

00681 1
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN ADMINISTRACION (ORGANIZACIONES)

ESQUEMA SISTEMICO DE PLANEACION
DE ESCENARIOS TECNOLOGICOS
EN SITUACION DE COMPETENCIA:
UNA APLICACION EN EL SECTOR
MANUFACTURERO EN MEXICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS DOCTORAL
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN ADMINISTRACION (ORGANIZACIONES)
PRESENTA

ROGERIO DOMENGE MUÑOZ

ANTE EL JURADO EXAMINADOR DE LA F.C.A. DE LA U.N.A.M.

DIRECTOR DE TESIS: DR. ANTONIO LAGANA BAGNATO

1992



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.

ESQUEMA SISTEMICO DE PLANEACION
DE ESCENARIOS TECNOLOGICOS
EN SITUACION DE COMPETENCIA:
UNA APLICACION EN EL SECTOR
MANUFACTURERO EN MEXICO

I N D I C E

Introducción	1
Capítulo I: Marco Teórico y Metodología	26
I.1 Planeación y Toma de Decisiones: Aspectos Generales	28
I.2 Métodos Utilizados en el Proceso de Planeación.	47
I.2.1 Métodos Formales de Planeación	49
I.2.1.1 La Ciencia de Sistemas	49
I.2.1.2 Modelaje	72
I.2.2 Métodos Informales de Planeación	90
Capítulo II: Planteamientos Significativos Relacionados con la Presente Investigación	94
II.1 Organización y Competitividad.	96
II.2 Productividad.	112
II.2.1 Definición de Productividad	113
II.2.2 Elementos Modificadores de la Productividad	117
II.2.3 Medición de la Productividad.	120

II.3 Ciencia, Tecnología e Investigación.	125
II.4 Planeación Sobre Aspectos	
Científico-Tecnológicos	142
II.4.1 Conceptualizaciones del Sistema	
de Ciencia y Tecnología	142
II.4.2 Planeación del Sistema	
Científico-Tecnológico	151
II.4.3 Técnicas Utilizadas en la Planeación	
del sistema C&T	160
Capítulo III: Conceptualización de la Estructura	
de Planeación de Escenarios Tecnológicos	
en Situación de Competencia (CEPET).	173
III.1 Estructura del Proceso de Planeación	175
III.1.1 Conceptualización del Problema	177
III.1.2 Determinación y Evaluación	
de Futuros Factibles	179
III.1.3 Determinación de Objetivos.	179
III.2 Especificación del Fenómeno de Estudio	180
III.2.1 Enfoque por Composición	183
III.2.2 Enfoque por Descomposición.	186
III.3 Formulación del Modelo Estructural	197

Capítulo IV: Aplicación: Sector Manufacturero Mexicano.	204
IV.1 Operacionalización y Determinación de Formas	
Funcionales del Modelo de la CEPET	207
IV.1.1 Planteamiento por Descomposición	207
IV.1.2 Planteamiento por Composición.	219
IV.2 Base de Datos y Especificación del Modelo.	220
IV.2.1 Relación inversión-productividad.	222
IV.2.2 Funciones de inversión	229
IV.2.3 Relación productividad-participación	
de mercado	233
IV.3 Simulación y Análisis de Escenarios	234
IV.3.1 Escenario Tendencial	238
IV.3.2 Prospectiva.	243
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.	254
Anexo I.	259
Anexo II	268
Anexo III	270
Referencias.	279

INTRODUCCION

A lo largo de la historia humana, han sido utilizados diferentes medios para poder llevar a cabo el proceso de elaboración de los satisfactores, que los integrantes de las diferentes sociedades han demandado. Estos medios han ido evolucionando conforme se han desarrollado las sociedades, y este desarrollo ha tenido un doble papel. Por una parte ha sido una de sus múltiples causas y por otra, uno de sus efectos, que conforma, junto con otros, el estado de la sociedad resultante a cada momento.

El elemento fundamental que sostiene la actividad misma de elaboración de satisfactores es la capacidad (conocimiento y habilidad) que se tenga, a cada momento, para identificar demandas potenciales o necesidades insatisfechas convenientemente en una o varias sociedades; la invención o creación de un determinado producto que satisfaga dicha necesidad; y la toma de decisiones relacionada con su proceso de elaboración, es decir, desde el diseño del producto, y la selección o desarrollo de las materias primas para su elaboración, hasta el diseño y control del proceso mismo de producción o transformación de dichas materias primas a producto final. Con el objetivo de avanzar o desarrollar esta capacidad, constituida principalmente por incrementos de conocimientos (educación en general, desarrollo en ciencia y en

tecnología, etc.), y desarrollo de habilidades en la toma de decisiones (incluyendo todas las ramas del conocimiento que se le relacionen), ha sido necesario destinar recursos, tanto a nivel macroeconómico como a nivel microeconómico, en cada una de las sociedades y organizaciones que conforman la raza humana.

Los países más avanzados han reconocido, desde hace ya bastante tiempo, la importancia tanto de la ciencia y la tecnología, como de la educación en general en su desarrollo social y económico, lo cual los ha llevado a incrementar sus inversiones en estos rubros, buscando el desarrollo del nivel de educación de sus integrantes, y logrando tener personal especializado tanto en las áreas de ciencia y tecnología, como en las administrativas.

De hecho, como dice Druker¹, "...no existen países desarrollados y países subdesarrollados, sino simplemente países que saben administrar la tecnología existente y sus recursos disponibles y potenciales, y países que todavía no lo saben. En otros términos, lo que existe son países administrados y países

¹en Chiavenato (1987), p.6.

subadministrados...". A lo anterior habría que añadir que no resulta necesario solamente el saber administrar la tecnología existente, sino que cada vez resulta más necesario el que cada sistema social tenga un capital de conocimiento tecnológico y científico, con el fin de que puede aportar conocimientos y nuevas y más adecuadas tecnologías, que le permitan realizar en forma más eficiente los procesos de transformación que lo conforman.

Sin embargo, cabe la pregunta: ¿ por qué resulta cada vez más necesario el eficientar los procesos de transformación en una sociedad?. Para contestar esta pregunta resulta indispensable tocar cuatro puntos básicos:

a. Todas las sociedades humanas viven en el mundo, en el planeta tierra, un planeta finito en cuanto a sus recursos, y con tendencias cada vez más aceleradas al crecimiento de la demanda de satisfactores, debido principalmente a incrementos en la población y en la sofisticación de las sociedades, lo cual hace que dichos recursos sean cada vez más escasos absoluta y relativamente.

b. Los sistemas de transformación entradas-salidas, que logran

producir satisfactores mediante la utilización de una gran variedad de conocimientos, habilidades y procesos, tienden a realizar sus funciones de la manera más eficiente posible, ya que se encuentran imbuidos en un macrosistema de competencia, de corto y de largo plazo, que los fuerza, si quieren participar, a mantener una posición estratégica conveniente. Dicha participación se busca generalmente debido a los beneficios que se obtienen de ella. A aquellos sistemas de transformación menos eficientes, les saldrá más "caro", en términos no solo monetarios, sino humanos, materiales, y de tiempo, el logro del satisfactor, lo cual tarde o temprano tendrá repercusiones negativas en su nivel de competitividad, incluyendo la pérdida de la capacidad de decisión propia. En este punto resulta importante el tema de la tecnología adecuada al sistema de transformación, en función de su cultura, de sus demandas, de su disponibilidad y composición de sus insumos, etc.

c. Existe una característica innata en el ser humano, la cual se relaciona con la búsqueda de satisfacción y beneficio en el proceso de utilización de sus capacidades mentales o intelectuales, y no tanto en la utilización de sus capacidades físicas o de fuerza bruta, es decir, la característica

fundamental que distingue al ser humano de los animales. Esta característica contribuye a la búsqueda de la eficiencia en los procesos de transformación.

d. Además de la búsqueda de beneficios materiales y/o de satisfacciones del ego, se encuentra "...el estatuto ontológico del hombre, que le incita a superarse entitativamente, en todos los aspectos, y no solo en el material..."².

AÑO	FRANCIA	RFA	JAPON	REINO UNIDO	ESTADOS UNIDOS
1981	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4
1982	2.1	2.5	2.5	nd	2.5
1983	2.2	2.5	2.6	2.2	2.6
1984	2.2	2.5	2.6	nd	2.7
1985	2.3	2.7	2.8	2.2	2.8
1986	2.4	2.7	nd	nd	2.9
1987	nd	nd	nd	nd	2.9

Cuadro 1.

Gasto en I&D de Países más Industrializados.

(porcentaje del PIB)

nd : no disponible.

Fuente: Correa (1989), p.141.

A nivel país, tomándolo como un sistema de transformación entradas-salidas, y con la finalidad de ubicar el esfuerzo que algunos países realizan para incrementar su capital de conocimientos, mediante inversiones en investigación y desarrollo, y en ciencia y tecnología, en los cuadros uno y dos

²Llano (1982), p.141.

se presentan algunas cifras que permiten realizar comparaciones.

En el cuadro uno se puede observar la tendencia incremental que algunos países han tenido en la década de los ochenta en el rubro de I&D. "Dicha expansión refleja la importancia que la ciencia y la tecnología han adquirido en la economía moderna, y en particular como herramienta competitiva".³

Las cifras que se presentan en el cuadro dos muestran la proporción tan baja de recursos, que en México se dirigen a la ciencia y la tecnología. Esta inversión representa un porcentaje muy bajo en relación al PIB, pero comparándolo con países que gozan de un PIB mayor, y que dedican porcentajes mucho mayores, la situación se vuelve crítica.

AÑO	% GNCC/PIB	AÑO	% GNCC/PIB
1971	0.39	1980	0.47
1972	0.44	1981	0.58
1973	0.46	1982	0.50
1974	0.45	1983	0.35
1975	0.39	1984	0.55
1976	0.39	1985	0.43
1977	0.38	1986	0.32
1978	0.45	1987	0.20
1979	0.47		

Cuadro 2. Gasto en Actividades Científico-Tecnológicas en México como porcentaje del PIB.
GNCC: Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología.

Fuente: calculado a partir de Bueno (1988).

³Correa (1989), p.141.

Del 95% al 97% de los gastos dedicados a la I&D en el mundo corresponde a países desarrollados⁴. Estados Unidos disminuyó su participación en el gasto mundial de I&D de 69% a 55% en 1965 a 1985, manteniendo todavía su primer lugar en cuanto al monto de inversión global en I&D⁵. El 1% de la capacidad mundial en I&D, corresponde a América Latina (1% atomizado), y que empieza a rezagarse respecto a otras regiones del tercer mundo⁶. Se estima⁷ en 0.55%, el porcentaje del PIB que América Latina gastará en I&D para el año 2000. Para la misma época, se estima⁸ en 3% la participación en el PIB de la inversión en I&D, para Estados Unidos, Japón y la República Federal Alemana.

