCIA PARA LA ESTRATEGIA EN I & D



Para establecer una tipología de estos proyectos, se consideran dos diferentes perspectivas: alcances y objetivos, y factores de gestión.

I. ALCANCES Y OBJETIVOS.

Pueden distinguirse tres clases de objetivos para el proyecto:

- a) Estado del arte. Está referido a describir y analizar el conocimiento hasta cierto momento, del saber hacer, el qué, el cómo y el por qué de una porción de la realidad.

- b) Objetivos operacionales. El proyecto considera la solución del problema relativo a decisiones de sistemas ya existentes, cuyo mejoramiento o corrección está manifiesto en alternativas de solución con impactos limitados. Generalmente los resultados son cuali-cuantitativos, de carácter específico sobre parámetros de desempeño previamente impuestos por una autoridad superior o por convenio. Este tipo de problemas están caracterizados por estar bien estructurados y su grado de temporalidad es el corto y mediano plazo.

- c) Objetivos de desarrollo. Los proyectos están ligados al diseño conceptual de los sistemas, enmarcados en un proceso de planeación normativa y decisiones estratégicas. Requiere la selección explícita de fines y medios. Los resultados son básicamente cualitativos y consideran impactos de largo alcance. Este tipo de problemas son inestructurados.

II. AGENTES DE GESTION.

Pueden distinguirse dos vertientes:

a) Las variables críticas susceptibles de control durante la realización del proyecto:

- Recursos humanos, materiales y financieros requeridos.
- Tiempo, como recurso escaso cuyo consumo afecta la consecución del proyecto, particularmente al existir fecha de entrega de resultados.
- Riesgo e incertidumbre asociados a la ejecución y a los resultados del proyecto.
- Calidad de los resultados y satisfacción de las partes involucradas en el proyecto.
- Impacto del proyecto, tanto en la institución que lo realiza, como en el cliente o patrocinador y en el usuario, y en el entorno social.

b) Existen otros elementos que deben considerarse en la gestión de un proyecto, ya que determinan la complejidad de su realización:

- Trabajo de campo, sus características y los recursos involucrados.
- Laboratorios y talleres, considerando equipo y materiales nuevos.
- Trabajo interinstitucional e intercambio académico a través de convenios y acuerdos con instituciones educativas, dependencias públicas y organismos internacionales entre otros.
- Pruebas en plantas piloto e industriales para el escalamiento de la tecnología.

2.4.1 Necesidad de Gestión de Proyectos de I & D.

Una de las tareas más complejas en cualquier institución científica o de innovación, es la gestión de actividades de Investigación y Desarrollo (I & D).

El ambiente de la institución que realiza proyectos de I & D es difícil y turbulento para un proyecto, al involucrar altos niveles de incertidumbre en la gestión de tareas, de las que es común desconocer características relevantes.

Puede considerarse que los proyectos de I & D carecen de una estructura definida, como otros tipos de proyectos, de manera que su gestión debe ser flexible. Con estas circunstancias no funcionan estructuras organizacionales rígidas, al limitar la creatividad de los investigadores del proyecto por no contar con suficiente libertad para realizar su trabajo. Por esto, los realizadores de proyectos de I & D no deben enfocarse a objetivos rígidos, sino que tienen que ser capaces de explorar otros objetivos que puedan alcanzar, con investigación en algunas de las orientaciones del proyecto.

Los siguientes aspectos estratégicos son importantes de considerar en la gestión de proyectos de I & D:

Coordinación

El responsable del proyecto en estrecha relación con el personal involucrado, a diversos niveles (autoridades, usuarios o patrocinadores, investigadores y ayudantes), permite definir necesidades, requerimientos, y aquellos factores de gestión, acordes con fines de la institución, objetivos del proyecto e intereses propios de los investigadores. La intensidad del control, en los diferentes niveles de decisión del proyecto debe estar acorde con las características mismas del proyecto y mantener abiertos canales de comunicación con los niveles de la

institución. En el desarrollo de la investigación pueden presentarse proyectos paralelos y simultáneos con duplicidad de esfuerzos y escaso intercambio de conocimiento e información entre los investigadores.

Prioridades

Priorizar proyectos de I & D constituye un factor que no ha recibido suficiente atención. La jerarquía de un proyecto es resultado del encuentro de distintos intereses, que provoca diferentes considerandos sobre su prioridad, en correspondencia con los niveles de decisión en la dependencia y/o la institución; esto demanda la necesidad de comunicación constante entre decisores.

Documentación

Al establecerse una política de evaluación de responsables de proyectos a través de material escrito, este podría ser abundante, en el proceso de gestión del proyecto, probablemente en detrimento de la calidad de la información.

Los responsables de proyecto, actualmente, tienden a presentar breves informes ejecutivos, orales y escritos, sobre el estado del avance del proyecto, sin entrar en detalles técnicos, y a la terminación del mismo preparar un reporte escrito detallado.

Programación de Actividades.

Constituye uno de los aspectos más críticos para la realización de proyectos en cualquier institución. Los proyectos de I & D son difíciles de programar en forma definitiva debido a la incertidumbre inherente en su avance. Sin herramientas de programación formales (diagramas de responsabilidad, definición de tareas, esquema desglosado de actividades, y otras técnicas), la

programación tiende a limitarse, omitiendo importantes detalles, responsabilidades e interfases.

Comunicación Efectiva

La programación y el control de actividades del proyecto no pueden realizarse adecuadamente sin una comunicación oportuna. Existen deficiencias en la comunicación entre distintos niveles de decisión, dentro y fuera de la dependencia, y en forma horizontal, con elementos de un mismo nivel, ya sea personal involucrado en el proyecto o demás miembros de la institución.

Otros factores son:

- *Parámetros de desempeño, especificación de perfiles y entrenamiento de personal, así como grado de motivación personal y de grupo para la realización de las actividades del proyecto.*
- *Conocimiento e información, capacitación, experiencia y grado de dominio del área de conocimiento relativa al proyecto.*
- *Acceso y validación de información actualizada, que garantice la competitividad y pertinencia de los resultados del proyecto.*
- *Monitoreo y evaluación que permitan un adecuado seguimiento del desarrollo de actividades y en su caso, la prevención y corrección de dificultades así como la comparación del avance real con lo programado.*

Las características de los proyectos de I & D requieren que su gestión se realice a partir de planteamientos del enfoque de sistemas, que permite aplicar conceptos que apoyen la adecuada planeación de proyectos. El poco o ningún énfasis en la teoría y análisis de sistemas hace difícil, dentro de un enfoque informal

de gestión de proyectos, obtener resultados satisfactorios.

La falta de énfasis en conceptos de sistemas y gestión de proyectos coloca al personal de I & D sujeto a otros decisores de la institución, que ocasiona un excesivo esfuerzo en trámites burocráticos o rechazos en cambios de ejecución del proyecto.

3.- GESTION DE PROYECTOS DE I & D.

La gestión de proyectos de I & D debe poder conjuntar los aspectos técnicos y humanos relativos al desarrollo del proyecto, no solo en lo correspondiente a la planeación, sino también en la implantación y el control (ver fig. 3).

3.1 PLANEACION DE PROYECTOS DE I & D.

El ejercicio de planeación para los proyectos de I & D, se realiza a diferentes niveles en la institución. Para fines del presente trabajo solo se consideran dos niveles:

Al nivel estructural de la institución, considerando sus divisiones, dependencias y grupos operacionales, la planeación debe incluir:

- acuerdos sobre propósitos y alcances;
- asignación y aceptación de responsabilidades individuales y grupales;
- coordinación de actividades de trabajo;
- acuerdo en las metas de grupos;
- comunicación horizontal;

Mientras que a un nivel global de la institución, la planeación debe incluir:

- reconocimiento y resolución de los fines de la institución;
- definición de funciones y asignación de responsabilidades;
- incremento de la motivación para alcanzar las metas;
- comunicación vertical y horizontal;
- coordinación de actividades en la relación de la institución con su entorno.

En un proyecto de I & D, su planeación estratégica es ejecutada en un nivel de jerarquía horizontal, con la aprobación de niveles más altos.

La planeación estratégica de proyectos tiene tres puntos básicos:

- Debe ser considerada por los tomadores de decisión
- Deben los niveles de decisión mantener un estrecho contacto con los grupos del proyecto, especialmente durante la fase de planeación.
- Debe la planeación estratégica exitosa definir la autoridad, responsabilidad y los roles del personal de planeación estratégica.

La responsabilidad de un jefe de proyecto de I & D es la planeación, integración y ejecución del mismo. El grado de formalización y detalle en la programación de un proyecto depende de su duración y los recursos requeridos. La integración del ejercicio de planeación involucra a los diferentes niveles de decisión de la institución.

El responsable de proyecto es un factor clave en la planeación e implantación del mismo, por lo que tiene que intervenir desde su concepción hasta su ejecución.

La planeación estratégica de proyectos de I & D considera los siguientes puntos como elementos para conformar el plan del proyecto:

- Fines : *objetivos y metas*. Resultados que se pretenden alcanzar durante la aplicación del proceso de planeación, en un tiempo determinado, derivado de la definición del problema que el proyecto pretende solucionar.
- Medios: *políticas, programas, procedimientos y prácticas* con los que habrán de alcanzarse los objetivos.

- Recursos: determinar tipos y cantidades de recursos que se necesitan, cómo se habrán de adquirir o generar, y cómo habrán de asignarse a las actividades.
- Realización: diseñar estrategias o procedimientos para tomar decisiones, así como la forma de organizar las principales acciones para alcanzar los objetivos.
- Programa: descripción y calendarización de metas, en donde se detallan actividades y cuándo deben ser iniciadas y finalizadas.
- Presupuesto: previsión de gastos requeridos para lograr los objetivos, derivada de requerimientos de recursos para realizar las actividades programadas.
- Organización: diseño del número y tipo de posiciones correspondientes a las funciones y responsabilidades requeridos para alcanzar los objetivos.
- Procedimientos: métodos y técnicas para llevar a cabo las políticas.
- Normas o estándares: parámetros de desempeño individual y de grupo para la realización de actividades.
- Control: proceso dinámico para o detectar desviaciones con respecto al plan, a fin de corregirlos sobre una base de continuidad.
- Pronóstico: estimación de las situaciones que pueden generarse en un horizonte de tiempo, que afecten al proyecto, incluido en el plan. El pronóstico no es fácil de realizar, especialmente si se quiere predecir reacciones del medio, más aún al considerar horizontes a largo plazo.

- Políticas: guía estructurada de toma de decisiones y acciones. Son determinadas por los principios siguientes:

- . las subordinadas son suplementarias a las superiores;
- . están basadas en principios operativos de la institución;
- . deben ser complementarias para su coordinación;
- . deben estar definidas con claridad, de preferencia por escrito;
- . deben ser flexibles y estables;
- . deben ser comprensibles en toda su extensión.

Las políticas de los proyectos están estrechamente relacionadas con la política de la institución y deben ser similares en cada proyecto; mientras que los procedimientos pueden ser diferentes de proyecto a proyecto.

3.1.1 Ciclo de Vida de un Proyecto de I & D.

En los proyectos de I&D, el responsable debe ser capaz de identificar y evaluar las variables estratégicas en función de la misión de la institución, los recursos requeridos y los resultados esperados. Por lo que se realiza una serie de análisis y procedimientos de lo que se considera las etapas del ciclo de vida del proyecto. Esquemáticamente, estas etapas pueden ser conceptualización, factibilidad, planeación, implantación y terminación.

a) Conceptualización

Consiste en el planteamiento del problema, a partir de un proceso de diagnóstico que permita hacerlo explícito y definir las causas que lo provocan.

b) Factibilidad

Considera un análisis de soluciones alternativas y su implantación, cuantificando los requerimientos de recursos y los

costos probables asociados, así como las consecuencias de realizar el nuevo proyecto.

El objetivo del estudio de factibilidad es proporcionar información sobre los resultados predecibles de un proyecto específico y sus requerimientos generales. Durante este estudio, el usuario está fuertemente involucrado pues proporciona gran parte de la información y puede ser capaz de juzgar el impacto de enfoques alternativos. La solución debe ser operacional, técnica y económicamente favorable.

Esta evaluación debe realizarse considerando:

- la definición del problema;
- el análisis del estado del arte de la tecnología vinculada con el proyecto;
- la estimación de capacidad técnica con que se cuenta para probar la validez de las alternativas;
- la cuantificación de debilidades, limitaciones e incertidumbres;
- el análisis de sensibilidad;
- los objetivos y metas del proyecto;
- la estimación de costos preliminares y el programa de ejecución.

El resultado del estudio de factibilidad es una decisión acerca de ratificar el proyecto y pasar a la siguiente etapa, o cancelarlo. En algunas ocasiones el proyecto no se cancela, sino que pasa a una cartera de proyectos potenciales. La decisión es especialmente crítica en este punto, porque pasar a fases posteriores del proyecto representa un mayor costo.

Si un proyecto es juzgado factible y aprobado su desarrollo, éste debe ser jerarquizado en relación con otros proyectos de la institución.

c) Planeación

La siguiente etapa, una vez que se considera ya como proyecto viable para la institución, es la planeación, dentro de la que se incluye:

- alcances generales del trabajo;
- requisitos de implantación;
- objetivos y antecedentes relacionados con el proyecto;
- referencias a estudios relativos, documentación y especificaciones;
- documentación de apoyo;
- recursos requeridos;
- vínculos con los usuarios, clientes o patrocinadores;
- documentación y resultados a entregar al finalizar el proyecto;
- programación de la ejecución, considerando evaluación y control;
- definición de pruebas y transferencia de resultados.

d) Implantación

Durante las últimas décadas se han desarrollado técnicas para apoyar la gestión de proyectos, entre las que destacan:

- administración por objetivos;
- barras de Gantt para planear, calendarizar y registrar avances;
- CPM y PERT para estimar el tiempo de realización de cada actividad basada en experiencias anteriores;
- PERT-Costo para identificar alternativas de decisión en términos de costo y tiempo por cada actividad;
- desarrollo organizacional para reducir problemas del personal y mejorar el trabajo en equipo;
- análisis de riesgo para entender y controlar el riesgo del proyecto;

- teoría de la expectativa para mejorar la motivación del personal.

Un proyecto como proceso dinámico, involucra la interacción de muchos factores:

- 1) Desarrollo del grupo de trabajo. El elemento crítico en un proyecto es siempre el humano, por lo que para conformar el equipo de trabajo se debe:
 - encontrar a las personas apropiadas, para lo cual es necesario determinar que posiciones son necesarias para el proyecto y las cualidades y calidades requeridas, y en caso necesario, entrenarlos;
 - lograr una visión global del proyecto;
 - proveer los recursos necesarios para realizar el trabajo;
 - motivar a los involucrados en el proyecto.
- 2) Entender y trabajar con el cliente y/o el usuario final. La primera responsabilidad es satisfacer al usuario, pues se corre el riesgo de tener un cliente insatisfecho, pérdida de credibilidad, reputación dañada del responsable, del equipo y de la institución, así como pérdida de futuras oportunidades. Esto requiere realizar una planeación realista del proyecto a partir de la comprensión de los problemas, las metas, restricciones y necesidades del cliente; dado que generalmente existe una diferencia entre lo que solicita y lo que realmente necesita.
- 3) Desarrollo del proyecto. Deben definirse con precisión los alcances y compromisos derivados del proyecto para evaluar y controlar el desarrollo del mismo, hasta el logro de resultados. La programación, la administración de recursos durante la ejecución y el control del desarrollo del proyecto son puntos importantes en la gestión.

Existen diferentes herramientas para apoyar la ejecución del proyecto en sus distintas etapas de vida, entre las que se mencionan las siguientes para proyectos de I & D:

- *Programación*
 - * Estructura desglosada del trabajo
 - * Redes lógicas
 - * Diagramas

- *Conformar el grupo de trabajo*
 - * Adición Participativa
 - * Programas de riesgo (venture)
 - * Administración por influencia
 - * Administración por objetivos

- *Trabajar con el usuario*
 - * Hojas de información
 - * Plan del proyecto
 - * Negociación

- *Desarrollo del producto*
 - * Blitzing
 - * Diseño de aplicación conjunta
 - * Prototipo
 - * Diseño estructurado
 - * Administración de emergencia de software (software emergencia)
 - * CASE (Computer-Aided Software Engineering)

- *Monitoreo y Control*
 - * Análisis de riesgo
 - * Gráficas y diagramas
 - * Cursos de aprendizaje
 - * Barras de Gantt y cascada
 - * CPM y PERT
 - * Tasas de avance
 - * LOB y MRP
 - * Programas de trayectoria múltiple
 - * Análisis de varianza

- *Administración Financiera*

- * Valor presente neto
- * Evaluación de Indicadores Financieros
- * Presupuestación
- * EAC (Estimación hasta no terminación)

La razón más importante para estructurar un proyecto en sus etapas del ciclo de vida es proporcionar apoyo con el control de puntos críticos de decisión para:

- evitar la adquisición prematura de recursos,
- preservar acciones,
- maximizar beneficios de cada proyecto,
- estimar el riesgo y la incertidumbre asociada al proyecto.

En proyectos de largo plazo la duración de las actividades pueden excederse, con el correspondiente costo extra y retraso en el alcance de los objetivos. Esto puede prevenirse a través de un sistema de control. Ningún programa de proyectos puede ser eficientemente organizado y ejecutado sin formas o sistemas de información y control para la programación y operación del proyecto.

3.2 TECNICAS PARA LA PROGRAMACION DE PROYECTOS DE I & D.

Pasar de los objetivos a la definición de metas requiere de un proceso continuo. Las metas son objetivos que se desean alcanzar en un tiempo específico dentro del período que abarca el plan. A la asignación de éstas fechas se denomina programación.

El primer paso en la programación, es establecer las metas del proyecto, y aquellas que se encuentran interrelacionadas implícita y explícitamente, a fin de poder priorizarlas.

La programación del proyecto sólo puede determinarse hasta que se logre recabar la información necesaria. Los requerimientos de información son:

- La descripción del trabajo a realizar.
- Las especificaciones del proyecto
- La estructuración de actividades

La programación de actividades requiere de la realización de algunos pasos previos que permitan la transición de niveles generales del proyecto a niveles de especificidad y detalle:

- Descomponer el problema en subproblemas, a través de un análisis de medios y fines.
- Utilizar criterios de evaluación por medio de metas operacionales.
- Utilizar técnicas de programación, definiendo a grandes rasgos cursos de acción, sin especificar detalles para su ejecución.
- Reemplazar metas óptimas por otras de menor jerarquía, esto es, la solución es aceptada cuando se considera satisfactoria, o bastante buena aún cuando no represente un resultado óptimo.

3.2.1 Descripción del Trabajo.

La Descripción del Trabajo (DT) generalmente puede ser de dos tipos, una usada en la propuesta del proyecto, y la otra posterior referida al trabajo sujeto a control con mayor nivel de detalle, en cuyo caso se completa con un Desglose Estructurado de Tareas (DET).

En la descripción del trabajo deben evitarse:

- Mezclar tareas, especificaciones, aprobaciones e instrucciones de tipo especial.
- Usó de lenguaje impreciso (v. gr. próximo, óptimo, aproximadamente, éxito, etc).
- Amplia variación en la forma de describir los detalles de los trabajos.
- Omisiones al obtener revisión autorizada.

Para preparar la DT se debe considerar:

- La correlación entre los elementos de la estructura desglosada de tareas y la descripción del trabajo. Cada elemento de la estructura debe tener su explicación en la relación del trabajo.
- La estimación de costos debe ser revisada en relación con la Estructura Desglosada de Tareas (EDT). Esta revisión posibilita una temprana consideración de cambios.
- El responsable del proyecto debe revisar los documentos que autorizan el mismo con una clara definición de sus objetivos, los contratos, etc.; conformar un equipo de especialistas en las áreas técnicas requeridas en el desarrollo del proyecto; preparar una lista detallada de recursos requeridos para ejecutar el proyecto; establecer criterios y procedimientos para la coordinación de la EDT y la asignación de los bloques de trabajo a los miembros del equipo.

3.2.2 Estructura Desglosada de Tareas (EDT).

La adecuada realización de un proyecto depende en gran parte, de un programa en donde se definan los esfuerzos demandados, la asignación de responsabilidades, el establecimiento de tareas, procedimientos y presupuestos para completar el trabajo.

El programa para un proyecto debe estructurar el trabajo en pequeños elementos, de tal manera que sean:

- Manejables, para ser asignados a una autoridad y responsabilidad específica;
- Independientes o con interfase mínima con otros elementos;
- Medibles en términos de progreso.

El desarrollo de la EDT proporciona un marco común en el cual:

- el programa total puede describirse como la integración de elementos subdivididos;
- puede realizarse el control y la evaluación;
- puede calcularse el tiempo y costo de la ejecución;
- se definen la calendarización y los procedimientos para reportes de avance;
- se establece la asignación de responsabilidades.

La EDT es un medio para descomponer el trabajo en pequeños elementos que facilitan la programación. Generalmente se identifican diferentes niveles:

- 1.- Cartera de proyectos que corresponde a una línea de investigación.
- 2.- Proyecto.
- 3.- Subproyectos, si el proyecto lo requiere.
- 4.- Bloques de trabajo del proyecto o de cada subproyecto.
- 5.- Actividades de los bloques.

La estructura desglosada de trabajo puede ser usada como base para definir:

- La matriz de responsabilidades
- Las redes de actividades
- Costos
- Confiabilidad
- Estructura organizacional
- Coordinación de metas
- Control

Construcción de la EDT.

La EDT se construye en niveles donde cada uno responde a un propósito. Generalmente el primer nivel responde a la autorización y oficialización del trabajo, el 2o. a la presupuestación, el 3o. a la programación de actividades. Estos niveles se caracterizan por que:

- Los tres primeros niveles reflejan esfuerzos integrados, se definen tareas y bloques de trabajo.
- La integración de todos los elementos de un nivel debe ser la totalidad del trabajo en el nivel anterior.
- Cada elemento del trabajo debe ser asignado solo a un nivel de esfuerzo.
- La EDT debe ser acompañada de una descripción del alcance del esfuerzo requerido.

Por estas razones las actividades descritas en la EDT deben:

- Definir las fechas de inicio y terminación.
- Utilizar estas fechas como una herramienta de comunicación para comparar los resultados con expectativas.
- Estimar la duración del tiempo total.
- Estructurar un control mínimo del proyecto y documentación necesaria.

Los subproyectos y bloques de trabajo son necesarios en el caso de proyectos grandes pues:

- distinguen en bloques de trabajo las tareas asignadas a un mismo grupo o subgrupo;
- contienen las fechas de inicio y de terminación representativas de su realización física;
- especifican un presupuesto en términos de costos, horas-hombre, u otras unidades de medición;
- transmiten el trabajo para ser realizado en períodos de tiempo relativamente cortos para minimizar el esfuerzo del trabajo en proceso.

La preparación de la EDT debe desarrollar una propuesta preliminar de pocos niveles para fines de organizar las tareas.

En proyectos sencillos, la EDT puede construirse como un diagrama de árbol de acuerdo con un flujo lógico. Otro método es crear un diagrama de flujo y agrupar ciertos elementos para representar tareas y actividades.

La descomposición funcional de las tareas del proyecto para un adecuado control y manejo, se realiza de la siguiente manera:

- 1) El nivel superior del árbol de la EDT es el nivel cero, que se describe con una frase corta y se identifica como tarea 0.0.
- 2) Esta tarea se subdivide en otras tareas funcionales, asignándoles una frase descriptiva corta. Esto es el nivel 1, y a cada una de estas tareas se les identifica con un código (1.0, 2.0, 3.0, etc.). Todas estas tareas deben describir el trabajo total del proyecto.
- 3) Se subdivide cada una de las tareas anteriores en tareas más pequeñas identificadas como sigue: 1.1, 1.2, 1.3, etc. para la

tarea 1.0; 2.1, 2.2, 2.3, etc. para la tarea 2.0; y así sucesivamente para las tareas restantes.

- 4) Este proceso de subdivisión de tareas continúa para definir las actividades a realizar hasta los niveles deseados.
- 5) El siguiente punto es crear un glosario de la EDT en donde se describe para cada tarea, el trabajo por hacer, y la responsabilidad y autoridad correspondientes a su realización.

La EDT debe tener las siguientes características:

- La programación de actividades deber seguir una estructura definida.
- No se debe subdividir el trabajo arbitrariamente para los niveles inferiores.
- Debe mantenerse flexibilidad.
- Puede actuar como una lista de eventos discretos y tangibles, de tal manera que se conozca cuando han sido realizados.
- Debe reflejar el nivel de confianza depositado en ciertos grupos.
- Los elementos de la EDT en el nivel más bajo, deben representar entre 0.5 y 2.5% del total presupuestado del proyecto.

Conviene dividir la EDT de acuerdo a las metas, con el fin de entenderlas mejor y definir con mayor claridad las acciones para alcanzarlas.

Algunos criterios a tomar en cuenta para la preparación de la EDT son:

- Desarrollarla subdividiendo el esfuerzo total en elementos lógicos y discretos, hasta cierto tamaño que puede variar ampliamente, dependiendo de la magnitud del esfuerzo.

- Revisar la estructura propuesta y las acciones contempladas a fin de garantizar su realización en forma compatible y continua.
- Asegurar que la EDT satisfaga los requerimientos funcionales de la organización y del proyecto.
- Asignar las responsabilidades de las tareas identificadas a miembros específicos del grupo.

Para la preparación de documentación relativa a la EDT se debe cuidar que:

- La descripción precisa y clara de tareas como esencial;
- La ambigüedad al describir las tareas y en la determinación de los requerimientos debe evitarse;
- La utilización de un lenguaje activo en la especificación de requerimientos;
- El uso de abreviaturas debe limitarse e incluir una lista con su significado;
- Los procedimientos para apoyar la toma de decisiones inmediatas debe incluirse;
- La descripción de responsabilidades de los diferentes participantes en el proyecto debe incluirse;
- Los requerimientos debe describirse con suficiente claridad, sin entrar en demasiados detalles o repeticiones;
- Los requerimientos o materiales innecesarios deben evitarse, pues representan un costo suplementario.

Una lista de las especificaciones puede ser tratada aparte o conjuntamente con la descripción del trabajo para estimar horas-hombre, equipo y material y para prever imprevistos de último momento. Pequeños cambios en una especificación pueden ocasionar serios problemas.

3.2.3 Programación de Actividades.

La programación de actividades es un requerimiento en la planeación de un proyecto. Es la herramienta más importante para determinar cómo los recursos deberán ser integrados para que la sinergia se produzca y se provea una base de ejecución.

La programación de actividades contiene: fecha de inicio y de terminación, eventos relevantes, levantamiento de datos y documentación

El objetivo de una programación es, usualmente, coordinar las actividades para realizar el proyecto con: el mejor tiempo, menor costo, mínimo riesgo y niveles de calidad adecuados.

Existen también objetivos secundarios para la programación entre los que destacan:

- Estudio de alternativas
- Uso efectivo de los recursos
- Comunicación
- Referencia a los criterios de estimación
- Obtención de un buen control de proyecto
- Promoción de revisiones efectivas

Para la preparación de la programación, se deben considerar:

¿Cuántas y cuáles actividades debe tener cada bloque de trabajo?

¿Cuántos detalles técnicos deben ser incluidos?

¿Quién es el responsable de esta programación?