En el mundo actual, caracterizado por un acelerado cambio tecnológico y una creciente internacionalización de la inversión, la producción y los servicios, se están dando modificaciones en la distribución de países líderes tanto en

⁴James (1988), p.1096.

⁵Correa (1989), p.1066.

⁶Waissbluth (1986).

⁷Sagasti (1988).

⁸Correa (1989), p.1066.

aspectos económicos como tecnológicos⁹. Un ejemplo notorio es el caso de Estado Unidos, líder tecnológico, el cual ha disminuido su participación mundial en la inversión en Ciencia y Tecnología en los últimos años, como arriba se comenta, lo cual puede ser una de las causas por las cuales "esta permitiendo" a Japón tomar la delantera en la introducción al mercado de nuevos productos y procesos, eliminando la idea de país imitador¹⁰.

Ha habido una gran cantidad de investigación¹¹ relacionada con las causas de la disminución de la productividad en Estados Unidos, ocurrida a partir de los inicios de la década pasada, existiendo cierto consenso en que la inversión en I&D juega un papel fundamental en dicha disminución, y pareciendo ser que "su capacidad instalada para realizar I&D ha sido insuficiente o inadecuada para resistir la competencia extranjera, e inclusive, se plantea la idea de que sus proyectos de I&D, cuyos costos absorbe en parte el presupuesto de EEUU, con la

⁹de María y Campos (1988), p.1086.

¹⁰Ibid., p.1086.

¹¹Por ejemplo McConnell (1979); Griliches (1980); Griliches & Mairesse (1983); Fischer (1988); Jorgenson (1988); Griliches (1988).

esperanza de incrementar su productividad, a la larga sirven para incrementar también la de otros países, incluyendo la de sus competidores"¹². Lo anterior nos lleva al concepto de apropiación de la renta tecnológica, que más adelante se comenta.

A nivel micro, es decir a nivel empresa del sector privado en México, se destinan cantidades sumamente pequeñas a la I&D, comparándolas con las inversiones que se llevan a cabo en otros países¹³, tanto para productos, como para los procesos de transformación. En 1978¹⁴, el sector público mexicano realizó el 61.6% de la investigación y desarrollo hecha en México, las universidades el 24.7%, el sector privado el 8.5% y otros el 5.2%. En otros países de América Latina, la proporción es semejante: en 1978, el sector privado en Chile realizó el 20.3% de la I&D, en Colombia el 13%, en Ecuador el 22%, en Perú el 0.1% en Costa Rica el 9.6%. Lo anterior repercute en las razones de eficiencia tanto a nivel micro, como a nivel

¹²Correa (1989), p.1066.

¹³En Japón, la I&D se financia en un 98% con los fondos de empresas privadas. En Estados Unidos representan alrededor de dos tercios. Correa (1989), p.1066.

¹⁴Sagasti, et.al. (1984).

sociedad, debido a que el nivel macro es una agregación de los niveles organizacionales.

El porcentaje de investigaciones realizadas por empresas privadas, en relación al total de proyectos de investigación, disminuyó de 3.6% en 1974, a 0.3% en 1984, es decir, un decremento¹⁵ de más de 90%. El resto de los proyectos de investigación las realizan la administración pública, paraestatal, estatal, centros de enseñanza superior públicos y privados y organismos no lucrativos y extranjeros, en áreas agropecuarias, médicas, sociales, humanidades e ingenierías¹⁶.

GIRO	I&D / VENTAS
ELECTRONICA	8.8%
COSMETICOS	3.5%
QUIMICA	5.8%
MAQUINARIA	3.5%

Cuadro 3.
Inversión en I&D como proporción de ventas.
Fuente: Grosse & Kajawa (1988), p.26.

En el cuadro tres se presentan algunas cifras que ilustran el nivel de recursos que se destinan en Estados Unidos a la I&D.

¹⁵Lo cual contrasta con los incrementos que se han dado en los países más desarrollados. Por ejemplo, entre 1981 y 1986, la inversión privada en I&D en Estados Unidos y en Japón se incrementó en 10%; en la RFA en 7.6%. Correa (1989), p.1066.

¹⁶Saldaña y Peña (1988), p.1115.

Las cifras corresponden a los porcentajes promedio por sector, en relación a las ventas, para las principales empresas multinacionales norteamericanas en el año 1982. La figura se basa en las empresas de más éxito de 1961 a 1980. El promedio en el total de empresas industriales en Estados Unidos es de 2.1%.

Sin embargo, un sistema de transformación puede utilizar tecnología que no haya desarrollado él mismo, sino que la haya adquirido. Lo anterior se basa fundamentalmente en la idea de que los proyectos de I&D se realizan principalmente por su rentabilidad a futuro, por los beneficios que traerá al que la desarrolle, y que sepa y tenga la habilidad de apropiarse de su renta. Resulta indispensable que los proyectos relacionados con el desarrollo de tecnología se consideren como proyectos de inversión, con su propias características de beneficios, de riesgos, y de tiempos (largo plazo generalmente), pero además, que los tomadores de decisiones reconozcan que dichos proyectos son indispensables para la supervivencia de su sistema productivo, en un entorno tan competitivo y dinámico como el que presentan tanto las empresas, como los países entre sí.

Si se considera que la tecnología es fruto de proyectos de

inversión, y que dichos proyectos buscan principalmente un beneficio económico¹⁷, logrado a través de posiciones estratégicas en el sistema competitivo correspondiente, es posible pensar que el mercado de tecnología, a nivel mundial, tiene una doble cara. Por una parte los países o empresas que desarrollan tecnología buscan obtener el máximo de beneficios de sus proyectos, lo cual los lleva a evaluar la conveniencia tanto económica como estratégica de su venta. Por otro lado, los compradores buscan tecnologías ya hechas y probadas, ahorrándose tiempos, costos y riesgos innerentes a su desarrollo. Sin embargo, la falta de capacidad del comprador de tecnología para seleccionar la adecuada a sus necesidades, e incluso para negociar su compra, puede ser un serio obstáculo para que logre sus objetivos.

El sistema de la propiedad intelectual¹⁸ permite que los desarrolladores de tecnología tengan la capacidad de apropiarse de los beneficios derivados de sus correspondientes proyectos. Los altos niveles de competitividad actuales, han incrementado

¹⁷Lo cual repercute en el bienestar en el sistema.

¹⁸El cual incluye aspectos como patentes, marcas, derechos de autor, secretos comerciales, contratos tecnológicos, etc.

las dificultades para apropiarse de los resultados de la I&D¹⁹. El acceso al conocimiento científico determina en muchos casos, el principal elemento que permite estar en la frontera competitiva. Tal es el caso de la informática, la microelectrónica, la biotecnología y los nuevos materiales²⁰. Lo anterior ha estimulado la investigación básica en diferentes países, e incluso en algunos de ellos, como en Estados Unidos, se ha restringido la participación en proyectos financiados por el gobierno, a ciertas personas o empresas²¹.

El reto para México es doble²²: "...a. Recuperar el crecimiento sostenido y los niveles de producción, inversión y generación de empleos en una marca de aspiraciones sociales y políticas crecientes en materia de equidad social, participación democrática y descentralización de la vida nacional, y b. Efectuar el cambio estructural y la modernización de la economía a partir, sobre todo, de recursos y esfuerzos propios, en un ámbito internacional muy dinámico, cada vez más

¹⁹Correa (1989), p.1069.

²⁰Ibid.

²¹Ibid.

²²de María y Campos (1988), p.1089.

proteccionista y más interdependiente...". Sin embargo, atrás de las actividades que conducen al crecimiento y desarrollo económico, se encuentra el incremento en la productividad social, en sentido amplio, y en particular en el trabajo, logrado fundamentalmente, a partir de la formación humana a todos niveles, la inversión en maquinaria y equipo, el cambio tecnológico, y mediante la tendencia a la optimización en la organización de la producción.

El apoyo al desarrollo humano es el otro elemento crítico que conforma el capital de conocimiento en un sistema de transformación. Una de las formas que miden el esfuerzo que se realiza en un sistema, en apoyo al desarrollo humano, es la proporción de recursos financieros que se destinan a este rubro, en relación a su producto total. En el cuadro cuatro se muestran algunas cifras que reflejan dicho esfuerzo, comparando el de México con el de algunos países.

El esfuerzo que México realizó en 1983, apoyando con fondos públicos a su educación, fué solamente de 2.8% respecto al PIB (2.4% promedio de 1960 a 1985, y 2.6% en 1987). Lo anterior representa un porcentaje muy bajo si se compara con otros países (cuadro cuatro). Dicho porcentaje solamente se encuentra

por arriba de algunos países africanos y asiáticos, y algunos sudamericanos como Paraguay (1.6% en 1984) y Uruguay (2.4% en 1984).

PAIS	AÑO	% (PEE/PIB)	RELATIVO A MEXICO
MEXICO	1983	2.8	1
USA	1980	7.9	2.8
CANADA	1984	7.4	2.6
CUBA	1983	5.9	2.1
BRASIL	1983	3.3	1.2
PERU	1984	3.2	1.1
JAPON	1982	5.7	2.0
BELGICA	1984	6.0	2.1
FRANCIA	1982	5.8	2.1
ITALIA	1983	5.7	2.0
SUECIA	1984	8.0	2.9
SUIZA	1983	5.1	1.8
REINO UNIDO	1983	5.3	1.9

Cuadro 4.

Gasto público en educación como % del PIB.

Fuente: Statistical Yearbook 1985/1986

USA, United Nations, 1988, pp.276-282

PEE: Presupuesto Ejercido en Educación.

¿Cómo se logrará dinamizar a México para que se vuelva más eficiente en sus procesos de transformación?, uno de los aspectos fundamentales será el apoyo al área científico-tecnológica, ya que precisamente el conocimiento que se genera de dicha área, es una de las principales influencias en los procesos de transformación. El apoyo se tendrá que lograr con fuertes limitaciones financieras, y sin esperar un "hada madrina" que lo regale, debido precisamente a las razones

de competitividad mundial.

Resulta necesario, como en cualquier proceso de toma de decisiones en sistemas complejos, realizar ejercicios de planeación, identificando claramente el estado actual del sistema de transformación, el estado deseado, la determinación de objetivos, y la forma en la que se van a lograr dichos objetivos. Este establecimiento de objetivos (fines) y de estrategias (medios) debe de realizarse para cada uno de los sectores competitivos o áreas de actividad del país, concepto semejante al que Porter (1982 y 1985) denomina sector industrial, o lo que Waissbluth (1986) llama frente tecnológico-productivo.

Mientras no existan objetivos básicos claros sobre lo que México desea en materia de desarrollo tecnológico, mientras no se sepa hacia adonde dirigir los esfuerzos nacionales en forma sostenida, para logra cocechar en una o dos décadas los frutos de los esfuerzos actuales, no se logrará estar en situaciones ventajosas, competitivamente hablando, y ni siquiera en situaciones de no retraso en el desarrollo.

México deberá crear una cultura tecnológica activa, con un

apoyo decidido por parte de las más altas autoridades del país, de manera que se logre la difusión de valores de trabajo, de eficiencia, de calidad, de sana competencia y de cooperación para el logro de fines. Dicho apoyo deberá iniciarse con una voluntad política favorable hacia una definición clara, y posteriormente hacia la dirección de esfuerzos hacia el tipo de desarrollo tecnológico e industrial que se desee. Taiwan y Corea crearon instituciones de promoción de tecnología a mediados de los años sesentas, antes que CONACYT (creado en 1970), el día de hoy se pueden ver una gran cantidad de productos en los mercados, provenientes de dichos países, incluyendo automóviles y computadoras coreanas²³.

La ciencia y la tecnología, y en general la educación son factores fundamentales para mejorar la calidad de vida de los mexicanos. En los próximos tiempos, se puede pensar que el crecimiento económico de los países (y de las empresas), dependerá en gran medida de variables tecnológicas y de educación y formación del recurso humano, incrementando la productividad, mediante cambios en procesos de producción, desarrollos de nuevos materiales, desarrollo de nuevos

²³Warman (1989).

productos, eficiencia en la comunicación y en sistemas de información, desarrollo de habilidades y crecimiento en el conocimiento del proceso de toma de decisiones, etc.

En la presente investigación se pretenden lograr varios objetivos, siendo el principal, la aportación de una conceptualización general de planeación de sistemas en competencia, bajo el enfoque sistémico, cuya estructura represente a los elementos y a las relaciones existentes en los sistemas de transformación entradas-salidas, correspondientes a las repercusiones que pueden tener las inversiones en desarrollo tecnológico (Investigación & Desarrollo), e inversión en formación humana, para eficientar los procesos productivos, e identificar sus correspondientes efectos en las medidas de productividad y de participación relativa de dichos sistemas.

Se identifican dos etapas fundamentales en el proceso de planeación: la determinación de objetivos (fines) y el establecimiento de instrumentos (medios). El presente trabajo se orienta hacia el establecimiento de objetivos, considerando la medida de productividad y la de participación de mercado, como parámetro comparativo de los sistemas en competencia.

Se realiza la aplicación de la conceptualización de planeación al sector manufacturero en México, estableciendo los rangos de niveles necesarios de inversión tanto en desarrollo tecnológico como en formación humana, para lograr ciertos niveles de participación en el mercado de manufactura mundial.

El objetivo de creación de dicha conceptualización de planeación, conlleva una serie de objetivos subordinados, los cuales se mencionan a continuación:

a. Debido a la complejidad que existe en el manejo de los aspectos relacionados con Investigación y Desarrollo, Productividad y Competitividad en los sistemas sociales de transformación (organizaciones), como son la gran cantidad de elementos, interrelaciones, efectos de corto, mediano y largo plazo, etc., se complica grandemente la misión del tomador de decisiones en dichos sistemas. La intuición y la experiencia de dichos tomadores de decisiones necesita un apoyo "científico", que amplíe el horizonte en cuanto a la percepción y la identificación de estructuras útiles. La conceptualización de la estructura de planeación que propone la presente investigación, puede utilizarse primeramente para comprender un

poco más la estructura de un sistema de transformación, desde el punto de vista de las relaciones de la Inversión en Capital de Conocimientos y sus recuperaciones en las medidas de Productividad y Participación correspondientes. Lo anterior involucra la determinación específica del significado de palabras como Sistema de Transformación, Tecnología, Investigación y Desarrollo, Ciencia, Productividad, Organización, Competitividad, Evolución, etc., mediante la estructuración de elementos de las teorías correspondientes.

b. A partir de la conceptualización sistémica general del esquema de planeación tecnológica, se determinan teóricamente las funciones que relacionan los flujos de recursos y los flujos de conocimientos con los impactos que tienen estos en la productividad y participación del sistema, estructurando un modelo que ayude como instrumento en la planeación. Es decir, el modelo considera explícitamente los impactos en la productividad y participación del sistema, debido a cambios en los niveles del capital de conocimiento en el mismo.

c. Se estiman los parámetros del modelo, considerando datos a nivel macroeconómico en México, de la industria manufacturera.

d. Se construye un escenario tendencial a partir del estado actual del sistema, con la finalidad de realizar contrastaciones entre éste y el escenario futuro deseado.

e. Se realizan simulaciones de escenarios, utilizando el modelo construido y considerando el marco de referencia (participación relativa del sistema en la producción total) para contrastar el escenario deseado actual y el escenario deseado futuro con el estado actual y el escenario tendencial, con la finalidad de determinar el cono de escenarios factibles para México.

Al aportar un modelo que pueda ser utilizado como herramienta de sensibilización para los tomadores de decisiones en aspectos de inversión en conocimientos (tecnología, educación, etc.), su repercusión en la productividad y la importancia relativa de la productividad en situaciones competitivas, el tomador de decisiones podrá explorar diferentes opciones de política de inversión tecnológica y de conocimientos, identificando los impactos correspondientes de cada una, a un costo relativamente bajo, y en tiempos muy cortos. El modelo tiene la capacidad de considerar combinaciones de políticas "aisladas", es decir, el poder simular escenarios mediante cambios en varios parámetros y/o en varias variables decisionales al mismo tiempo.

La conceptualización proporciona un medio de comunicación y una base para realizar investigaciones, para aquellas personas interesadas en el tema, tanto estudiantes, profesores, investigadores y tomadores de decisiones.

La investigación se encuentra constituida en cinco capítulos. En el capítulo primero se presentan los elementos básicos de la planeación y la toma de decisiones. Se considera específicamente al enfoque sistémico, bajo la denominación de ciencia de sistemas, y su relación con la toma de decisiones. Se analiza el concepto de sistema de transformación entradas-salidas, el cual se tomará como base en el planteamiento del capítulo tercero. Se presentan diferentes enfoques metodológicos de planeación. Desde el concepto y la clasificación de la planeación, hasta las principales herramientas y enfoques que se han desarrollado para utilizarse en cada una de las etapas del proceso de planeación. Estos puntos se presentan bajo el marco del esquema de planeación prospectiva del capítulo tercero, sintetizado a partir de las principales concepciones existentes. Se analiza el concepto de escenarios y su papel en el proceso de planeación.

En el capítulo segundo se revisa el marco teórico diseminado en

la literatura relacionada. En el marco teórico se tratan los temas de la organización como sistema de transformación, sus fines, sus concepciones, su relación con el ser humano, algunos enfoques que se han utilizado para estudiarla y el papel que desempeña la tecnología en la organización; la competencia como medio ambiente de la organización, tocando los puntos de ventaja competitiva tanto a nivel nacional como internacional, así como su relación con el aspecto tecnológico. Se tratan aspectos relacionados con ciencia, tecnología e investigación como fuentes de conocimiento, y como instrumento estratégico. Se discuten los diferentes tipos de tecnologías y sus relaciones con las etapas del ciclo de vida del producto, tanto a nivel nacional como internacional, comentando el concepto de tecnología apropiada. Se analiza el concepto de productividad como medida de desempeño de un sistema de transformación. Se define a la productividad, se analizan sus formas de medición y se comentan los elementos que pueden conducir a su modificación. La última sección del segundo capítulo trata con la revisión de la literatura relacionada con el manejo de la variable investigación y desarrollo. Se tratan primeramente las obras de conceptualización de las actividades científico-tecnológicas, utilizando el enfoque sistémico, y destacando la importancia del flujo de fondos a las actividades

de investigación y desarrollo, y sus repercusiones en la productividad del sistema de transformación. Posteriormente se tocan algunos planteamientos que se han realizado para planear aspectos de ciencia y tecnología tanto a nivel macro como a nivel micro. Se tratan especialmente los planteamientos basados en funciones de producción que consideran explícitamente el aspecto de tecnología y de capital de Investigación y Desarrollo. Se toca el concepto de frente tecnológico-productivo, fundamental para la presente investigación. Y por último se analizan algunas razones que se han considerado importantes como motivantes para el despegue tecnológico en México.

En el capítulo tercero se realiza la conceptualización básica del presente trabajo de investigación. Aplicando el esquema básico de planeación al concepto de sistema de transformación en situación de competencia, el cual sirve de base conceptual en la aplicación que se realiza para México a nivel macro, en el capítulo cuatro.

La idea fundamental del capítulo cuarto es lograr la sensibilización de los tomadores de decisiones que afectan las políticas generales en la industria manufacturera mexicana,

mediante la identificación de los niveles de inversión en educación, en capacitación y en investigación y desarrollo, necesarios para que México, en un marco de competencia internacional, logre una mayor participación en el mercado manufacturero mundial, considerando a la productividad como una variable clave para tal fin.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones extraídas en la investigación.

CAPITULO I

MARCO TEORICO Y METODOLOGIA

I.1 Planeación y Toma de Decisiones: Aspectos Generales.

I.2 Métodos Utilizados en el Proceso de Planeación.

I.2.1 Métodos Formales de Planeación.

I.2.1.1 La Ciencia de Sistemas.

I.2.1.2 Modelaje.

I.2.2 Métodos Informales de Planeación.

El capítulo presenta una visión del enfoque teórico en el cual se ubica la problemática de planeación a tratar en el presente trabajo. Debido a que dicha problemática se considera fundamentalmente como un tipo especial de toma de decisiones, se trata primeramente el concepto de toma de decisiones y su relación con el de planeación. Se ahonda en los tipos de planeación, sus correspondientes características, y en el proceso de planeación mismo. Posteriormente, se presentan la perspectiva formal y la informal de realizar planeación. Se especifica con mayor detalle la formal, debido a que es el enfoque que se utilizará en la presente investigación, y en particular, el enfoque de sistemas, el cual incluye desde la conceptualización del fenómeno de interés, hasta la forma de manejar, configurar y evaluar los escenarios utilizados en la planeación.

Se presentan las bases metodológicas para poder lograr el planteamiento de objetivos de planeación en base a escenarios tecnológicos de un sistema de transformación en competencia, el cual tiene sus bases teóricas en el concepto sistémico de evolución, analizado en la parte correspondiente a la ciencia de sistemas.

I.1 Planeación y Toma de Decisiones: Aspectos Generales.