Por supuesto los alcances pueden estar restringidos por diversas causas, tales como: calendario, recursos limitados, políticas institucionales, cambios del entorno, etc.

Es necesaria una guía en la preparación de estos programas, considerando los siguientes puntos:

- Identificar los eventos y fechas.
- Definir la secuencia del trabajo a través de una red en la que las interrelaciones entre los eventos puedan identificarse.
- Ligar la programación a la EDT. Si las tareas se desarrollan de acuerdo con una secuencia específica, entonces es fácil identificar la secuencia de actividades en la programación usando el mismo sistema de clasificación que en la EDT. Los requerimientos mínimos deben mostrar cuándo y dónde empiezan y terminan los bloques de trabajo.
- Identificar en la programación las restricciones en tiempo, y los principales requerimientos de recursos de cada actividad.

A continuación se describen algunas técnicas para la programación de actividades de proyectos de I & D. En la fig. 4 se realiza un análisis comparativo de las mismas.

I) DIAGRAMAS LOGICOS.

Probablemente la figura más difícil de construir son diagramas lógicos que describan el desarrollo del proyecto. Estos permiten mostrar el razonamiento inductivo-deductivo necesario para alcanzar algunos de los objetivos dentro de un intervalo de tiempo específico. La mayor dificultad estriba en la inhabilidad para responder preguntas clave como: ¿Qué sucede si algo resulta erróneo? ¿Se puede cuantificar cualquier parte de los elementos relevantes del proyecto?

Los diagramas lógicos se construyen a partir de preguntas en forma de lista, como las siguientes:

- ¿Qué información es relevante para iniciar la descripción de una actividad y sus elementos?
- ¿Cuáles son los criterios de terminación y evaluación para cada actividad?
- ¿Cuáles son las alternativas para cada fase del programa, si no se alcanzan las metas programadas?
- ¿Cuáles otras actividades dependen directamente del resultado de esta actividad?
- ¿Cuáles son los esfuerzos e insumos requeridos para realizar la actividad?
- ¿Cuáles son los puntos clave de decisión que deberán considerarse durante la tarea?
- ¿Qué información a través de documentos se requieren al término de la tarea?
- ¿Qué aprobación administrativa se requiere para la documentación final?

A) Diagrama de Planeación de la Investigación (DPI).

Esta técnica se basa en los diagramas lógicos e incorpora nodos de decisión y la incertidumbre asociada no solamente a la ocurrencia de cada actividad, sino a la ruta misma del desarrollo del proyecto, representada por la asignación de probabilidades.

Esta técnica es particularmente valiosa cuando no se conocen específicamente las actividades a seguir para alcanzar la meta planeada; por lo cual incorpora en la definición de eventos, la experiencia del grupo del proyecto y el acceso a información pertinente a lo largo del desarrollo del proyecto, por lo que se pueden contemplar las posibilidades de su realización.

La notación para el DPI está basada en los diagramas de flujo de computación. Las actividades se señalan en rectángulos y los

criterios de decisión en rombos, a los que se adicionan algunos símbolos para dibujar la red y al mismo tiempo indican la dirección del flujo de los elementos.

La notación para los nodos es:

- Para señalar entrada a un nodo se usa la compuerta AND o una convergencia de flechas.
- Para indicar salida de nodos, se utiliza una divergencia de flechas o el rombo de decisión, pues una y sólo una alternativa puede tomarse. Para ello es necesario plantear la pregunta correcta, considerando todas las evidencias antes de llegar al punto de decisión.

Por lo que respecta a las actividades, pueden especificarse el nivel de detalle o agregación, según convenga, señalando su secuencia aún en el caso de actividades paralelas. Cada actividad debe especificarse de manera tal que pueda completarse con razonable certidumbre.

Cabe destacar que en este diagrama, los criterios de decisión están explícitos y las decisiones en cascada se muestran como loops y ramas del diagrama, lo que le otorga gran flexibilidad.

Más allá del propósito descriptivo del DPI, se puede realizar un análisis cuantitativo de la programación del proyecto. Un proyecto de I & D tiene asociados niveles variables de riesgo e incertidumbre, que en este diagrama se incluyen como loops de falla y permiten detectar con razonable certidumbre las correcciones que deben hacerse.

Para esto, es necesario estimar tiempo, costo y las probabilidades asignadas a cada punto de decisión. La estimación de probabilidades es un factor crítico que limita la precisión.

Una vez asignadas las probabilidades, se pueden obtener mediante un breve análisis (simulación Montecarlo), las probabilidades de éxito y fracaso total del proyecto, la probabilidad acumulada de éxito en función del costo o tiempo, así como los puntos en que debe revisarse el avance del proyecto.

II) TECNICAS DE REDES.

Tradicionalmente se define una red como un conjunto de nodos y arcos conectados. Cada nodo representa un evento y los arcos las actividades del proyecto, las que están interrelacionadas para ser ejecutadas en un orden preestablecido a fin de alcanzar una meta particular en un tiempo determinado. Un evento es un acto que ocurre en un tiempo específico y cada actividad consume recursos.

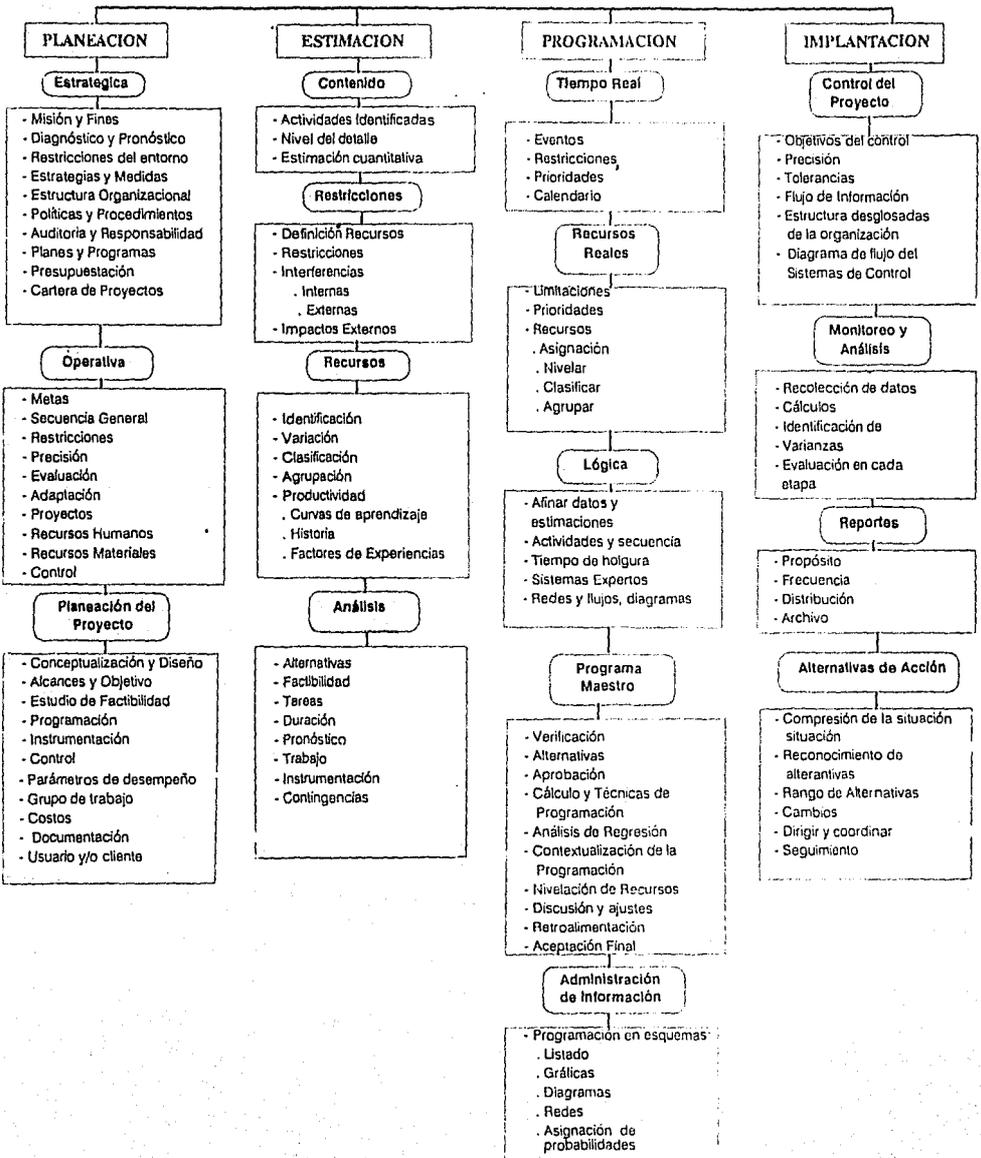
Las características relativas a esta técnica son:

- identificación de cada actividad necesaria para realizar el proyecto;
- orden para explicitar su interrelación y calcular las fechas de inicio y de terminación más temprana, más tarde y la ruta crítica a través de la red;
- nivel de detalle en la programación del proyecto de acuerdo con:
 - la complejidad del proyecto,
 - los conocimientos del personal involucrado,
 - las demandas externas probables de información sobre el proyecto y su desarrollo.

La aplicación de esta técnica requiere situaciones razonablemente estructuradas, con una fuerte coordinación.

FIG. 3 GESTION DE PROYECTOS

Gestión de Proyectos



Dentro de este tipo de técnicas se pueden mencionar las siguientes:

A) Critical Path Method, (CPM).

Es una red construida como una gráfica dirigida, no cíclica, con un nodo fuente u origen y un nodo sumidero o destino. Algunas veces se requiere introducir actividades y nodos falsos. La duración de cada actividad es conocida y está definida por la longitud de los arcos.

La ruta crítica se define por la ruta más larga desde el nodo fuente al nodo sumidero en la red y determina la duración del proyecto. Al mismo tiempo determinan las holguras de cada actividad, es decir, el tiempo que una actividad puede ser atrasada más allá de su tiempo de inicio más temprano, sin retrasar el proyecto. Por supuesto, no existe holgura para las actividades críticas.

B) Program Evaluation and Review Technique, (PERT).

A diferencia de la anterior, esta técnica está orientada a los eventos más que a las actividades. por lo que se requiere:

- definir las actividades requeridas para terminar el proyecto, así como los descriptores de avance asociados;
- construir una relación determinística entre estas actividades;
- determinar la ruta con los valores iniciales, críticos y las holguras para cada actividad;
- reasignar los recursos de manera que resulte una programación eficiente de los eventos;
- ejecutar el trabajo comparando y actualizando las estimaciones para las actividades futuras.

Esta técnica se recomienda cuando el número de actividades involucradas puede ser programado y coordinado con poca incertidumbre, cuando las tareas son bien conocidas, las metas especificadas y los estándares están determinados, y los procedimientos y estructuras están establecidos.

C) PERT/COSTO.

Es una versión de PERT que incluye costos. Los costos se estiman sobre las actividades al nivel más detallado, acumulándose por bloques de actividad. Esto requiere acumular, actualizar y reestimar los costos, debido a cambios técnicos, problemas de ejecución o ajenos al proyecto. Se necesitan cortes sistemáticos para modificar las estimaciones, lo que implica ajustes a bloques completos de actividades y a toda la red.

D) Graphical Evaluation and Review Techniques, (GERT).

Esta técnica adiciona al PERT la incertidumbre en el flujo de la red. Consiste de una red estocástica integrada por un conjunto de nodos que representan operaciones lógicas, y un conjunto de arcos probabilísticos, representando posibles actividades con sus especificaciones de tiempo, costo, etc., que pueden ser establecidas en forma probabilística. Cada nodo tiene entradas y salidas, y se consideran completamente definidos cuando ambas son conocidas. Para describir la relación entre los nodos se utiliza lógica simbólica (y, o-inclusivo, o-exclusivo), así como un símbolo determinístico y uno probabilístico.

E) Venture Evaluation and Review Technique, (VERT).

Es una versión ampliada del GERT, que incluye parámetros de ejecución, de tiempo y de costo; estableciéndose una relación matemática entre los tres junto con la asignación de probabilidades.

Contiene dos tipos de nodos lógicos: uno que divide operaciones de entrada y salida, y otro más especializado que unifica simultáneamente las operaciones de entrada y salida. Existen cuatro tipos de entradas lógicas y seis tipos de salidas para distribuir el flujo de la red.

El tiempo, costos y valores de desempeño acumulados, es la suma del tiempo, costo y valores de ejecución de las actividades, más los valores proporcionados por las entradas a ese arco.

Aplicar esta técnica requiere una simulación previa de las actividades de todo el proyecto.

F) Line of Balance, LOB.

Es una técnica usada para balancear líneas de producción y distribución. Muestra el progreso, estado, sincronización e interfazamiento de las actividades interrelacionadas de un proceso de producción o distribución, comparando el estado actual con el desempeño planeado.

Esta técnica permite detectar las áreas críticas del proceso, como un medio para integrar y monitorear el flujo de materiales y componentes de acuerdo con los requerimientos.

G) Materials Requirements Planning, (MRP).

Es una técnica de análisis de requerimientos de materiales, muy similar a la anterior, con la diferencia que considera una planeación sistémica de la integración y monitoreo de materiales requeridos, al incluir factores tanto internos del proceso como relativos al entorno.

III) DIAGRAMAS DE BARRAS.

Es probablemente el método más usado para programación y control de proyectos. En realidad es un calendario, en el que se distinguen las actividades individuales en un orden apropiado y con representaciones gráficas del tiempo de realización, sobre un eje horizontal graduado. Cada evento se representa por puntos o triángulos.

La ventaja de esta técnica es su simplicidad y su impacto visual, sin embargo requiere para su actualización rehacer el trabajo, y no señala las interdependencias entre las actividades.