La toma de decisiones es una actividad cotidiana, que todo ser humano realiza, y que consiste básicamente en el diseño y selección de una opción o camino, en un momento determinado, de entre dos o más de éstos, que permitan lograr de alguna manera más conveniente, un estado o situación deseada. Lo anterior se aplica tanto a nivel individual, como a nivel organizacional. La toma de decisiones va orientada hacia la búsqueda y obtención de un fin en el futuro, de una meta, de un objetivo, de la consecución de un proyecto. Lo anterior implica un determinado ejercicio de imaginación sobre la conformación de los objetivos, y de lo que ocurrirá, o de los efectos que tendrán o lograrán las opciones que se estén considerando. Dicho ejercicio de imaginación puede tener varios objetivos y puede realizarse de diferentes maneras. Por ejemplo, puede tener el objetivo de encontrar ideas creativas, y realizarse mediante una lluvia de ideas en base a un futuro fantástico; puede buscar la crítica o el apoyo a ciertas decisiones que se están realizando en la actualidad; o puede tener como objetivo la fundamentación teórica de una toma de decisiones administrativa o política²⁴.

²⁴Sabag (1982).

La toma de decisiones en un proyecto comprende desde el establecimiento de los objetivos, hasta la elección o creación de los medios que a cada paso se requieran para su logro. En base a lo anterior, es posible identificar tres tipos fundamentales de actividades (figura I.1), en las cuales, la toma de decisiones mantiene características particulares: la **planeación**, que se identifica con el conjunto de actividades que comprende desde la formulación de los objetivos, hasta el establecimiento de los lineamientos a seguir para su logro²⁵; la **organización** o proceso que comprende la concertación práctica (física y operativa) de todos los elementos necesarios, con el propósito de lograr los objetivos planteados en la planeación; y el **control**, en las que se comparan las medidas de desempeño del sistema, con los objetivos planteados, con el propósito de realizar correcciones en las desviaciones que el sistema tenga.

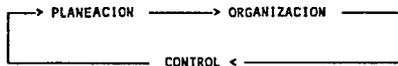


Figura I.1
Ciclo Planeación-Organización-Control

²⁵La planeación "es el enlace entre el conocimiento y la acción organizada", van Gigch (1987), p.518.

Cada uno de los tres tipos de actividades mencionadas, pueden llevarse a cabo de diferentes maneras, por ejemplo, la identificación de los objetivos de un sistema puede realizarse solamente en base a la intuición y experiencia²⁶ de su director, y el diseño de los mecanismos para su logro, solamente en base a la tradición cultural del propio sistema.

Por otro lado, es posible que el director no se base solamente en su experiencia e intuición, sino que realice o solicite la elaboración de estudios y análisis formales, para cada una de las tres etapas mencionadas, con la finalidad de que le proporcionen información de las condiciones tanto de su entorno como de su organización, para establecer los objetivos más apropiados a sus intereses, y los medios más eficientes para su logro. Este segundo camino reduce la probabilidad de fracaso del proyecto, mediante la aplicación de métodos y técnicas que han sido desarrollados para eficientar el proceso de toma de decisiones. Tratará por ejemplo, de predecir circunstancias futuras mediante la utilización de razonamientos causales, lógicos y probabilísticos, en forma consciente. Buscará

²⁶Elementos subjetivos o personales. Es el concepto de "arte" en la toma de decisiones, el cual es clasificado en la categoría de los métodos informales de planeación, que más adelante se comentan.

maximizar su poder predictivo²⁷, con un mínimo de inversión en la obtención y tratamiento de información. Tratará de seguir ciertas normas o conceptos "científicos" en sus planteamientos y análisis, como por ejemplo en la conceptualización de sus problemas, en la determinación de sus objetivos, en el planteamiento de hipótesis, en la identificación y operacionalización de variables, en su observación y manejo, así como en el alcance de sus conclusiones, respecto a la toma de decisiones en la cual se encuentre involucrado.

Considerando el concepto de planeación, tema fundamental del presente trabajo, resulta necesario primeramente, identificar dos corrientes²⁸ o concepciones sobre la planeación, las cuales se basan en premisas diametralmente opuestas, y que conducen a sendas actitudes y acciones. La primera concepción,

²⁷Babbie (1975).

²⁸Es posible distinguir cuatro tradiciones importantes de planeación. La tradición de la síntesis filosófica, la cual ve a la planeación como una forma de pensamiento, y se vincula con la posibilidad del conocimiento social comprensivo. La tradición del racionalismo, que considera a la planeación como una forma de toma de decisiones, en donde éstas preceden a la acción. La tradición del desarrollo organizacional, en donde se induce el cambio y el desarrollo organizacional, por medio de agentes de cambio externos al sistema, como los valores, interrelaciones, colaboración, etc., y la tradición del empirismo, que se centra en la revisión del funcionamiento de los sistemas de gran escala. van Gigch (1987), pp.517-525.

correspondiente a una planeación "pasiva", se basa en la idea de que va a acontecer un futuro determinado, a pesar de las acciones o decisiones que se realicen en el presente, lo cual conduce solamente a prepararse para ese futuro inexorable, es una planeación que supone un destino pre-hecho. La segunda concepción se basa en la idea de que no existe un futuro dado, sino que los acontecimientos que se den en el futuro, dependen tanto de las acciones que se tomaron en el pasado, como de las propias acciones tomadas en ese futuro, es un esfuerzo para controlar el futuro²⁹. Este tipo de idea desencadena planeaciones "activas", actitudes emprendedoras que en base a ideales, se instrumentan actividades en el presente para que tengan repercusiones favorables o acordes con los objetivos pre-fijados. Se proyecta un futuro deseado y se identifican los medios efectivos para conseguirlo³⁰, es un instrumento del hombre para el logro de sus fines.

Las dos concepciones arriba mencionadas³¹ constituyen de hecho,

²⁹Sachs (1980), p.29.

³⁰Ackoff (1985), p.13.

³¹Muchas veces también asociadas con los conceptos de planeación tradicional o mecanicista por un lado, y el punto de vista de la teoría general de sistemas por otro. van Gigch (1987), pp.521-525.

los dos extremos de un continuo, en el cual, por un lado se tiene a la planeación retrospectiva, que supone que el futuro es exclusivamente una prolongación inercial o extrapolación del pasado, sin que el ser humano tenga posibilidades de realizar modificaciones dirigidas hacia el futuro, por ejemplo en el rediseño del sistema. En el otro extremo del continuo, se encuentra la planeación prospectiva, la cual toma como base la conformación y discusión de un escenario futuro ideal, diseñado en base a un marco axiológico.

Un tercer tipo de planeación, que surge como antítesis de las dos anteriores, es la circunspectiva, la cual toma como base el supuesto de que es imposible el conocimiento del futuro dada su propia naturaleza contingente e incierta, lo cual refleja una posición escéptica. Este tipo de planeación, con visión de corto plazo, circunstancial, sin continuidad y sin una visión de conjunto, en realidad representa decisiones coyunturales y/o correctivas, para aprovechar oportunidades del momento, o con el objetivo de eliminar desviaciones del sistema, respecto a niveles esperados, controlando a corto plazo el sistema.

Al realizar planeación, dentro del esquema prospectivo, es conveniente identificar cuatro supuestos básicos que revelan su

naturaleza: el supuesto epistemológico, el cual establece que el proceso de planeación se fundamenta en un principio de racionalidad, el cual involucra tanto a sus fundamentos conceptuales, como a sus métodos de conocimiento; el supuesto axiológico, en el cual se determinan un conjunto de valores con el objetivo de orientar las distintas fases de la planeación, y diseñar y evaluar opciones o caminos para su logro; el supuesto teleológico, el cual determina que el proceso de planeación está orientado al logro de ciertos fines; y el supuesto futuroológico, en el cual se señala que la planeación tiene como supuesto esencial una dimensión anticipatoria, en el cual, el presente es trascendido por un esfuerzo de conocimiento y programación sobre el futuro³².

El nivel de aceptación del supuesto de continuidad-discontinuidad del sistema en el tiempo, es un aspecto fundamental de la planeación. Este concepto plantea la fuerza relativa del aspecto inercial del sistema, respecto a la frecuencia y magnitud de las discontinuidades. En un extremo, si existen solamente discontinuidades, ni la continuidad ni la planeación tienen sentido. En el otro, si se supone que no

³²Taborga (1980).

existen discontinuidades, se podrían realizar previsiones al infinito³³.

La figura I.2 muestra los diferentes criterios que normalmente se utilizan para clasificar la planeación. El esquema puede ser de utilidad para ahondar en el concepto de planeación, y también para ubicar o identificar el tipo de planeación requerido en un momento y situación determinada.

³³Sabag (1982).

CRITERIOS DE CLASIFICACION PARA LA PLANEACION

-
- a. Concepciones básicas.
- Retrospectiva (determinística y probabilística).
 - Prospectiva.
 - Circunspectiva.
-
- b. Horizonte de Tiempos: En función de la dinámica del sistema.
- Corto plazo: logro de metas.
 - Mediano plazo: logro de objetivos.
 - Largo plazo: tendencia hacia los ideales.
-
- c. Nivel inercial del sistema. En función de la frecuencia y magnitud de las discontinuidades.
- Alto vs bajo.
-
- d. Nivel de Especificación: De acuerdo al grado de detalle o de agregación a considerar.
- Estrategias, políticas, programas, presupuestos, procedimientos, reglas.
-
- e. Nivel del Sistema: Relativo a otros sistemas.
- Alto, mediano o bajo.
 - Por ejemplo un país o una empresa.
-
- f. Nivel de Institucionalización del proceso de planeación:
- Sin organización institucional para planear.
 - Con estructura predefinida.
-
- g. Nivel de Formalización metodológica:
- Cuantitativo, involucrando modelos matemáticos.
 - Cualitativo, proyecciones intuitivas y especulativas.
-
- h. Nivel de Participación de los involucrados.
- Alta vs baja.
-
- i. Nivel de Periodicidad de la realización de la planeación.
- Esporádica.
 - Continua.
-
- j. Consideración de la dinámica del entorno del sistema que planea.
- Alta vs baja.
-

Figura 1.2
 Criterios o Dimensiones de clasificación para la planeación.

Las dimensiones que se muestran, representan las ideas que sirven para conformar clases o categorías de clasificación, sin embargo, de ninguna manera representan clasificaciones de tipo

discreto. Lo anterior significa que en realidad se presentan los extremos o los casos puros de clasificación, y que toda planeación se acerca más o menos a cada categoría, dependiendo de sus propias características. Por ejemplo, en la primera categoría de la clasificación de planeación, según su concepción básica, es decir, la concepción retrospectiva, el futuro es una prolongación del pasado, y puede conocerse bajo los supuestos de dos criterios, el más estricto es el determinista, en el cual se sabe con certeza el futuro, a partir de modelos deterministas³⁴. El criterio probabilista, asocia distribuciones de probabilidad a variables no-controlables, y la decisión óptima se selecciona en base al criterio del valor esperado, manejando intervalos de confianza de las medidas de desempeño.

Estas dos concepciones no se dan en forma pura, la planeación retrospectiva, a pesar de que teóricamente solo toma en cuenta el pasado, en realidad lo hace en base a un marco axiológico

³⁴En esta clasificación se encuentran normalmente modelos de optimización, los cuales suponen que a partir de ciertas variables incontrolables, y de ciertos parámetros dados, es posible identificar los valores de las variables decisionales o instrumentos para poder lograr los niveles óptimos de las medidas de desempeño del sistema. A diferentes valores de los instrumentos, corresponde futuros diferentes pero determinados. Sachs (1980), pp.32-36.

del futuro, aunque dicha metodología no lo proponga explícitamente, como en la prospectiva.

En la literatura dedicada al tema de planeación, se otorgan diferentes nombres a las actividades de planeación, en función de su posición en el esquema de clasificación que representa la figura I.2. Por ejemplo, la planeación estratégica normalmente³⁵ se asocia con el horizonte de tiempo de largo plazo, un nivel de sistema mediano o alto, un nivel de especificación bajo (estrategias generales), más cualitativa que cuantitativa, y un nivel de organización que cada día tiende más a lo institucional. La planeación táctica³⁶ tiende a identificarse de corto plazo, tendiendo más hacia los niveles medios del sistema, con alta especificación, más cuantitativa y más institucionalizada o mecanizada que la estratégica.

Dentro de la idea de la planeación activa arriba mencionada, la cual parte de la premisa de búsqueda y logro de fines a futuro, en base a decisiones en el presente, existen varias concepciones respecto al proceso mismo de planeación, desde el

³⁵Steiner (1969), p.36; Chiavenato (1981), p.276; Ackoff (1981), p.87.

³⁶Ibid.

punto de vista metodológico. Sin embargo, existen algunas ideas que constituyen no solo la base de cualquier esquema metodológico de planeación formal prospectivo, sino de la toma de decisiones en general, los cuales guardan un paralelo con los principales elementos del método científico. A partir de la síntesis de tres planteamientos de planeación prospectiva³⁷, manejados en la literatura sobre el tema, y que en esencia son equivalentes, es posible identificar tres conceptos fundamentales: 1. Conceptualización del problema (estado actual, futuro deseado y contrastación y determinación de problemas); 2. Determinación y evaluación de futuros factibles; y 3. Determinación de objetivos, las cuales se comentan a continuación.

Existen una infinidad de métodos y técnicas de apoyo, a disposición del tomador de decisiones, que enfrenta una situación problemática³⁸, es decir, cuando el individuo percibe

³⁷En el anexo uno se presentan los enfoques metodológicos de Sachs, Ackoff, y Delgado & Serna.

³⁸Acar (1987); Kinston (1988); Ackoff (1962, 1981); Checkland (1981); Keys (1988), etc.

una parte del mundo³⁹ que no se desempeña de acuerdo a lo que él desea. Dicha parte del mundo puede ser conceptualizada ya sea por una o varias fuentes o caminos de conocimiento, como la experiencia, la intuición, la autoridad o por métodos científicos. En el presente contexto, el proceso de conceptualización del problema se puede dividir en tres etapas (figura I.3); la identificación del estado actual del sistema, la construcción del estado deseado del sistema y la contrastación y determinación de las diferencias entre estos dos estados⁴⁰. La idea fundamental es que la percepción de la situación problemática debe tender a ser lo más imparcial posible, basándose en métodos (científicos) que minimicen los posibles sesgos en la observación y evaluación de los estados del sistema.

³⁹Al cual se le denomina, según el contexto, con los términos de sistema focal, objeto de estudio, objeto focal, fenómeno de estudio o simplemente situación de interés.

⁴⁰Un problema particular está constituido de los siguientes dos elementos: la situación problemática inicial, representada por dos sistemas particulares (sistema inicial y sistema final); y la solución, la cual es alguna relación entre ambos. Klir (1985), p.9.

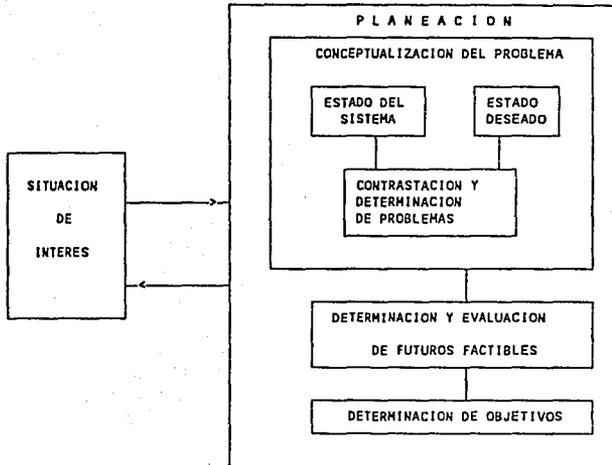


Figura 1.3
Esquema básico de planeación.

La determinación del estado actual del sistema, también denominada observación del fenómeno o diagnóstico de la situación, no solo consiste en un fenómeno óptico, sino que involucra un proceso de conocimiento incertado en un paradigma⁴¹ determinado, el cual supone ciertos conceptos, relaciones entre éstos, métodos y técnicas de observación y análisis, etc., que moldean al conceptualizador en su actividad.

⁴¹Acar (1987), p.121; Kuhn (1971), p.82.

El enfoque que utilice el conceptualizador no se encuentra aislado de las etapas posteriores del proceso de planeación. Por ejemplo, si se utiliza un enfoque sistémico "duro"⁴², se estará suponiendo la realización de un modelo matemático, que sirva como elemento o artefacto experimentador y sustituto del sistema real, y a partir de dicho modelo, el tomador de decisiones se podrá sensibilizar y tomar sus decisiones con un nivel de información más trabajado.

El modelo, tomado como una representación selectiva de una parte de la realidad, puede constituir una base de la cual depende el resto de la planeación. El mismo proceso de construcción del modelo, el cual incluye etapas de observación y abstracción, representa una parte del proceso de aprendizaje respecto al sistema de interés, el cual incorpora variables y relaciones, las cuales finalmente se expresan con las implicaciones⁴³ que el lenguaje matemático representa.

⁴²Checkland (1981), p.97.

⁴³Mayor precisión, claridad, consistencia y estructuración, menor extensión, expresión explícita de variables y sus relaciones, etc.

El estado deseado⁴⁴ del sistema, conformado tanto por una determinada estructura, como por ciertos valores de las medidas de desempeño del sistema de interés, representa las características que al tomador de decisiones o planeador le gustaría que el sistema tuviese en el futuro. Representa el conjunto de valores⁴⁵ que al ser contrastados con el estado actual del sistema, se determinan las discrepancias y se define la problemática. El estado deseado del sistema, así como la contrastación, no son actividades que se realizan en el vacío. Es necesario realizar extrapolaciones con el modelo, para identificar las tendencias y comportamientos del sistema, ya que éstas amplifican las deficiencias presentes en el sistema⁴⁶.

⁴⁴Sachs (1980) le denomina futuro deseado; Ackoff (1983) le denomina diseño idealizado; Delgado & Serna (1977), diseño normativo; Rivera (1986), escenario normativo.

⁴⁵Pueden tomarse cuatro tipos de ideales básicos en una sociedad, como referencias de un sistema axiológico en el proceso de planeación: la búsqueda de la abundancia (político-económico), la búsqueda de la verdad (ciencia), la búsqueda de la bondad (ético-moral) y la búsqueda de la belleza (estética). Ackoff (1981).

⁴⁶"...El propósito de la realización de escenarios de referencia o escenario tendencial, es la revelación de consecuencias que tendrá la conducta actual y los supuestos de la organización; tiene por objetivo el llamar la atención hacia los verdaderos problemas, y permitir que se perciba su naturaleza y sus interacciones. Es el escenario que sirve de contrastación para iniciar el proceso de rediseño del futuro de la organización...", Ackoff (1983), p.128; Para la realización de escenarios tendenciales se pueden utilizar diferentes técnicas, las cuales se basan en la idea de llevar el análisis hacia el futuro de una

El producto que se obtiene al configurar el escenario deseado futuro, es el conjunto de ideales hacia los cuales el sistema debe de tender, según los tomadores de decisiones.

Dos de las principales ventajas de utilizar modelos formales en esta etapa del proceso de planeación, resultan ser primeramente la tendencia a forzar el establecimiento expícito de variables (decisionales, no-controlables, etc.), de parámetros, de relaciones, y de medidas de desempeño que se utilizarán para evaluar los estados del sistema. En segundo lugar, proporciona una metodología explícita para realizar planeación, que trata de eliminar subjetividades y que demanda el establecimiento de tendencias y valores descados de los elementos identificados.

En la comparación de estados futuros del sistema, obtenidos a partir de simulaciones con el modelo, con parámetros de referencia de factibilidad para distinguir entre lo posible y lo fantástico, se identifican las discrepancias o vacíos⁴⁷ los cuales van a ser llenados por la planeación, especificando

manera lógica, ver por ejemplo Wheelwright & Makridakis (1973); Sachs (1980), p.128; La dinámica de sistemas de Forrester (1980); Meadows (1972).

⁴⁷Ackoff (1983), p.99.

primeramente objetivos, y posteriormente las metas, acciones y cambios de corto plazo⁴⁸, es decir, la implantación misma. Estos parámetros pueden ser obtenidos tanto de la comparación con otros sistemas semejantes, como a partir de las propias fuerzas, debilidades y recursos del sistema. Las simulaciones se llevan a cabo tomando en consideración los rangos de valores posibles de las variables decisionales, las cuales representan a los instrumentos que el tomador de decisiones tiene a su alcance para afectar la situación problemática. El ideal en esta etapa es contar con un modelo que considere las relaciones causales entre los instrumentos de decisión y sus repercusiones en las medidas de eficiencia o desempeño del fenómeno de interés, que tome en cuenta los impactos conjuntos, que surgen al realizar modificaciones en varios instrumentos a la vez, y no solo en forma aislada.

Previamente a las simulaciones, resulta conveniente establecer rangos de valores en las variables decisionales, los cuales reflejan los valores factibles que pueden tomar dichas variables, para que posteriormente se realicen las simulaciones mediante la utilización de diferentes valores de las variables

⁴⁸Delgado & Serna (1977), p.6.

decisionales, dentro de sus respectivos rangos, obteniendo el cono de futuros factibles. Los escenarios surgidos a partir de los valores extremos de variables y parámetros, de eventos poco probables, son los que determinan la frontera de dicho cono, y a los cuales se les llama escenarios contrastados⁴⁹. La evaluación de los futuros factibles resulta de comparar los diferentes resultados de las simulaciones, considerando tanto sus resultados, como los impactos económicos, sociales, ecológicos, etc., que tendrían las modificaciones en las variables decisionales. La idea básica es sensibilizarse y seleccionar el escenario en el cual se optimice la medida de desempeño, minimizando los costos en los cambios de las variables decisionales o instrumentos.