Entre estos diagramas se pueden mencionar el de barras o Gantt y el de eventos. Este se caracteriza por distinguir las actividades clave para el desarrollo del proyecto y su avance sobre éstas.

Dentro de estos diagramas de barras existe uno llamado de etapas, que indica la secuencia entre las actividades a través de líneas verticales que unen las barras apropiadas, de tal manera que se esquematizan en el diagrama como una familia de árbol horizontal.

Se tienen diagramas gráficos que registran también el desarrollo histórico del proyecto, tales como el diagrama de cascada o slip chart, en el que se definen puntos de revisión en la ejecución; su número depende del tipo y tamaño del proyecto, de manera que permitan acciones correctivas sobre las programaciones precedentes, con reestimaciones de tiempo y costo a medida que se reduce la incertidumbre con el acopio de mayor información sobre la factibilidad y el aprendizaje del proyecto.

Esta información puede resumirse en un diagrama gráfico para el análisis de su historia, sin que se confunda con la ocurrencia de los eventos futuros; para lo cual es conveniente considerar por separado tiempo y costo, y utilizar la variable tiempo para monitorear el desarrollo del proyecto, pues se ha comprobado que ésta proporciona mayor información.

3.2.4 El Control de Actividades.

Si la fase de programación provee una guía fundamental para el proyecto, un control cuidadoso debe establecerse para garantizar la integración y la colaboración entre los diferentes componentes del programa.

Todas las partes involucradas en el proyecto trabajan directa o indirectamente con un programa calendarizado y problemas previstos que requieren acción correctiva durante la fases de planeación y control.

El responsable del proyecto tiene la función de identificar requerimientos y acciones específicas para apoyar la programación. Sin una clara definición durante la fase de programación, muchos proyectos corren riesgos adicionales.

El uso de controles administrativos no es garantía de éxito en la programación y realización del proyecto.

El control esta estrechamente ligado a la implantación del proyecto, como se verá más adelante.

3.3 EJECUCION Y CONTROL DE PROYECTOS DE I & D.

La realización de un proyecto de I & D se apoya en los siguientes subsistemas:

- subsistema organizacional con orientación matricial.
- subsistema de información para la gestión del proyecto que contiene los datos esenciales para la planeación, organización y control efectivo.
- subsistema de planeación que considera el desarrollo técnico del proyecto, con objetivos, metas, calendarización, costos y procedimientos.
- subsistema de control para seleccionar normas de desempeño para la programación, presupuestación y objetivos técnicos, y la información para comparar los progresos actuales con los planeados.
- subsistema cultural referido a las percepciones, actitudes y estilos de liderazgo y de desempeño.
- subsistema humano considerando comunicación, negociaciones, motivación, liderazgo y patrones de conducta de la gente que labora en el proyecto.

3.3.1 Seguimiento del Proyecto de I & D.

La vigilancia del proyecto para asegurar sus resultados y controlar la aplicación de los recursos organizacionales es esencial para la realización del proyecto, como se señala en el diagrama de flujo de la fig. 5.

Evaluar el desarrollo del proyecto requiere la definición de ciertos estándares, retroalimentación de información y métodos de comparación de lo planeado con lo obtenido, para lo cual se requiere:

FIG. 4 COMPARACION DE TECNICAS DE PROGRAMACION Y CONTROL DE PROYECTOS

| CRITERIOS | PERT/CPM | PERT/COST | LOB/HRP | PERT/VERI | WBS/DP1 | Slip/Gantt Chart | |
|---|--|--|---|---|--|---|--|
| APLICABILIDAD: Fases Flexibilidad Control Globalización | Fases de conceptualización y desarrollo A situaciones determinísticas Rígido Principalmente para proyectos de una sola vez. Sólo incluye parámetros de tiempo y actividades no repetitivas. | Fases de conceptualización y desarrollo. Difícil de entender Rígido Maneja situaciones determinísticas. Igual que PERT/CPM | Producción Fácil de entender Situaciones determinísticas. Aplicable a ciclos de producción fijos. | Conceptualización y demás frases. Difícil de entender Considerar alternativas futuras. Flexible Maneja probabilidades de ocurrencia de eventos. Áreas de I&D | Conceptualización y desarrollo. Considera alternativas futuras Flexible Áreas de I&D | Fase de desarrollo Producción e I&D Efectividad decrece a medida que aumenta la interdependencia de las actividades. Fácil de entender Control de proceso continuo con poco detalle | |
| PARAMETROS: Requerimientos Base de datos | Tiempo Trata costo y desempeño como objetivos o restricciones. Se estiman los datos relativos a tiempo y recursos. | Presentar costo estimado Grandes bases de datos sobre costos y su acumulación, y control adicionales a los necesarios para PERT/CPM | Flujo de materiales y ciclos de producción. Tiempo: calendarización y cantidad. Valores relativos a puntos de control específicos. | Requiere gran familiaridad con el proyecto. En relación directa al número. Elementos relacionados. | Considera todas las opciones de ejecución. Experiencia previa del grupo responsable | Según el nivel de detalle. Costo y tiempo estimado. | |
| OPERACION: Instalación Costo Mantenimiento Actualización | Entrenamiento Fácil de usar Requiere voluminosos datos de preparación y actualización. No tiene habilidad para considerar decisiones alternativas a cambios de eventos. Disciplina para reevaluar actividades. | Entrenamiento Costoso en cuanto a la preparación y actualización de información. Igual que PERT/CPM | Entrenamiento y cursos de aprendizaje Limitado a situaciones repetitivas. Bajo costo de operación Requiere un contador físico de producción acumulada. | Capacitación Costoso en preparación y actualización para rehacer todo el trabajo de estimación flexible | Orientación y entrenamiento. Rápida actualización. Barato. Flexible | Orientación Flexible Rehacer el trabajo de estimación y programación. barato | |
| INFORMACION: Reportes Validez de los datos | Identifica actividades críticas y áreas problemáticas. No registra historia Pronóstica el estado futuro. | Igual a PERT/CPM, en la habilidad para detectar problemas de costo. | Detecta posibles áreas problemáticas de distribución y producción. | Validez a largo plazo detecta áreas problema y actividades críticas. Gran cantidad de información. | Validez a largo plazo Detecta posibles alternativas de acción. Gran cantidad de información. | Gráficas Vigilancia en el corto plazo. Impacto visual rápido Información histórica del desarrollo del proyecto. Detecta excesos en los recursos consumidos. | |

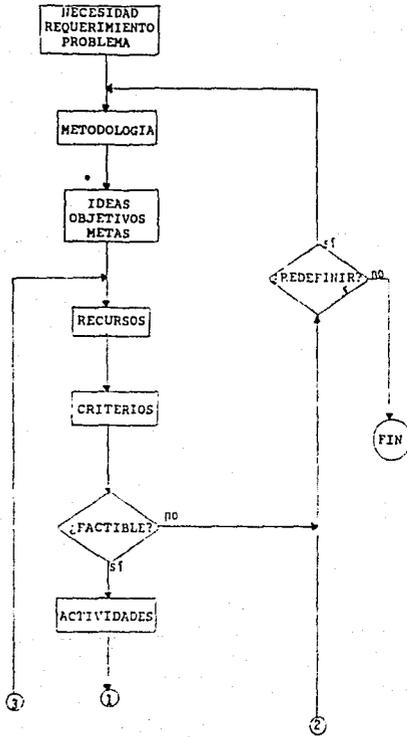
- 1) Desarrollar medidas sobre los resultados, a través de la información proporcionada por la estructura desglosada de tareas.
- 2) Establecer medidas del desempeño del personal.
- 3) El uso de factores de medición común a partir de bloques de trabajo consistentes con la descentralización organizacional del proyecto.
- 3) Utilizar factores de medición común a partir de bloques de trabajo consistentes con la descentralización organizacional del proyecto.
- 4) Fijar las medidas mínimas relevantes en cada bloque de trabajo definidos en la EDT.
- 5) Integrar estas medidas o índices a la totalidad del proyecto.
- 6) Cuidar que los índices desarrollados sean aplicables tanto a los resultados del proyecto como a las proyecciones para su terminación futura.
- 7) Hacer corresponder estos índices a factores críticos previamente considerados:
 - Objetivos de alcance técnico,
 - Costos,
 - Sinergia estratégica para la dependencia o institución,
 - Uso productivo y capitalización de recursos,
 - Competitividad.

Para realizar el control del proyecto se debe tener en cuenta el propósito, alcance, responsabilidades y procedimientos previamente definidos, con revisiones que permitan medir el potencial del proyecto, de manera que al revisar su historia, sea posible juzgar los problemas que ponen en peligro su estabilidad y progreso. En la fig. 6 se propone un formato para registrar información sobre los proyectos de I & D aprobados para su ejecución.

Este proceso ayuda a proveer información de problemas para apoyar el desarrollo estratégico de soluciones y realizar cambios que permitan prevenir problemas mayores.

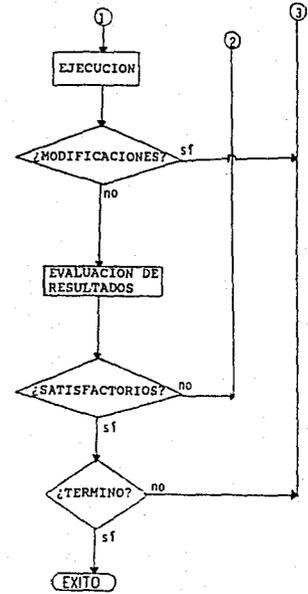
FIG. 5 GESTION DE PROYECTOS

FASES
APERTURA



SEGUIMIENTO

EVALUACION



El control de estos cambios es uno de los lineamientos más críticos empleados por el responsable del proyecto. Dado que el proyecto atraviesa varias fases en su ciclo de vida, el costo de los cambios puede crecer ilimitadamente.

Existe una técnica de control denominada "Administración de la Configuración", en la que a través de un proceso sistemático de revisión formal se aprueban los cambios en la configuración. Esta técnica, si es adecuadamente utilizada, proporciona:

- Niveles apropiados de revisión y aprobación de cambios.
- Puntos focales para dirigir estos cambios.
- Promoción de mejores técnicas de gestión.
- Reforzamiento de la organización del proyecto

Durante el proceso de control de los cambios se deben definir el punto de inicio de la ejecución programada, el tipo de cambio, los contratos y limitaciones necesarias e identificar políticas y procedimientos institucionales.

Este control sobre la configuración incluye beneficios como:

- Mejor comunicación interna del personal y entre éste y el cliente o patrocinador
- Mejor información técnica y reducción de confusiones para el cambio.
- Filtrado de cambios triviales.

3.3.2 Tipos de Errores en la Ejecución del Proyecto.

- **Error Tipo I:** Cuando una acción que debe ser ejecutada no ocurre.
- **Error Tipo II:** Cuando una acción ejecutada no debería realizarse.

FIG. 6 GESTION DE PROYECTOS.

APERTURA

1. CLAVE
2. NOMBRE DEL PROYECTO
3. OBJETIVO Y ALCANCES
4. RESULTADOS PREVISTOS
5. RESPONSABLE
6. PARTICIPANTES / INSTITUCIONES
-
7. PRIORIDAD (V+I)

| | <u>VIABILIDAD</u> | <u>IMPACTO</u> |
|--------------|-------------------|----------------|
| A) TECNICA | | |
| B) ECONOMICA | | |
| C) POLITICA | | |
| D) SOCIAL | | |
| <u>TOTAL</u> | (A+B+C+D)/4 | (A+B+C+D)/4 |

VALORES DE 1 A 10

B. FINANCIAMIENTO

| | <u>FUENTE</u> | <u>MONTO</u> | <u>VENCIMIENTO</u> |
|----|---------------|--------------|--------------------|
| a) | | | |
| b) | | | |
| . | | | |
| . | | | |
| . | | | |

-
9. FECHAS RELEVANTES
 - INICIO
 - CONVENIOS
 - REUNIONES DE EVALUACION
 - OTRAS

10. RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

PROCEDIMIENTO (METODOLOGIA)

FECHA:

FIRMA:

SEGUIMIENTO

1. RESULTADOS PARCIALES PREVISTOS

A)
B)

.

.

.

2. RESULTADOS PARCIALES OBTENIDOS

A)
B)

.

.

.

3. MODIFICACIONES

4. RECURSOS PRESUPUESTADOS Y EJERCIDOS

5. COMPROMISOS CONTRACTUALES

DESCRIPCION

FECHA

A)
B)

.

.

.

DOCUMENTOS ANEXOS:

EVALUACION

6. RESULTADOS OBTENIDOS

7. ESTADOS FINANCIEROS

8. COMPROMISOS CONTRACTUALES

CUMPLIDOS

PENDIENTES

9. EVALUACION

DOCUMENTOS ANEXOS:

FECHA:

- Error Tipo III: Cuando se plantea el problema equivocado.
- Error tipo IV: Cuando se prescribe la acción correcta para el problema correcto, pero no se ejecuta.

La fig. 7 esquematiza una matriz de efectividad estratégica contra efectividad táctica, en donde se tiene:

1er. Cuadrante: alta estrategia, alta táctica; son los proyectos con mayor probabilidad de éxito.