A partir de la selección del futuro factible más deseable, se procede a identificar objetivos concretos⁵⁰, los cuales son los fines que se esperan lograr hasta después de concluir el período u horizonte de planeación. En las etapas de organización y control se encuentran contemplados los aspectos operativos necesarios para alcanzar las metas propuestas dentro

⁴⁹Rivera (1986).

⁵⁰Ackoff (1983), p.131.

del horizonte de planeación. Resulta necesario destacar que en estas etapas pueden surgir restricciones que limiten los objetivos planteados en la última etapa de la planeación. Dichas restricciones pueden relacionarse con los recursos financieros, humanos, tiempo, etc., los cuales pueden conducir a una revisión en el planteamiento de objetivos.

I.2 Métodos Utilizados en el Proceso de Planeación.

Partiendo de la idea de que en la fase de definición del problema es necesaria, en términos ideales, una representación explícita del fenómeno de interés, que sirva de base en el proceso de planeación, y que incluya tanto a sus elementos internos más relevantes, como aquellos elementos externos que tienen influencia sobre éste, resulta necesario realizar una clasificación de la forma y el lenguaje, en el cual se estará asentando y trabajando dicha representación. A continuación se presentan las dos categorías que a grosso modo identifican los dos extremos de dicha clasificación, es decir, las estructuras formales o modelos matemáticos, y las informales. Cada uno de los dos extremos tiene sus propias características, las cuales pueden ser ventajas o limitaciones según sea el caso.

El enfoque a utilizar en el proceso de toma de decisiones, y

específicamente en las actividades relacionadas con la planeación, se encuentra en función de los propios objetivos a lograr. Por ejemplo, se puede buscar solamente el reconocimiento o identificación del fenómeno de interés; se puede orientar hacia una observación detallada; se puede realizar una comparación, un ordenamiento; una medición; una estructuración; una prueba de alguna idea o hipótesis; una especulación sobre el futuro del fenómeno, etc.

El logro de los objetivos del proceso de planeación se pueden llevar a cabo mediante diferentes enfoques metodológicos, por ejemplo el enfoque formal (analítico, deductivo, racionalista), empírico (inductivo), sintético (representacional, exploratorio), dialéctico (conflictivo, crítico), holístico (interdisciplinario, enfoque de sistemas suaves), dialógico (filosófico), y contemplativo (imaginativo, especulativo, intuitivo)⁵¹, lo cual nos muestra una visión panorámica de la gran cantidad de enfoques que se han desarrollado para tratar con situaciones problemáticas.

⁵¹Kinston (1938), p.21.

I.2.1 Métodos Formales de Planeación.

El concepto de formalidad referida al tipo de presentación y tratamiento de los fenómenos de interés, tanto en la toma de decisiones como en la planeación, se refiere fundamentalmente al lenguaje que se vaya a utilizar para tal fin, con las características estructurales y de manejo de significados que esto implica. A continuación se presentan los aspectos fundamentales del enfoque de sistemas, el cual se utiliza como metodología en la presente investigación, considerándola como un conjunto de conceptos, métodos y técnicas formales, útiles en el proceso de planeación y toma de decisiones.

I.2.1.1 La Ciencia de Sistemas.

El enfoque de sistemas, orientado al planteamiento y solución de problemas, se basa en el concepto de "sistema", el cual, entendido⁵² como un conjunto de interrelaciones existente en un conjunto de variables, adquiere un significado primordial en la especificación del fenómeno de estudio en las ciencias sociales y biológicas⁵³.

⁵²El término "sistema" se utiliza actualmente en una gran cantidad de disciplinas, siendo un término con muchos significados, los cuales se encuentran en función del contexto y de la persona que lo utilice.

⁵³Rapoport (1969), p.186.

El enfoque de sistemas pretende "ver" y "tratar" las cosas no en forma aislada, sino como parte de algo más grande, y constituida por partes o elementos que interactúan entre sí, es decir, como si fueran un sistema⁵⁴.

La palabra sistema⁵⁵ representa un conjunto de elementos o

⁵⁴Existe la discusión de corte filosófico, respecto al estatus ontológico de los sistemas, es decir, si las cosas son sistemas o si se ven como sistemas. En el presente trabajo se supone que las cosas se comportan como sistemas, Checkland (1983). La palabra "-sistema-" representa a un concepto abstracto, que refiere a una relación particular entre cosas, que puede conceptualizarse de diversas maneras. El -sistema- es un artefacto epistemológico que puede ser utilizado para darle sentido a la realidad, la cual permite la aplicación de nuestros constructos conceptuales", Checkland (1989), p.14. En este sentido se adopta la posición realista, como posición epistemológica según la cual "hay cosas reales, independientes de la consciencia, un mundo real del cual nosotros formamos parte", Hassen (1985), p.72.

⁵⁵Del griego "syn", con, e "istemi", coloco. Ackoff (1983, p.29), especifica que un sistema es un conjunto de dos o mas elementos que satisfacen las siguientes tres condiciones: la conducta de cada elemento tiene un efecto en la conducta del todo, la conducta de los elementos y sus efectos sobre el todo son interdependientes, y para todo subconjunto de elementos, cada uno tiene un efecto sobre el todo y ninguno tiene un efecto independiente sobre él. Churchman (1968, p.47), comenta que una aceptación común del significado de la palabra sistema es, un conjunto de partes coordinadas para lograr un conjunto de metas, teniendo en cuenta cinco consideraciones básicas, los objetivos del sistema como un todo, el medio ambiente o restricciones al sistema, los recursos del sistema, los componentes, actividades, metas y medidas de actuación, y la administración del sistema. Otras definiciones pueden encontrarse en Lilienfeld (1984); Gelman & García (1988); Bertalanffy (1976).

cosas, y de relaciones entre esos elementos, en donde el término relación puede significar restricción, estructura, información, organización, cohesión, interacción, acomplamiento, lazo, interconexión, dependencia, correlación, etc⁵⁶. Por lo tanto, un sistema S es un par ordenado $S = (A, R)$, en donde A denota a un conjunto de elementos relevantes y R denota una relación entre los elementos del conjunto A.

El dominio de la ciencia de sistemas es el estudio de las propiedades de los sistemas S, en donde predominan los aspectos de información, relación o estructura, y en donde el tipo de entidades que conforman al sistema es menos importante. Es más apropiado ver a la ciencia de sistemas como otro enfoque o dimensión de la ciencia⁵⁷, y no compararla directamente con otras ciencias⁵⁸. El dominio de cada disciplina científica es un tipo particular de sistema, en donde se consideran determinados

⁵⁶Klir (1985), p.4.

⁵⁷Se puede clasificar como una meta-disciplina o meta-ciencia, en la cual se trata con un sujeto de alta abstracción, que se encuentra entre los constructos de la matemática pura, y las teorías específicas de las diferentes disciplinas. Checkland (1983), p.7-10; Boulding (1956).

⁵⁸Klir (1985), pp. 3-4.

tipos de cosas⁵⁹; el dominio de la ciencia de sistemas son los diferentes tipos de sistemas que pueden tener o no, la misma estructura en varias disciplinas⁶⁰. La figura I.4 presenta este esquema, en donde se muestran las dos dimensiones complementarias; horizontalmente se clasifican los sistemas de acuerdo a la concepción tradicional, es decir, por disciplinas o áreas de conocimiento⁶¹, y verticalmente tomando en cuenta las propiedades estructurales, de acuerdo al enfoque sistémico⁶².

⁵⁹Físicos, biológicos, políticos, económicos, etc.

⁶⁰Cuando ciertas clases de sistemas son equivalentes en algunos aspectos de sus relaciones, se les denomina sistemas isomórficos (del griego isos, igual, y morphê, forma), los cuales pueden contener cosas completamente diferentes. Un sistema libre de interpretación, seleccionado para representar una clase de sistemas equivalentes o isomórficos, respecto a algún aspecto relacional pragmáticamente relevante, se le denomina sistema general, Klir, (1985), p.5.

⁶¹Checkland (1981), pp.4-6.

⁶²Es posible distinguir tres etapas respecto a la ciencia en la historia humana: el período pre-científico hasta el siglo XVI (sentido común, especulación, razonamiento deductivo, etc.); la ciencia de una dimensión, del siglo XVII hasta mediados del siglo XX, en donde se realizó un énfasis en la experimentación, y surgieron las disciplinas científicas y sus especializaciones; y la ciencia de dos dimensiones, a partir de mediados del siglo XX, en donde se enfatizan los aspectos relacionales de los sistemas, y se integra a los aspectos experimentales de las ciencias tradicionales. Klir (1985), p.8.

El conocimiento sobre los aspectos relacionales de los sistemas se logra, fundamentalmente, utilizando el método de la modelación o modelaje, el cual consiste, como se expone adelante en forma más precisa, en la construcción y manipulación de una representación selectiva del sistema de interés, con la finalidad de utilizarlo como un laboratorio de aprendizaje y experimentación, que substituya al sistema, y que permita obtener información para actuar sobre él. Lo anterior ha conducido a realizar propuestas de caminos para construir la teoría general de sistemas, tales como un catálogo organizado de estructuras matemáticas⁶³, las cuales sirvan como hipótesis acerca del funcionamiento de los sistemas.

El enfoque de sistemas pretende una visión en la cual se puede conceptualizar al sistema de interés siguiendo dos caminos, hacia adentro, dividiendo o descomponiendo el sistema en sus elementos, e identificando las relaciones entre éstos; y hacia afuera del sistema, o por composición, identificando tanto a los sistemas de su mismo nivel, como al (supra)sistema que estos conforman, e inclusive, a las interacciones del sistema

⁶³Gelman (1967), p.5.

con su medio ambiente⁶⁴.

La figura I.5 presenta las relaciones a definir entre las diferentes jerarquías de sistemas, como elemento metodológico, en la conceptualización sistémica.

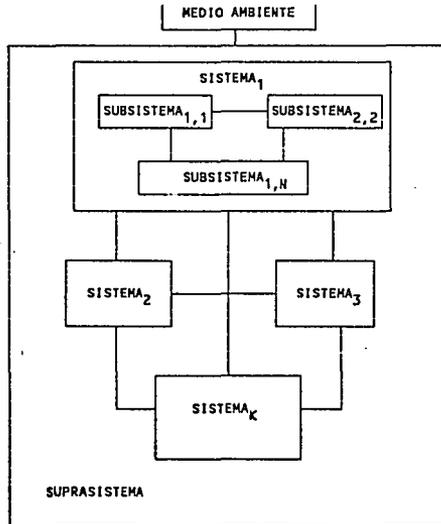


Figura I.5
Representación de las relaciones entre el
suprasistema, sistemas, subsistemas y
medio ambiente.
Fuente: Negroe (1981), p.10.

⁶⁴Negroe (1981), p.7.

La figura I.6 presenta el esquema del ciclo metodológico, utilizado para solucionar problemas de sistemas, propuesto por Klir (1985), p.11. En dicho esquema se observa el inicio del ciclo a partir del campo particular de investigación, en donde se ubica al fenómeno o sistema de estudio. A partir de la conceptualización o identificación del sistema, se especifica la problemática y se ubica en el campo de la teoría de los sistemas generales. Sobre la base de dicha teoría, se especifican soluciones y se utiliza también el conocimiento especializado de la(s) disciplina(s) involucrada(s), como puede ser la sociología, la economía, etc. Finalmente se contribuye con los conocimientos logrados, al campo de interés de investigación.

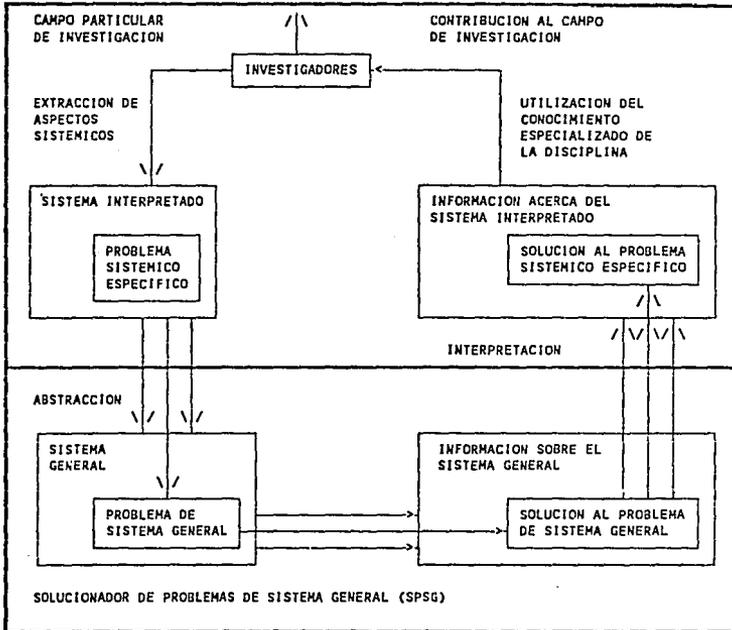


Figura 1.6
 Papel del solucionador de problemas de Sistema General (SPSG),
 como un recurso metodológico en la ciencia.
 Fuente: adaptado de Klir (1985), p.11.

El movimiento sistémico está constituido por una gran variedad de enfoques, lo cual refleja que al hablar de la ciencia de sistemas, o teoría de sistemas, no siempre se refiere a un

enfoque o metodología determinada. En la figura I.7 se presenta un esquema que pretende mostrar los diferentes enfoques que constituyen al movimiento. En dicha figura se pueden identificar las tres corrientes principales dentro de la aplicación de las ideas sistémicas a la solución de problemas concretos, subsistema 3.2. En esta categoría se ubican a los sistemas duros, en los cuales se manejan lenguajes más estructurados y formales, es decir, la matemática, la lógica y la estadística; los sistemas suaves que proporcionan básicamente métodos de conceptualización de problemáticas; y las técnicas que ayudan a la toma de decisiones, como la Investigación de Operaciones.

Ha habido una gran cantidad de clasificaciones de los diferentes tipos de sistemas⁶⁵, las cuales consideran diferentes criterios. Por ejemplo, si se considera el nivel de comunicación del sistema con su entorno, se clasifica a los sistemas en un continuo abierto-cerrado. Si se considera el nivel de complejidad, se han⁶⁶ clasificado en nueve niveles, que

⁶⁵Banathy (1988), p.28, sintetiza diferentes clasificaciones.

⁶⁶1. Estructura estática, 2. Sistema dinámico simple con movimientos predeterminados, 3. Sistema sibernético o de control, 4. Sistema abierto o estructura auto-mantenida, 5. Sistemas con crecimiento equifinal, 6. Sistema animal con

van desde los más simples y estáticos, hasta los más complejos como los socio-culturales y los trascendentales.

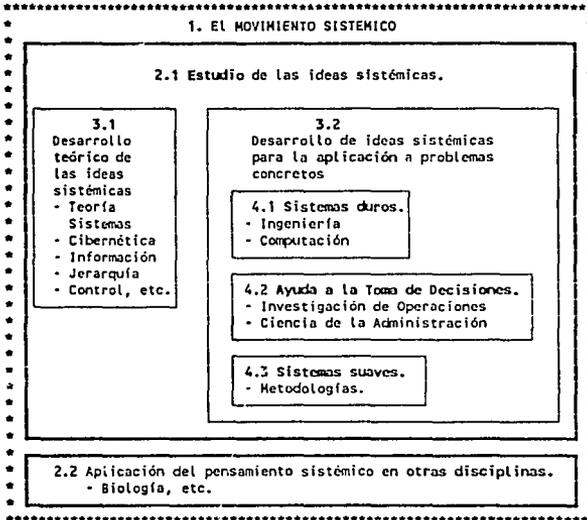


Figura 1.7
Un esquema del movimiento sistémico.
Fuente: Checkland (1983), p.669.

Resultan de interés para la presente investigación, las clasificaciones que consideran al sistema de acuerdo al

mobilidad, comportamiento teleológico y autoconservación, 7. Sistema humano con autoconsciencia, con lenguaje, 8. Sistema social complejo, 9. Sistemas trascendentales. Boulding (1953).

carácter de ingerencia que el ser humano tiene en el sistema y de acuerdo al concepto de evolución e interacción que éste mantiene con su entorno.

La primera clasificación⁶⁷ considera cuatro categorías; 1. Sistemas Naturales, los cuales han surgido como resultado de fuerzas y procesos que caracterizan al universo; 2. Sistemas Físicos Diseñados, los cuales han sido diseñados por el hombre con un propósito específico, ie. herramientas, automóvil, etc.; 3. Sistemas Abstractos Diseñados, los cuales representan el producto ordenado de la mente del ser humano, ie. matemáticas, filosofía, etc.; y 4. Sistemas de la Actividad Humana, los cuales son actividades realizadas por el ser humano en forma consciente, ie. un proceso de transformación, en el cual se interconectan las actividades necesarias para transformar algunas entradas en algunas salidas.

El concepto de proceso de transformación, como sistema entradas-salidas, enmarcado en la categoría de Sistemas de la Actividad Humana, es un planteamiento fundamental en el enfoque

⁶⁷Checkland (1981), p.25; Wilson (1984), p.37.

de sistemas⁶⁸. Este ha sido propuesto como uno de los tres tipos de modelos que pueden ser utilizados para caracterizar y analizar sistemas de actividad humana⁶⁹.

El conjunto de actividades contenidas en su modelo, representan las acciones interconectadas, necesarias para realizar la transformación de las entradas a las salidas, figura I.8 y I.9.

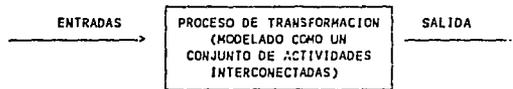


Figura I.8
Sistema de Transformación Entradas-Salidas.
Fuente: Checkland (1981), p.25.

⁶⁸En cibernética, por ejemplo, Ross Ashby y Norbert Wiener desarrollaron el concepto de (proceso de) transformación, utilizando la caja negra, en la cual se relacionan las entradas y con las salidas, y la caja negra realiza la transformación correspondiente; Lilienfeld (1984), pp.51-66. Ver también Vemuri (1978), p.53-64.

⁶⁹Banathy (1988), p.80, propone un enfoque para el análisis de sistemas de actividad humana, el cual consiste en la utilización de tres modelos: un modelo del entorno del sistema, un modelo de funciones/estructura del sistema y un modelo del proceso.

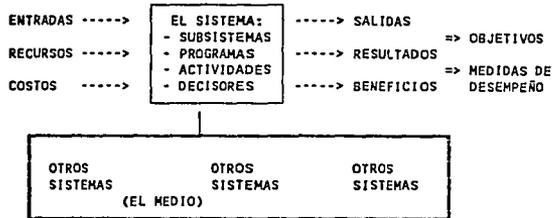


Figura 1.9
Un Sistema (de conversión o transformación) y su Medio.
Fuente: van Gíghch (1987), p.27.

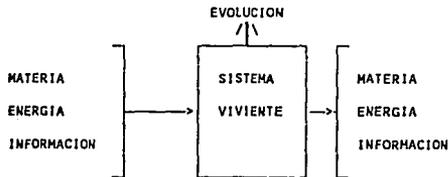


Figura 1.10
Un Sistema Viviente (transformación).

En la figura I.10 se esquematiza el concepto de sistema de transformación, aplicado al concepto de sistema viviente de Miller (1978). La tesis central de la Teoría de Sistemas Vivientes (TSV), es que cualquier elemento del conjunto "sistema viviente", es un sistema abierto, compuesto por diecinueve subsistemas críticos, que procesan varias formas de energía, materia e información. La teoría se ubica en la

jerarquía de estructuras complejas que llevan a cabo procesos vivientes. La jerarquía describe siete niveles de creciente complejidad⁷⁰, explicada por el principio evolucionista. Las hipótesis de comportamiento son equivalentes en cada nivel jerárquico, las cuales conforman un constructo o armazón conceptual que trata de explicar sistemas vivientes concretos. En la figura I.11 se muestran los diecinueve subsistemas básicos de la TSV.

Al relacionar los conceptos de sistema de transformación, evolución, la actividad de toma de decisiones, y en particular la de planeación, resulta indispensable comentar brevemente dos características fundamentales que determinan el modelo (formal) de sistema a utilizar.

⁷⁰Célula, órgano, organismo, grupo, organización, sociedad y supranacional.

SUBSISTEMAS QUE PROCESAN TANTO MATERIA-ENERGIA (M-E) COMO INFORMACION

1. **REPRODUCTOR:** SUBSISTEMA CAPAZ DE HACER EMERGER OTROS SUBSISTEMAS SIMILARES AL QUE SE ENCUENTRA.
2. **FRONTERA:** SUBSISTEMA QUE MANTIENE UNIDOS LOS COMPONENTES QUE CONSTITUYEN AL SISTEMA, PROTEGIENDOSLOS CONTRA AGRESIONES DEL ENTORNO, DESECHANDO O PERMITIENDO LA ENTRADA DE VARIAS FORMAS DE M-E E INFORMACION.

SUBSISTEMAS QUE PROCESAN MATERIA- ENERGIA

3. **INGESTOR:** SUBSISTEMA QUE PROPORCIONA M-E, A PARTIR DEL ENTORNO, A TRAVES DE LA FRONTERA DEL SISTEMA.

4. **DISTRIBUIDOR:** SUBSISTEMA QUE LLEVA A CADA COMPONENTE, LAS ENTRADAS DEL EXTERIOR DEL SISTEMA, O LAS SALIDAS DE SUS SUBSISTEMAS QUE SE ENCUENTRAN ALDEORREDOR DEL SISTEMA.