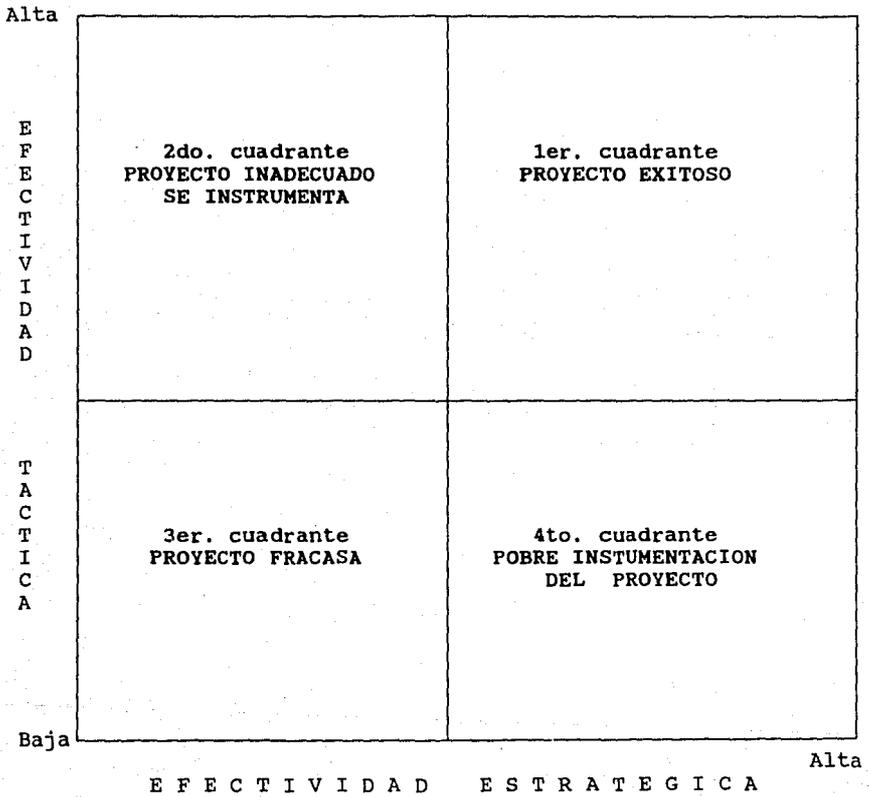
2o. Cuadrante: baja estrategia, alta táctica. La planeación de los proyectos es inadecuada, pero su implantación está bien dirigida, por tal motivo el propósito del proyecto no está claramente definido. En realidad el proyecto puede no ser necesario, pero puesto que la táctica seguida es tan buena, el proyecto inadecuado se instrumenta.

3er. Cuadrante: baja estrategia, baja táctica. Es el caso recíproco del 1er. cuadrante donde las funciones estratégicas y tácticas son inadecuadamente realizadas. Los proyectos ubicados en esta zona tienen una alta probabilidad de falla.

4o. Cuadrante: alta estrategia, baja táctica. La estrategia de los proyectos está efectivamente desarrollada, pero la táctica subsecuente es inefectiva. Estos proyectos presentan errores de inacción, baja aceptación por parte de los involucrados; se hace poco para poner en operación las metas o para promover el proyecto a los futuros usuarios.

La gestión de proyectos es una tarea compleja por sus diferentes variables. La planeación y el control de sus variables determina

FIG. 7 EFECTIVIDAD DE LA GESTION DEL PROYECTO



la probabilidad de éxito del proyecto. Los factores críticos involucrados afectan de manera diferente al proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

Las razones de falla de un proyecto tienen gran relación con su planeación y programación:

- Las metas no son entendidas en los niveles inferiores de la organización.
- Los planes abarcan demasiado en muy poco tiempo.
- La asignación financiera es insuficiente.
- Los planes se basan en datos insuficientes.
- No se proporciona una sistematización del proceso de planeación.
- Los planes son realizados por un grupo de planeación ajeno al proyecto.
- La misión y los objetivos generales no se comprenden.
- Se desconocen los requerimientos de personal.
- No se conoce la calendarización de los eventos relevantes.- Las estimaciones del proyecto están basadas en creencias, mas que en normas o tendencias históricas.

3.4 FINALIZACION DEL PROYECTO DE I & D.

La gestión de proyectos de I & D tiene un inicio y una finalización. Esta última puede ser de dos maneras: una terminación exitosa o una suspensión por falta de avance. Esta decisión de terminar el proyecto debido a la falta de avance es crítica.

Por la importancia crítica de la decisión de terminar, asociado al amplio grado de incertidumbre en las áreas de investigación y desarrollo, se hace necesario un enfoque sistémico para monitorear el progreso de los proyectos, apoyado en mecanismos fáciles de diseñar y operar.

Para realizar el monitoreo de los proyectos de I & D se requiere:

- 1) Determinar las variables relevantes de éxito o fracaso del proyecto.
- 2) Realizar un análisis de las variables para identificar los factores que son mejor clasificados para el éxito del proyecto y determinar los de riesgo potencial, para proyectos de gran envergadura.
- 3) Asignar un valor de ruptura para el proyecto y compararlo con los datos reales. Si estos son mayores que el valor de ruptura, el proyecto puede tener éxito; si son menores, cancelarlo.

3.4.1 Criterios para suspender un proyecto de I & D.

Existen diversas razones para cancelar un proyecto:

- Alcance final de los objetivos.
- Una mejor alternativa ha sido encontrada.

- Un cambio en intereses y estrategia de la organización.
- La distribución del tiempo ha sido rebasada.
- Los costos presupuestados han sido excedidos.
- La gente clave ha abandonado la organización.
- Los intereses personales de tomadores de decisiones.
- Los problemas son demasiado complejos para los recursos disponibles.

Actualmente se ha detectado que la mayoría de las razones por las que los proyectos no son completados se debe a dificultades conductuales de los participantes (moral baja, relaciones humanas pobres, baja productividad en el trabajo, falta de reuniones entre los involucrados en el proyecto, etc.).

Una vez decidida la cancelación del proyecto, debe procurarse que su terminación sea en forma ordenada, con discreción al retirar y/o remover personal, reasignando al de mayor prioridad para reorientar los esfuerzos hacia objetivos diferentes.

Existen tres puntos críticos que deben ser considerados al suspender un proyecto: moral de los trabajadores, reasignación del personal, evaluación de la actividad realizada.

3.4.2. Transferencia de Resultados.

La terminación de un proyecto es un paso importante en su ciclo de vida, por lo que debe seguir un procedimiento peculiar con el fin de:

- Llevar efectivamente al proyecto a su término, de acuerdo con los requerimientos pactados.
- Preparar la transmisión del proyecto a su fase operacional.
- Analizar el proyecto considerando los datos financieros, la programación de actividades y esfuerzo técnico realizado.

- Cerrar el proyecto, transfiriendo los recursos originalmente asignados al proyecto, incluido el personal.
- Identificar y orientarse hacia el siguiente proyecto.

La necesidad de planear el inicio de un proyecto se acepta de manera generalizada, pero no así su terminación. La planeación para terminar un proyecto incluye:

- Transferencia de responsabilidades.
- Documentación de resultados.
- Satisfacción de requerimientos contractuales.
- Liberación de recursos:
 - . reasignación de los miembros del equipo
 - . disposición de materiales y equipo.
- Cierre de órdenes de trabajo.
- Preparación de pagos financieros.

3.4.3 Evaluación del Proyecto de I & D.

Existen tres tipos de evaluación de un proyecto, cada una de éstos tienen por finalidad reducir el nivel de riesgo y exigir un esfuerzo sistemático para minimizar o prever los cambios potenciales del proyecto. Dicho esfuerzo demanda la consideración de una serie de criterios de acuerdo a los objetivos, intereses y prioridades de la organización, que garanticen una adecuada probabilidad de éxito del proyecto.

En una primera etapa se tiene una evaluación, conocida como ex-ante, en la que se consideran la conceptualización y el diseño del proyecto, estudio de factibilidad, objetivos, alcances, procedimiento y resultados esperados, así como la integración del grupo de trabajo, equipos, materiales y demás recursos físicos,

instituciones participantes, presupuestación de costos y preparación de documentos necesarios para que el proyecto pase por un proceso de selección en la dependencia, (ver fig. 8), correspondiente a una evaluación estratégica del proyecto.

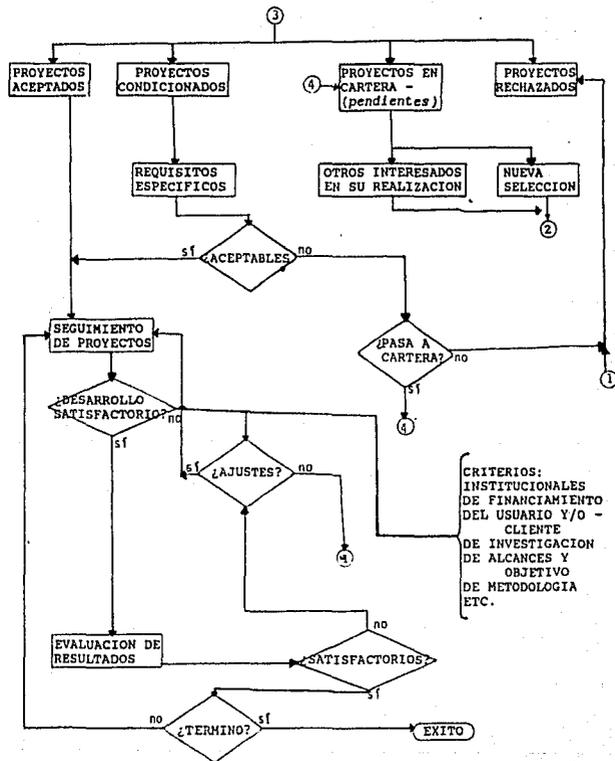
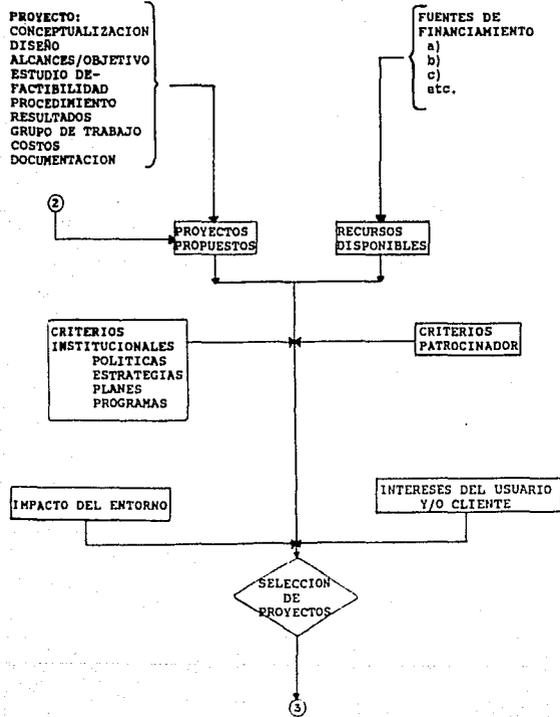
En una segunda etapa se evalúa constantemente el desarrollo del proyecto, fundamentado en aspectos inmediatos tales como la calidad del desempeño y uso eficiente de recursos. Esta evaluación está estrechamente ligada al proceso de control del proyecto, donde se han definido previamente parámetros y estándares de operación para su ejecución.

Una tercera evaluación, relativa a los resultados del proyecto, se realiza comparándolos con las expectativas y alcances definidos desde su concepción. Esta evaluación, también conocida como ex-post, considera los siguientes criterios:

- calidad del desempeño técnico,
- realización en los plazos establecidos,
- cumplimiento con los costos estimados,
- satisfacción del cliente o patrocinador y de otros actores involucrados,
- definición de nuevos proyectos y trabajos adicionales a partir de cambios o nuevas necesidades del cliente,
- incremento de la capacidad técnica de la institución,
- beneficios proporcionados a la institución y contribución a su desarrollo,
- aportación al prestigio de la institución,
- ampliación de conocimiento y estado del arte,
- posibilidad de aplicaciones productivas y comerciales.

Cabe mencionar que estos criterios son indicativos y que es responsabilidad de la institución y de los miembros del proyecto

FIG. 8 SELECCION DE PROYECTOS



definir los criterios adecuados para su evaluación. Estos criterios deben permitir su análisis en el corto, mediano y largo plazo.

Algunos otros criterios a considerar pueden ser los siguientes:

- Con un enfoque entradas-salidas:

Entradas:

- * duración,
- * recursos humanos,
- * recursos financieros,
- * recursos materiales.

Salidas:

- * documentos publicados,
- * reportes técnicos no publicados,
- * libros,
- * efectos secundarios,
- * capacitación y entrenamiento,
- * derechos de propiedad intelectual,

- Con un enfoque para transferencia de tecnología:

- * costo,
- * posibilidad de éxito técnico,
- * beneficios,
- * tamaño del mercado potencial,
- * duración,
- * posibilidad de ajuste a los objetivos y estrategias,
- * capacidad para llevarlo al mercado,
- * tendencias y crecimiento del mercado,
- * posibilidad de producción,
- * propiedad intelectual,
- * financiamiento.

- Con una perspectiva de propósitos:
 - * mérito,
 - * análisis de incertidumbre,
 - * análisis de competitividad,
 - * análisis de costos,
 - * análisis del mercado potencial (uso y explotación).

- Tomando en cuenta el quehacer científico:
 - * capacidad del grupo de investigación,
 - * necesidades de investigación,
 - * contribución en el área de investigación,
 - * interés público: sociedad y nación.

A continuación se enlistan algunas de las técnicas más utilizadas para evaluación y selección de proyectos de I & D; en caso de mayor interés se pueden consultar textos especializados mencionados en la bibliografía anexa.

- 1) Relación Beneficio-Costo

- 2) Indicadores:
 - Económicos
 - Financieros (VPN, TIR, etc.)
 - Mixtos

- 3) Programación
 - Lineal
 - Entera
 - Dinámica
 - Multiobjetivos

- 4) Análisis de Cartera o Portafolio
 - Análisis de utilidad y valor esperado
 - Priorización

5) Análisis Matricial

- Matriz de consecuencias
- Matriz de impactos cruzados
- Perfil o PROFILE (Programmed Functional Indices for Laboratory Evaluation)

6) Análisis Sistemático

- Análisis Factorial
- Técnicas de Control de Proyectos

7) Lista de control (Checklist)

- KIEFER señala criterios financieros, de investigación y desarrollo, de producción, de mercado e institucionales.
- EIRMA considera criterios basados en probabilidades de éxito técnico y comercial.
- BECKER con tres listas de criterios: para proyectos de investigación, para desarrollo de productos y para desarrollo de procesos.

8) Arboles de Decisión

- PATTERN (Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance) contempla: relevancia nacional, amenaza, capacidad, prestigio, costo, efectividad, requerimientos, implicaciones científicas, factibilidad, esfuerzos, riesgo, mejoras y ventajas operacionales.
- CPE (Centre de Prospective et d'Evaluation) evalúa proyectos interdependientes con criterios de utilidad militar, probabilidad de éxito técnico, posibilidad de realización, impactos económicos directos e indirectos.

9) Métodos Gráficos y Tabulares

- TECDEV (Technique et Development) considera 36 factores en las categorías de: producción, comercialización, competitividad y probabilidad de éxito.
- MONSANTO define el perfil del proyecto considerando 26 criterios en los grupos financieros, investigación y desarrollo, producción y comercialización.
- CAREY o Método del Mérito Social, usa 12 criterios en tres clases: económicos, políticos y culturales.

10) Multicriterio

- MARSAN-ELECTRE (Méthode d'Analyse pour la Recherche la Sélection et le lancement d'Activités Nouvelles - Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) en dos fases exploratoria y selección, apoyadas por computadora.
- ELECTRE-ORESTE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité - Orientation Economique Sociologie et Technique) utilizado para proyectos dependientes.

11) Métodos de Concenso

- DELPHI, usado principalmente para pronóstico tecnológico y selección de proyectos.
- RINGI, usado por los tomadores de decisión japoneses, consta de cinco pasos: solicitud, propuesta preliminar, examen, consulta e implantación.
- Regla del Pulgar, método que permite a los directores de la organización y responsables del proyecto estar de acuerdo en riesgos y beneficios, que deban balancearse.

- PI (Potencial de Innovación) maneja ocho factores que deben asignarse en forma ponderada para el proyecto.
- ICEPS (Interactive Cross Evaluation and Project Selection), método gráfico basado en una lista de control que considera: ciencia, tecnología, mercado, los medios y sus consecuencias; contra esfuerzos, riesgos, éxito y deseabilidad del proyecto.

12) Métodos Integrativos

- Bottom-Up and Top-Down, considera tres niveles en el desarrollo del proyecto: formación de ideas, estudio de factibilidad y ejecución.
- ALADIN (Analysis About Development and INnovation) utiliza las técnicas mencionadas, eliminando sistemáticamente sus debilidades.

3.5 EL FACTOR HUMANO EN LA GESTION DE PROYECTOS DE I & D.

La planeación de un proyecto de I & D debe conjuntar los aspectos técnicos y humanos relativos a su desarrollo del proyecto, no solo en lo correspondiente a programar actividades sino también a su implantación y control, para lo cual deben considerarse los siguientes puntos:

- a) Establecer con claridad objetivos y metas; la trayectoria de trabajo considerando al responsable del proyecto, su equipo y los usuarios finales. Al fijar estas metas se debe ser específico con el fin de que los involucrados las comprendan.
- b) Determinar las metas del proyecto, asociadas a grupos operacionales y demás miembros del equipo, asignando responsabilidades específicas, para entender cuales son las contribuciones de cada uno a la totalidad del proyecto.
- c) Establecer puntos de inspección que permitan monitorear el avance del proyecto. Este nivel de detalle no sólo ayuda a un buen ambiente, sino a generar un mecanismo de control del proyecto.
- d) Dibujar el esquema de la programación del proyecto (diagramas lógicos, de barras, de redes, etc.), de libre acceso para el personal involucrado.

En lo que referente al responsable de proyecto, quien además de poseer energía y dotes de líder, requiere de una serie de atributos para realizar su labor de manera efectiva:

- 1) Capacidad técnica, conocer al menos las categorías y principios de las disciplinas o tecnologías involucradas en el proyecto.
- 2) Capacidad administrativa: habilidades, técnicas y metodologías para la gestión de proyectos.

- 3) Habilidad para formar un equipo consistente.
- 4) Interés en la satisfacción del usuario.
- 5) Habilidad para utilizar los recursos eficientemente.
- 6) Comunicación y habilidades interpersonales, capacidad de negociación.
- 7) Habilidad para delegar responsabilidades.
- 8) Habilidad para determinar propósito y metas del proyecto.
- 9) Habilidad para dirigir el equipo hacia la meta.
- 10) Habilidad para atender detalles, para una efectiva toma de decisiones.
- 11) Habilidad para estructurar y simplificar situaciones.
- 12) Habilidad para identificar las partes en términos del todo.
- 13) Visión clara del propósito y dedicación al objetivo del proyecto.
- 14) Estabilidad, flexibilidad y adaptabilidad.
- 15) Honestidad, veraz y trabajador.

La dirección de la gente, de manera individual y en grupo implica tener en cuenta que las personas aprenden mejor con una efectiva gestión de proyectos, más allá de la aplicación de sus propias experiencias, es eficiente en el hacer porque está motivada. Por lo que se requiere:

- reforzar el compromiso y entusiasmo del grupo,
- procurar la comunicación con cada uno de los miembros del proyecto, identificando la posición de cada persona manteniéndola periódicamente informada,

- procurar acuerdos y costumbres que vitalicen a los miembros del grupo,
- fomentar la toma de riesgos y la creatividad.

Entre las funciones de los responsables de proyectos destacan:

- Desarrollar e implantar planes estratégicos adecuados a la organización y al proyecto para sustentar el avance del mismo, alcance de los objetivos, programación, costos y dificultades en la ejecución.
- Desarrollo de un diseño organizacional para delegar autoridad y responsabilidad al personal involucrado en el proyecto.
- Monitorear el uso de recursos y su reasignación, si se requiere, para alcanzar los objetivos del proyecto, en el tiempo y presupuesto estimados.
- Diseñar y utilizar políticas, procedimientos, esquemas organizacionales y guías para facilitar la gestión del proyecto.
- Proporcionar el personal capacitado para trabajar en el proyecto.
- Promover el desarrollo del sistema de información para respaldar el trabajo de profesionales y demás personal involucrado en el proyecto.
- Procurar una cultura organizacional que promueva la gestión de proyectos.
- Garantizar resultados de calidad y productividad del proyecto.
- Establecer revisiones periódicas, internas y externas, para determinar la eficacia de la gestión del proyecto y verificar su estado de avance.

- Asegurar el uso de conocimientos actualizados y su aplicación en el proyecto.
- Establecer un estilo de liderazgo y seguirlo en el marco de cultura de la organización, para la planeación y ejecución del proyecto.
- Replantear, rediseñar o ajustar, si es necesario los sistemas de administración que apoyan la gestión del proyecto.

CONCLUSIONES

La época actual se caracteriza por el cambio, la complejidad y la competencia, los eventos son nuevos y discontinuos; el futuro, incierto e impredecible, demanda una respuesta rápida. En este contexto, el reto es ser flexible. Flexibilidad para buscar nuevas alternativas, adaptarse a nuevas situaciones y responder a las aceleradas tasas de cambio.

Nuestro país, con una política de liberalismo económico, confía en el libre juego del mercado y los precios relativos. El sector productivo nacional está inmerso en una competencia a todos los niveles. Las unidades productivas están obligadas a buscar mercados, y explotar y desarrollar sus ventajas comparativas para poder sobrevivir.

En este contexto, el conocimiento científico-tecnológico se convierte en una fuente de ventajas estratégicas, no solamente para las empresas, sino también para un país, y con las modalidades recientes de mercados comunes y otras formas de organización, para bloques de países; todo se refleja en la asignación de un valor comercial a la generación y uso de conocimiento.

Destaca el papel de las universidades en el nuevo orden de integración del conocimiento a la revolución económica actual. Las universidades están siendo contempladas en un rol autogenerador: el conocimiento traducido en nuevas tecnologías, de donde emanen probablemente nuevos enfoques para las instituciones educativas, de tal manera que el conocimiento, en su generación y transmisión, no se altere por presiones externas.

El quehacer científico-tecnológico en las universidades responde a las demandas propias de la investigación en instituciones académicas y, al mismo tiempo, a las presiones del contexto económico y social del país, por lo que deben buscarse concertación de intereses y formas de coordinación.

Entre las causas de la insuficiente dinámica en los avances en ciencia y tecnología es que el sistema productivo nacional no aprovecha adecuadamente la infraestructura científico tecnológica existente en el país para generar tecnología, ni para asimilar y adaptar la transferencia de la misma desde el exterior.

Mientras que, por parte de la institución investigadora, se detecta escaso conocimiento del proceso de innovación tecnológica, limitada realización de proyectos interdisciplinarios, carencia de una política institucional que establezca con claridad las reglas para el trabajo tecnológico, falta de recursos financieros y materiales que permitan realizar proyectos para formar paquetes tecnológicos completos, y la inexistencia de sistemas administrativos apropiados para apoyar estas necesidades.

En estas circunstancias, la UNAM está llamada a desempeñar un importante papel debido a la infraestructura y la magnitud de los recursos con que cuenta. En promedio, realiza el 40% de la actividad científica del país, y en algunas áreas hasta un 90%. Actualmente sus investigadores están realizando desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología a través de mecanismos y dependencias específicos.

La gestión de proyectos de I & D es un proceso complejo, en el que intervienen múltiples actores, todos ellos importantes para llegar a los resultados del proyecto. Sin embargo, el investigador es el indicado para planear eficientemente la labor de investigación y desarrollo del proyecto de I & D del cual es responsable.

Los proyectos de I & D carecen de una estructura definida, como ocurre para otro tipo de proyectos, por lo que su gestión debe ser flexible. En estas circunstancias no funcionan las estructuras organizacionales rígidas porque limitan la creatividad de los investigadores del proyecto, al no contar con suficiente libertad para realizar su trabajo.

Las características de los proyectos de I & D requieren que su gestión se realice a partir de planteamientos del enfoque de sistemas, que permitan la aplicación de conceptos para apoyar una adecuada planeación. Se requiere hacer énfasis en teoría y análisis de sistemas, pues sin este tipo de conocimiento y adiestramiento es difícil, dentro de un enfoque informal de gestión de proyectos, obtener resultados satisfactorios. Su desconocimiento coloca al personal de I & D en dependencia de otros decisores dentro de la institución, lo que ocasiona un exceso de esfuerzo en trámites burocráticos o rechazos en los cambios para la ejecución del proyecto.

La planeación de proyectos de I & D debe conjuntar los aspectos técnicos y humanos relativos a su realización, no sólo en lo que corresponde a programar de las actividades, sino también a la implantación y control. Los factores críticos involucrados afectan de manera diferente al proyecto a lo largo de su ciclo de vida y determinan su probabilidad de éxito.

La evaluación del proyecto reduce el nivel de riesgo, pues exige un esfuerzo sistemático para prever y adecuar los cambios potenciales; para lo cual se requiere la definición de ciertos estándares de desempeño de acuerdo con los objetivos, intereses y prioridades de los involucrados, así como la retroalimentación de información y métodos de comparación de lo planeado con lo obtenido.

Los lineamientos presentados en este trabajo constituyen herramientas generales para apoyar al investigador en realizar la gestión de proyectos de I & D, con la pretensión de tener un nivel accesible, para su fácil adecuación a necesidades particulares.

En posteriores estudios sobre el tema sería recomendable desarrollar aspectos relacionados con:

- evaluación de proyectos de I & D,
- innovaciones organizacionales
- lineamientos para la gestión científico-tecnológica en la UNAM.

Entre las innovaciones organizacionales que la UNAM promueve, para vincularse con el sector productivo se encuentra el Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas de la UNAM (SIECYT-UNAM). Para su realización deben considerarse no sólo la planeación, dirección, administración y oferta de servicios, sino también las funciones sustantivas de la Universidad y el rol social que le demanda nuestro país; con un adecuado equilibrio entre las actividades de investigación básica y aplicada, y el espíritu crítico del conocimiento científico frente a las necesidades de vinculación con el sector productivo.

Actualmente se realizan estudios en la UNAM sobre el seguimiento de proyectos de I & D cuyos resultados se han transferidos al sector productivo, analizando el proceso de gestión y los criterios para evaluarlos en términos de éxito o fracaso.

GLOSARIO.

A

acuerdos de asistencia técnica, cubren objetivos contractuales de asesoría técnica, en áreas específicas que tienen generalmente un carácter puntual y esporádico; su finalidad es la ejecución, por parte de la unidad de investigación, de una tarea de investigación y desarrollo a solicitud de un usuario, así como los tipos de transferencia de tecnología acordados.

acuerdos de prestación de servicios, se refieren a la ejecución de tareas que no contienen una transmisión de conocimientos licenciables y que están enfocados a cubrir algunas carencias de infraestructura en el sector productivo, a través del análisis de situaciones concretas.

acuerdo de secrecía, es aquel que considera la conveniencia de mostrar la tecnología antes de establecer un compromiso, donde las partes se comprometen a no utilizar los conocimientos y no divulgarlos.

administración de la configuración, en la que a través de un proceso sistemático para una revisión formal, se aprueban los cambios en la ejecución del proyecto. Durante el proceso de control de los cambios se deben definir el punto de inicio de la programación básica, el tipo de cambio, los contratos y limitaciones necesarias e identificar políticas y procedimientos institucionales.

C

cambio es la transformación de las condiciones de existencia y composición de un sistema, a su funcionamiento y la realización de sus potencialidades de desarrollo.

ciencia es conocimiento racional, sistemático, exacta y verificable (Bunge, 1981).

conceptualización es el planteamiento del problema, a partir de un proceso de diagnóstico que permita hacerlo explícito y definir las causas que lo provocan.

conocimiento fundamental se genera a través de investigación básica, representa un insumo para otras actividades del sistema científico-tecnológico.

control es un proceso dinámico para prever o detectar desviaciones con respecto a un plan, así como prevenirlos o corregirlos sobre una base de continuidad.

CPM (Critical Path Method), es una red construida como una gráfica dirigida, no cíclica, con un nodo fuente u origen y un nodo sumidero o destino. Algunas veces se requiere introducir actividades y nodos falsos. La duración de cada actividad es conocida y está definida por la longitud de los arcos.

D

desarrollo es un proceso en el que el sistema incrementa sus capacidades para satisfacer de manera integral sus necesidades e ideales.

desarrollo tecnológico produce conocimiento listo para poner en práctica, tomando como insumos el conocimiento potencialmente utilizable, la solicitud específica para resolver la problemática planteada y el conocimiento tecnológico previamente generado. El resultado de esta actividad se utiliza en innovacion, que generalmente se encuentra fuera del sistema científico-tecnológico pues utiliza aparte del conocimiento tecnológico, otros insumos de la producción (las capacidades administrativas, capital y trabajo).

descripción del trabajo es un análisis del plan en el que se descompone el problema en subproblemas, a través de un análisis de medios y fines.

diagnóstico, trata de detectar, definir y plantear los problemas que se quieren resolver a través del proceso de gestión.

diagramas lógicos describen el desarrollo del proyecto; permiten mostrar el razonamiento inductivo-deductivo necesario para alcanzar algunos de los objetivos dentro de un intervalo de tiempo específico.

diagrama de etapas indica la secuencia entre las actividades a través de líneas verticales que unen las barras apropiadas, de tal manera que se esquematizan en el diagrama como una familia de árbol horizontal.

Diagrama de Gantt o de eventos se caracteriza al distinguir las actividades clave para el desarrollo del proyecto y sobre éstas su avance.

Diagrama de Planeación de la Investigación, esta técnica se basa en los diagramas lógicos e incorpora nodos de decisión y la incertidumbre asociada no solamente a la ocurrencia de cada actividad, sino a la ruta misma del desarrollo del proyecto, representada por la asignación de probabilidades. La notación para el DPI está basada en los diagramas de flujo de computación. Las actividades se señalan en rectángulos y los criterios de decisión en rombos, a los que se adicionan otros símbolos para dibujar la red y al mismo tiempo indican la dirección de flujo del diagrama.

Diagrama de Barras es probablemente el método más usado para programación y control de proyectos. En realidad es un calendario, en el que se distinguen las actividades individuales en un orden apropiado y con representaciones gráficas del tiempo de realización sobre un eje horizontal graduado. Cada evento se representa por puntos o triángulos.

Diagrama de cascada o slip es un diagrama gráfico que registra también el desarrollo histórico del proyecto, en el que se definen puntos de revisión en la ejecución, su número depende del tipo y tamaño del proyecto, de manera que permitan acciones correctivas sobre las programaciones precedentes, con reestimaciones de tiempo y costo a medida que se reduce la incertidumbre con el acopio de mayor información sobre la factibilidad y el aprendizaje del proyecto.

E

Estado del arte está referido a la descripción y al análisis del conocimiento hasta cierto momento, del saber hacer, el qué, el cómo y el por qué de una porción de la realidad.

Estructura desglosada de tareas es un programa en donde se definen los esfuerzos demandados, la asignación de responsabilidades, el establecimiento de tareas, procedimientos y presupuestos para completar el trabajo. Se construye en niveles; generalmente el primer nivel responde a la autorización y oficialización del trabajo, el segundo a la presupuestación, el tercero a la programación de actividades.

Evaluación estratégica de proyectos tiene por finalidad reducir el nivel de riesgo y exige un esfuerzo sistemático para minimizar o prever los cambios potenciales del proyecto. Dicho esfuerzo demanda la consideración de una serie de criterios de acuerdo a los objetivos, intereses y prioridades de la organización, que garanticen una adecuada probabilidad de éxito del proyecto.

Evaluación ex-ante, en una primera etapa se tiene una evaluación antes de que el proyecto sea ejecutado y puede corresponder al estudio de factibilidad.

Evaluación del desarrollo del proyecto, fundamentada en aspectos inmediatos tales como la calidad del desempeño y el uso eficiente de los recursos. Esta evaluación está estrechamente ligada al proceso de control del proyecto, en donde se han definido previamente los parámetros y estándares de operación para su ejecución.

Evaluación ex-post, relativa a los resultados del proyecto, comparándolos con las expectativas y alcances definidos desde su concepción.

F

factibilidad, considera un análisis de soluciones alternativas y su implantación, cuantificando los requerimientos de recursos y los costos probables asociados, así como las consecuencias de realizar el nuevo proyecto. Su objetivo es proporcionar información sobre los resultados predecibles de un proyecto específico y sus requerimientos generales. Durante este estudio, el usuario está fuertemente involucrado pues proporciona gran parte de la información y puede ser capaz de juzgar el impacto de enfoques alternativos. La solución debe ser operacional, técnica y económicamente favorable.

*fin*es son los propósitos generales que proporcionan un sentido de orientación a las acciones, de tal manera que se hagan explícitos los resultados que se persiguen y la forma en que se intenta lograrlos.

G

GERT (*Graphical Evaluation and Review Techniques*), técnica que adiciona al PERT la incertidumbre en el flujo de la red. Consiste de una red estocástica, integrada por un conjunto de nodos que representan operaciones lógicas y un conjunto de arcos probabilísticos, representando posibles actividades con sus especificaciones de tiempo, costo, etc., que pueden ser establecidas en forma probabilística. Cada nodo tiene entradas y salidas, y se consideran completamente definidos cuando ambas son conocidas. Para describir la relación entre los nodos se utiliza lógica simbólica (y, o-inclusivo, o-exclusivo), así como un símbolo determinístico y uno probabilístico.

gestión es un proceso de cambio controlado, que incluye el caso de no cambio, del sistema conducido según ciertos objetivos, a través de actividades que lo garanticen; es decir, se selecciona y realiza la trayectoria adecuada de cambio.

H

holgura de cada actividad, el tiempo que una actividad puede ser atrasada más allá de su tiempo de inicio más temprano, sin retrasar el proyecto. Por supuesto, no existe holgura para las actividades críticas.

I

implantación es la realización de lo planeado, incluye la preparación de dicha implantación y la ejecución de sus actividades.

información es la especificación del estado a partir de datos disponibles en el momento oportuno, para apoyar la efectividad del proceso de toma de decisiones y planeación.

investigación aplicada, transforma el conocimiento fundamental en conocimiento potencialmente utilizable, junto con problemáticas planteadas al sistema de ciencia y tecnología, conjuntamente con conocimientos generados por actividades previas de investigación aplicada. El conocimiento generado es insumo para las actividades de difusión y desarrollo tecnológico.

investigación básica, tiene por finalidad generar conocimiento fundamental para explicar la realidad.

L

LOB (Line of Balance), técnica usada para balancear líneas de producción y distribución. Muestra el progreso, estado, sincronización e interfazamiento de las actividades interrelacionadas de un proceso de producción o distribución, comparando el estado actual con el desempeño planeado.

M

medios son políticas, programas, procedimiento y prácticas con los que habrán de alcanzarse los objetivos.

metas son objetivos que se desean alcanzar en un tiempo específico dentro del período que abarca el plan.

MRP (Materials Requirements Planning), técnica de análisis de requerimientos de materiales, considera una planeación sistémica de la integración y monitoreo de materiales requeridos, al incluir factores tanto internos al proceso como relativos al entorno.

N

Normas o estándares son parámetros de desempeño individual y de grupo para la realización de actividades.

O

objeto controlable es un sistema formado por subsistemas que, al mismo tiempo, es parte de un suprasistema; además, como se trata de un sistema dinámico en su desarrollo histórico, tiende a aumentar en su complejidad. El supuesto básico para su definición consiste en considerarlo como sistema, con una estructura jerárquica formada por sistemas, ubicados a su vez en sistemas mayores, en cada uno de los cuales pueden distinguirse subsistemas gestores. Es conveniente destacar que el objeto controlable, después de ser conceptualizado y definido, no puede ser analizado directamente sino a través de un modelo, por medio del cual es posible obtener el conocimiento y la información de dicho sistema.

objetivos son resultados que se pretenden alcanzar en la aplicación del proceso de planeación, en un tiempo determinado, derivado de la definición del problema que el proyecto pretende solucionar

organización es el diseño del número y tipo de posiciones correspondientes a las funciones y responsabilidades requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto y de la institución.

P

paquete tecnológico, está integrado por tecnología de producto, equipo, proceso, operación y organización.

PERT (Program Evaluation and Review Technique), es una técnica de redes similar a la CPM. Esta técnica está orientada a los eventos, se recomienda cuando el número de actividades involucradas puede ser programado y coordinado con poca incertidumbre, cuando las tareas son bien conocidas y las metas especificadas, los estándares están determinados, y los procedimientos y estructuras son establecidos.

PERT/COST es una versión de PERT que incluye costos. Los costos se estiman sobre las actividades al nivel más detallado, y agregarse por bloques de actividad.

planeación es el proceso que busca especificar el tipo y la forma de conseguir un cambio, definiendo el objeto controlable y estableciendo los objetivos del proceso de gestión, principios y políticas que les permitan seleccionar acciones, con sus consecuencias, en forma de planes, programas y proyectos para mejorar la transformación de ese objeto controlable bajo ciertos criterios y restricciones.

planeación de proyectos de I & D, incluye: alcances generales del trabajo, requisitos de implantación, objetivos y antecedentes relacionados con el proyecto, referencias a estudios relativos, documentación y especificaciones, documentación de apoyo, recursos requeridos, vínculos con los usuarios, clientes o patrocinadores, documentación y resultados a entregar al finalizar el proyecto, programación de la ejecución, considerando evaluación y control, definición de pruebas y transferencia de resultados.

planeación estratégica es aquella en la que los medios, metas y objetivos se seleccionan a partir de una misión previamente señalada.

planeación normativa es la selección explícita de los medios, metas, objetivos e ideales (misión) del sistema.

planeación operativa es aquella en la que las metas, objetivos y misión del sistema ya están definidos, y solamente se seleccionan los medios para alcanzarlos.

planeación táctica en la que se seleccionan medios y metas considerando los objetivos e ideales (misión) presetables para el sistema.

políticas son una guía estructurada de toma de decisiones y acciones individuales.

prescripción fase de la planeación en la que se trata de dar solución al problema planteado al analizar distintas alternativas factibles para lograr un estado deseado.

presupuesto es la previsión de gastos requeridos para lograr los objetivos, derivada de los requerimientos de recursos para realizar las actividades programadas.

priorización de proyectos de I & D es una jerarquización como resultado del encuentro de distintos intereses, que provoca diferentes consideraciones para un mismo proyecto, en correspondencia con los distintos niveles de decisión en la dependencia y la institución.

procedimientos son métodos y técnicas para llevar a cabo las políticas.

programación es la asignación de fechas a las actividades definidas para alcanzar las metas y los objetivos.

programación de actividades define fecha de inicio y de terminación, eventos relevantes, levantamiento de datos y documentación su objetivo es usualmente, coordinar las actividades para realizar el proyecto con el mejor tiempo, menor costo, mínimo riesgo y niveles de calidad adecuados.

pronóstico es la estimación de las situaciones que pueden generarse en un horizonte de tiempo, que afectan al proyecto. Debe ser considerado en el proceso de planeación. No es fácil de realizar, especialmente si se quiere predecir reacciones del medio, más aún al considerar horizontes a largo plazo.

proyecto de I & D se puede definir como la secuencia de actividades orientadas a la generación de innovación tecnológica, sea de proceso, equipo, producto, operación y organización.

R

red es un conjunto de nodos y arcos conectados. Cada nodo representa un evento y los arcos las actividades del proyecto, que están interrelacionadas para ser ejecutadas en un orden preestablecido a fin de alcanzar una meta particular en un tiempo determinado.

ruta crítica se define como la ruta más larga desde el nodo fuente al nodo sumidero en la red y determina la duración del proyecto.

S

sistema es la interrelación con un propósito de cierto número de entes llamadas elementos de ese sistema y las relaciones particulares que se establecen entre sus elementos, las cuales se estructuran con un patrón determinado.

sistema científico-tecnológico tiene como objetivo generar y transformar conocimiento. Dicho conocimiento se clasifica en conocimiento fundamental, aplicado y tecnología; su generación lleva asociadas las actividades de investigación básica, aplicada, desarrollo tecnológico, y otras de apoyo.

sistema cultural tiene como objetivo mantener la estabilidad de una nación y legitimar las acciones dentro de ésta, es un regulador implícito

sistema demográfico, proporciona los recursos humanos que constituyen un insumo para el sistema educativo, generando también el potencial de consumo en la nación, mismos que absorberán los productos de los sistemas económico, científico-tecnológico y educativo.

sistema educativo prepara y capacita recursos humanos para el país.

sistema económico-productivo, produce bienes y servicios, incluidos recursos financieros.

sistema físico-ecológico suministra los recursos naturales.

sistema gestor es un agente de cambio dentro del sistema bajo estudio, orientando el desarrollo de la totalidad del sistema.

sistema gestor es un agente de cambio dentro del sistema bajo estudio, orientando el desarrollo de la totalidad del sistema.

sistema político regula la nación a través de reglas e instrumentos, provee servicios, fija objetivos y prioridades expresándolos en planes y programas de acción, es un regulador explícito.

T

tecnología es el conjunto de conocimientos ordenados que hacen posible la solución de un problema productivo, en forma pertinente y económica.

V

variables críticas son las que requieren control durante la realización del proyecto, tales como: recursos humanos, materiales y financieros; tiempo, riesgo e incertidumbre; calidad de los resultados y satisfacción de las partes; impacto del proyecto, etc.

VERT (*Venture Evaluation and Review Technique*) es una versión ampliada del GERT, que incluye parámetros de ejecución, de tiempo y de costo; estableciéndose una relación matemática entre los tres junto con la asignación de probabilidades. Contiene dos tipos de nodos lógicos: uno que divide operaciones de entrada y salida, y otro más especializado que unifica simultáneamente las operaciones de entrada y salida. Existen cuatro tipos de entradas lógicas y seis tipos de salidas para distribuir el flujo de la red.

Bibliografía

Alonso Concheiro, A., "Capacidad Tecnológica y Porvenir de México", Comercio Exterior, Vol. 37, No. 12, Dic. 1987, México.

Anklesaria, K.Y. Drezner, Z. "A Multivariate Approach to Estimating the Completion Time for PERT Networks", Journal of the Operational Research Society, vol. 37, No. 8 1986.

Ayers, Thomas F. "The Management of Technological Risk", Research Management, November 1977.

Baillie, Allan S. "Management of Risk and Uncertainty", Research Management, March 1980.

Bobrowski, T. "A Basic Philosophy of Project Management", Journal of Systems Management, May 1974.

Beck, J.R. "Time Management", Project Management, vol. 17, No. 3, Aug. 1986.

Bodek, N. "Management for Quality Improvement", Shigera Mizumo, Productivity Press.

Burt, J.M. "Planning and Dynamic Control of Projects under Uncertainty", Management Science, vol. 24, No. 3 Nov. 1977.

Cleland, D. "Project Owners: Beware", Project Management Journal, vol. 17 No. 5, December 1986.

Costello, D. "A Practical Approach to R&D Project Selection", Technological Forecasting and Social Change 23, 1983.

CONACYT, "Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 1984-1988", Poder Ejecutivo Federal, México 1984.

Danila, N. "Strategic Evaluation and Selection of R&D Projects", R&D Management 19, 1, 1989.

Davies, D.G.S. "Research Planning Diagrams", R & D Management Vol. 1, No. 1, 1970.

Dean, B.S. y Chaudhuri, A. "Project Scheduling: A critical Review" TIMS Studies in the Management Sciences 15, 1980.

Dean, B.S. "Projects Management: Methods and Studies", Elsevier Science Publishers, North Holland, 1985.

Digman, L.A. and Green, G.I. "A Framework for Evaluating Network Planning and Control Techniques", Research Management, January 1981.

Domenge Muñoz "Aplicación del Diagrama de Planeación de la Investigación del Proyecto de Extracción de Colorantes de Betabel", CIT-PROTEC, 1988. (manuscrito).

Drucker Colín, R. "El CONACyT ¿Para qué?", La Jornada, 4 de Noviembre de 1989.

Dunne, E. "How Six Management Techniques are Used", Research Management, March/April 1983.

During, W.E. "Project Management and Management of Innovation in Small Industrial Firms", Technovation, Vol. 4, No. 4, 1986.

Ettinger y Frank, G. "A Probability Approach for the Optimization of the PERT Network and Investments in Rand Projects", IEEE Transactions on Engineering Management, vol. EM-28, No. 2, May 1981.

Fay, C.R., "Project Management for Pilot Plant Control System", Chemical Engineers Progress. Dec. 1986.

Funes R, G., "Tecnología y Comercio Exterior", Comercio Exterior, Vol. 37, No. 12, Dic. 1987, México.

Georgas, P.G. & Vallance, G.V., "Cost Management", Project Management Journal. Vol. 17, No.3, Aug. 1986.

Gobeli, D & Larson, E. "Relative Effectiveness of Different Project Structures", Vol. XVII, No.2, June 1987.

Goodman, L.J. y Love, R.N. "Project Planning and Management", Pergamon Press, USA 1980.

Golenko-Ginzburg, D, "On the Distribution of Activity Time in PERT", Journal of the operational Research Society, Vol. 39, No. 8, 1988.

Gray, Clifford "Essentials of Project Management", Oregon State University, Petrocelli Book 1981, USA.

Graves, S.B, "Why Cost Increase when Project Accelerate" Research Technology Management, March-April 1989.

Gupta, Raj & Wilemon: "Managing the R & D - Marketing Interface", Research Management, March-April 1987.

Gutierrez R, "Los Fundamentos Teóricos y el Entorno Económico de los Proyectos Mundiales de Reconversión Industrial", Foro de Convergencia Latinoamericana, Economía de América Latina, No. 16, Centro de Investigación y Docencia Económicas, México 1988.

Hed, Suen R, "Manual de Planificación y Control de Proyectos" Suen R. Hed, 1981.

Higgins and Watts "Some Perspective on the Use of Management Science Techniques in R & D Management" R & D Management, Vol. 16, No. 4, 1986.

Hodara, J., "Políticas para la Ciencia y la Tecnología", Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas, UNAM, México 1986.

Holton, J.B y Reed, T. "The Time-phased Grid Technique" Journal Systems Management, April 1974.

Jackson, B. "Decision Methods. for Evaluating R & D Projects", Research Management, July-Aug. 1983.

Jiménez, J. y Escalante, J., "J.D. Bernal in Latin American Perspective: Science and Development?", Science Studies, Vol. 3, No. 1, pp. 59-66, Finland 1990.

Jiménez, J., Hunya, P., Bayona, M., Halasz, A., "The S & T Potential of Mexico and Hungary", Scientometrics, Vol. 14, Nos. 1-2, pp. 17-41, 1988.

Jin, Xiao-Yin, "R & D Project Selection and Evaluation: A Microcomputer Based Approach", R & D Management, 17, 4, 1987.

Kaplan, M., "Sociedad, Política y Planificación en América Latina", UNAM, México 1985.

- "Ciencia, Sociedad y Desarrollo", UNAM, México 1987.

Kliem, R. "Why Project Managers fail". Machine Design, July 1987.

Kerzner, E. "Project Management" Van Nostrand Reinhold, 1989.

Kliem, Ralph "The Secrets of Successful Project Management", Jhon Wiley & Sons, Inc. 1986, USA.

Krawiec, F, "Evaluating and Selecting Research Projets by Scoring", Research Management, March-April 1984.

Kroonenberg, H. H. van den, "Getting a Quicker Pay-off from R&D", Long Range Planning, Vol. 22, No. 5, pp. 51-58, 1989, Great Britain.

Lackman, M "Controlling the Project Development Cycle", Journal of Systems Management, Feb 1987.

Lagunas S, M. "Sistema de Planeación y Control de Proyectos", Boletín IIE, Marzo/Abril 1987.

Liberatore M. y Titus G. "Managing Industrial R & D Projects: Current Practice and Future Directions", SRA Journal, Summer 1986.

Lomnitz, L., León Manriquez, D., Díaz Cruz, R.; "Del Laboratorio Universitario al Taller Industrial", Ciencia y Desarrollo, Mayo-junio 1988, No. 80, Año XIV, México.

Lovelace, Robert. " R & D Planning Techniques", R & D Management 17, 4, 1987.

María y Campos M. de, "México Frente a los Retos de la Nueva Revolución Tecnológica", Comercio Exterior, Vol. 38, No. 12, Dic. 1988, pp. 1084-1094, México.

Marin, Trumbly "A Project Accountability Chant" Engineering Management Review, Dec. 1987, Vol. 15, No. 4

Martínez S.A. "R & D Project Selection Strategy: an Empirical Study in Spain", R & D Management, 19, 1, 1989.

Malheiros de Oliviera & Gueler T. "Un Sistema Centralizado para Acompanhamento e Controle Operacional de Atividade de Projeto" Revista de Administracao, Vol. 19 (1), Janeiro, mar 1984.

Mehrez, A., "Selecting R & D Projets: a Case Study of the Expected Utility Approach", Technovation, 8, 1988.

Molieri, J.T., "Management Control and Monitoring Techniques", IEEE Transaction on Engineering Management, June 1963.

Moore, L.J. & Taylor, B.W. "Multiteam, Multiproject Research and Development Planning wiht Gert", Management Science, Vol. 24 No. 4, Dec. 1977.

Moreira, F.L., "CPM-Método do Caminho Crítico", Engenheiro Moderno, Nov. 1966.

Musalem L. O., "Innovación Tecnológica y Parques Científicos", Ensayos sobre Ciencia y Tecnología, Nacional Financiera, S.N.C. México 1989.

Myers, D.D., Seyer Koen, M., "Incubators and Higher Education?", Industry & Higher Education, Sept. 1988.

Negroe P. G., "Papel de la Planeación en el Proceso de Conducción", DEPFI, UNAM, 1981.

O'Keefe, W.M. "Factors Which Contribute to Project Management Difficulties in Brazilian Industrial Research Institutes", Interciencia, Vol. 4, No. 2, March/april 1979.

Otero, G., "Ciencia, Nuevas Tecnologías y Universidades", Ciencia y Desarrollo, Vol. XV, No. 87, Julio-Agosto 1989, México.

Pearson, A.W., "Planning and Control of Research and Development", Handbook of Financial Planning and Control, Gower Publishing, Co. Ltd. 1981.

- , "Planning and Monitoring in Research and Development", R & D Management 13, 2, 1983.

- & Davies, G.B., "Leadership Styles and Planning and Monitoring Techniques in R & D", R & D Management 11, 3, 1981.

Pérez Lizaur, M., Castaños A, Esteva J. A., "Articulación Tecnológica y Productiva", UNAM, 1989, México.

Pérez Tamayo, R., "México no es EU", La Jornada, 4 de Noviembre de 1989, México.

Pedro Coco, A., "Planejamento e Controle da Atividade De P & D, Una Proposta de Modelo", VIII Sinposio Nacional de Pesquisa em Administracao de Ciencia e Tecnologia, S o Paulo, 1983.

Posner, B. Z. "What it Takes to Be a Good Project Manager", Project Management Journal, vol. XVIII, No. 1, March 1987.

Prostick, J.M., "Network Integration", IEEE Transaction on Engineering Management, June 1963.

Randolph, W.A., "What Every Manager Needsss to Know about Project Management", Sloan Management Review, Summer 1988.

Reséndiz N, D., "Una Visión Prospectiva del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología", Ciencia y Desarrollo, No. 58, Año X.

- "Transferencia y Generación de Tecnología en el Desarrollo de México a Largo Plazo", Comercio Exterior, Vol. 37, No. 12, Dic. 1987, México.

- "Tecnología Bajo Ruedas", Nexos 133, Enero de 1989.

Ritchie, E. "Planning and Control of R & D Activities" Operational Research Quartely Vol. 23, No. 4.

Rubenstein A & Schrder H; "Managerial Differences in Assessing Probabilities of Technical Sucess for R & D Project", Management Science, Vol. 24, No. 2, october 1977.

Sagasti, F., "La política Científica y Tecnológica en América Latina. Un Estudio del Enfoque de Sistemas.", Jornadas 1981.

- " Crisis y Desafío: Ciencia y Tecnología en el Futuro de América Latina", Comercio Exterior, Vol. 38, No. 12, Dic. 1988, pp. 1107-1110, México.

- y Cook, C., "La Ciencia y la Tecnología en América Latina durante el Decenio de los Ochenta", Comercio Exterio, Vol. 37, No. 12, Dic. 1987, México.

Saldaña, J. J., Medina P., "La Ciencia en México (1983-1988)", Comercio Exterior, Vol. 38, No. 12, Diciembre 1988, pp. 1111-1121, México.

Sbraogia, R., "Avaliacao do Desempenho de Projetos em Instituico es de Pesquisa: um Estudo Empírico dentro do Sector de Tecnologia Industrial", Revista de Administracao, Vol. 19 No.1, Mar 1984.

Schrder, H., "The quality of Subjective Probabilities of Technical Sucess in R&D", R&D Management 6, 1, 1975.

Sculli, D., "The Completion Time of PERT Networks", Journal of the Operational Research Society, Vol. 34, No. 2, 1983.

Segal, A., "De la Transferencia de Tecnología a la Institucionalización de la Ciencia y la Tecnología", Comercio Exterior, Vol. 37, No. 12, Dic. 1987, México.

Sievert, R.W., "Communication: An important Construction Tool", Project Management Journal, Dec. 1986.

Sinuary. Stern & Mehrez, A; "Discrete Multiattribute Utility Approach to Project Selection", Journal of the Operational Research Society, Vol. 38, No.12, 1987.

Souder, William, "Experiences With R & D Project Control Model", IEEE Transaction on Engineering Management, Vol. EM-15 No, 1, March 1968.

SPP, "Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica: 1990-1994", CONACyT, México 1990.

Stone, R., "Management of Engineering Projects", MacMillan Education, London 1988.

Suran, J., "R & D Management: An operational View", IEEE Transactions On Engineering Management, March 1965.

Tadisina, S. "Support System for the Termination Decision in R & D Management", Project Management Journal, December 1986.

Thomas A.B., "Does Leadership Make a Difference to Organizational Performance", Administrative Science Quarterly, 33, 1988.

Tymon W.G. & Lovelace, R F. "A Taxonomy of R & D control models and Variables affecting their use", R & D Management 16, 3, 1986.

UNAM, "Institutos y Centros de Investigación Científica", Coordinación de la Investigación Científica, 1888.

- "Cuadernos del Congreso Universitario", Tema V, No. 16, al 18, UNAM, México 1990.

- "Proyecto: Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas de la UNAM (SIECYT-UNAM)", Consejo Técnico de la Investigación Científica, Documento Interno, Septiembre 1990.

Vasconcellos, E. y Huguene Ricco, "Acompanhamento de Projetos de P & D em Empresas Industriais de Informatica: Problemas e Sugestoes", Revista de Administracao, Vol. 21 No. 2, Abril-Junho 1986.

Wall, W. Jr., "Ten Proverbs for Project Control " Research Management, March 1982.

Wiest J.D. "Project Network Models, Past, Present, and Future", Project Management Quarterly, 8;4, 1977.