5. **CONVERTIDOR:** SUBSISTEMA QUE MODIFICA CIERTAS ENTRADAS DEL SISTEMA, A FORMAS UTILES PARA LOS PROCESOS ESPECIALES DE UN SISTEMA PARTICULAR.

6. **PRODUCTOR:** SUBSISTEMA QUE FORMA ASOCIACIONES ESTABLES, ENTRE LAS ENTRADAS M-E, O LAS SALIDAS DE SU CONVERTIDOR, FORMANDO MATERIALES PARA CRECER, PARA REPARAR DESPERFECTOS O REEMPLAZAR COMPONENTES DEL SISTEMA, O PARA PROVEER ENERGIA PARA MOVER O CONSTITUIR LAS SALIDAS DE PRODUCTOS O DE INFORMACION DEL SISTEMA HACIA SU SUPRASISTEMA.

7. **ALMACENAMIENTO MATERIA-ENERGIA:** SUBSISTEMA QUE RETIENE EN EL SISTEMA, POR DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO, DEPOSITOS DE M-E DE VARIOS TIPOS.

8. **EXCRETOR:** SUBSISTEMA QUE TRANSMITE M-E AL EXTERIOR EN FORMA DE PRODUCTOS Y DESPERDICIOS.

9. **MOTOR:** SUBSISTEMA QUE MUEVE AL SISTEMA O A SUS PARTES, RESPECTO A SU ENTORNO, O MUEVE COMPONENTES DE SU ENTORNO EN RELACION A ELLOS.

10. **SOPORTADOR:** SUBSISTEMA QUE MANTIENE LAS RELACIONES ESPACIALES APROPIADAS ENTRE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA, TAL QUE PUEDAN INTERACTUAR ADECUADAMENTE.

SUBSISTEMAS QUE PROCESAN INFORMACION

11. **TRANSDUCTOR DE ENTRADA:** SUBSISTEMA SENSOR QUE PROPORCIONA INFORMACION AL SISTEMA, MODIFICANDOLA A FORMAS ADECUADAS DE M-E, QUE PUEDAN TRANSMITIRSE ADECUADAMENTE DENTRO DE EL.

12. **TRANSDUCTOR INTERNO:** SUBSISTEMA SENSOR QUE RECIBE INFORMACION DE SUBSISTEMAS INTERNOS, MODIFICANDOLA A FORMAS M-E QUE PUEDAN TRANSMITIRSE ADECUADAMENTE DENTRO DE EL.

13. **CANAL Y RED:** SUBSISTEMA COMPUESTO POR UNA RUTA UNICA EN EL ESPACIO FISICO, O RUTAS MULTIPLES INTERCONECTADAS, DEBIDO A LAS CUALES LA INFORMACION SE TRANSMITE A TOODS LAS PARTES DEL SISTEMA.

14. **DECOODIFICADOR:** SUBSISTEMA QUE ALTERA EL CODIGO DE INFORMACION DE ENTRADA, HACIA EL TRANSDUCTOR DE ENTRADA O EL TRANSDUCTOR INTERNO, EN UN CODIGO "PRIVADO", QUE PUEDA UTILIZARSE INTERNAMENTE.

15. **ASOCIADOR:** SUBSISTEMA QUE REALIZA LA PRIMERA ETAPA DEL PROCESO DE APRENDIZAJE, FORMANDO ASOCIACIONES PERMANENTES ENTRE ELEMENTOS DE INFORMACION DEL SISTEMA.

16. **MEMORIA:** SUBSISTEMA QUE REALIZA LA SEGUNDA ETAPA DEL PROCESO DE APRENDIZAJE, ALMACENANDO EN EL SISTEMA VARIOS TIPOS DE INFORMACION, POR DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO.

17. **DECISOR:** SUBSISTEMA EJECUTIVO QUE RECIBE INFORMACION DE TOODS LOS OTROS SUBSISTEMAS, Y LES TRANSMITE INFORMACION QUE CONTROLA EL SISTEMA TOTAL.

18. **CODIFICADOR:** SUBSISTEMA QUE ALTERA EL CODIGO DE SU INFORMACION DE ENTRADA, DE OTRO SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION, DE UN CODIGO "PRIVADO" UTILIZADO INTERNAMENTE POR EL SISTEMA, A UN CODIGO "PUBLICO" QUE PUEDA SER INTERPRETADO POR OTROS SISTEMAS EN EL ENTORNO.

19. **TRANSDUCTOR DE SALIDA:** SUBSISTEMA QUE ENVIA MENSAJES DEL SISTEMA, MODIFICANDO LA INFORMACION INTERNA, EN FORMAS M-E QUE PUEDAN SER TRANSMITIDAS EN LOS CANALES DEL ENTORNO DEL SISTEMA.

Figura 1.11
Subsistemas de un sistema viviente.
Fuente: Adaptado de Miller (1978), p.3

En primer término, el concepto de control y el de retroalimentación, en donde se definen los objetivos generales y los de corto plazo del sistema, y se monitorean las medidas de desempeño para realizar comparaciones y evaluaciones del sistema, en relación a su comportamiento esperado, lo cual representa las diferentes etapas de la planeación que ya fueron comentadas. La figura I.12 presenta este concepto, en la cual se identifican dos niveles de control. Uno que se encuentra a nivel del propio sistema de transformación (o nivel operativo), y otro de más alto nivel, que puede ejercer control sobre uno o varios sistemas de transformación, determinando los estados deseados del sistema (a nivel estratégico). Los dos niveles de control toman las medidas de desempeño del sistema como retroalimentación para la toma de decisiones, cada uno con su correspondiente horizonte de tiempo. Las decisiones se toman en las variables controlables del sistema, el cual está sujeto también a entradas no controlables. El enfoque de control aplicado a la planeación se encuentra desarrollado más ampliamente por Beer⁷¹ y la línea de la planeación como un sistema cibernético.

⁷¹van Gigch (1987), pp.528-530.

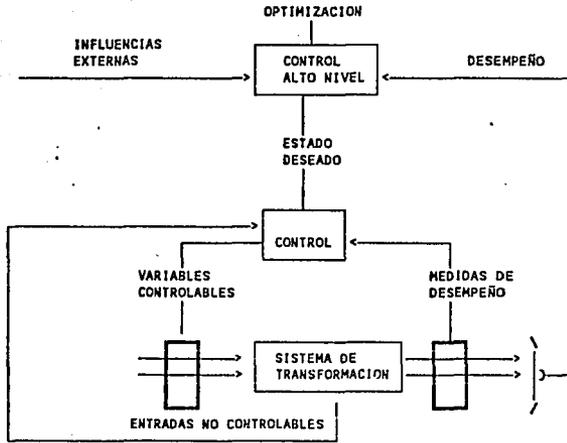


Figura 1.12
 Sistema de control del proceso de transformación.
 Fuente: Adaptado de Checkland (1981), p.13.

La teoría evolucionista de la planeación, surge a partir de los sistemas naturales, los cuales mantienen contacto o interacción con otros sistemas, forzándose a responder de tal manera que

generen sistemas más complejos⁷², mediante su autotransformación o mediante su armonía con otros sistemas. Se logran refinamientos progresivos de ciertas funciones, mediante el logro de niveles más altos de orden, integración, y complejidad. Esta teoría se aplica tanto a los sistemas orgánicos, como a los sociales, ya que todos éstos "deben su supervivencia a su habilidad para adaptarse al medio que les rodea, responden a amenazas a su existencia al innovar y transformarse ellos mismos, de manera que responden a los desafíos que enfrentan, explorando nuevas formas que conducen a una jerarquía emergente de sistemas más elevado"⁷³.

Los sistemas sociales, se encuentran interactuando no solo con otros sistemas sociales (por ejemplo a nivel país), sino con sistemas naturales, formando suprasistemas sumamente complejos, que al evolucionar tratan de realizar sus funciones de maneras más organizadas y eficientes. El concepto de tecnología (lato

⁷²La dirección general (sistemas vivientes) de la evolución es la de producir sistemas con mayor información y mayor complejidad en su organización, lo cual se correlaciona positivamente con su capacidad o habilidad de ajustarse a su entorno, y por lo tanto de sobrevivir y/o mejorar, Miller (1968), p.76.

⁷³Ervin Laszlo (1972), pp.49-75; citado en van Gigh (1987), p.525. Ver también Garduño, et.al., (1985); Bertalanffy (1968), p.158; Miller (1978), p.39, 76-78.

sensu) se relaciona íntimamente con esta teoría de la evolución, la cual demanda mayores niveles de organización y reestructuración interna, e interrelaciones con su medio, tanto social como físico (o ecosistema⁷⁴). El logro de los niveles superiores de organización, de acuerdo con Osbekhan⁷⁵, se logra a través de la evolución y de la planeación. La tecnología representa al conocimiento como una entrada al sistema de transformación, la cual mejora sus relaciones salidas/entradas, efecto necesario en un suprasistema de supervivencia⁷⁶. La fuente de cambio más importante en los sistemas sociales es el

⁷⁴Ozbekhan (1969), considera la armonización del sistema con el medio ambiente, y los cambios en el sistema de valores de este (lo cual ocasiona generalmente fricciones entre los aferrados a los elementos tradicionales, y los deseosos del cambio, ver capítulo tres de Cadena, et.al., (1986), como propósitos fundamentales de la planeación, planteada en el contexto de la teoría general de sistemas, en van Gigch (1987), p.526.

⁷⁵en van Gigch (1987), p.526

⁷⁶Lo cual se deriva de la premisa: "...la necesidad es la madre de la invención..." (en Smothers (1989, p.160, en donde la necesidad es la supervivencia y desarrollo del sistema, y la invención se relaciona con los aspectos de conocimiento y tecnología utilizadas en el sistema de transformación.

proceso del aprendizaje humano⁷⁷, es decir, tanto el desarrollo de nuevo conocimiento, como las aplicaciones que pueden surgir de este conocimiento. Al hablar del logro de niveles más altos de evolución, logrando grados o estados deseados de competencia, mediante mecanismos prediseñados para tales fines⁷⁸ Dentro del contexto de la teoría de la evolución, resulta necesario comentar dos características, que han sido planteadas bajo el enfoque sistémico⁷⁹, y que aportan elementos de análisis, en la aplicación realizada en la presente investigación. Estas características, que pueden presentarse en sistemas vivientes de varios niveles, pueden dificultar la

⁷⁷"Evolución es como aprender", en Miller (1978), p.77. Los progresos evolucionistas se dan en forma consciente principalmente, en los sistemas con participación humana. En los sistemas a nivel puramente biológico, se puede pensar que la evolución se basa solamente en la selección natural, con mutaciones aleatorias o dirigidas por la consciencia universal.

⁷⁸Banathy (1989), presenta el concepto de aprendizaje evolucionista con el objetivo de lograr competitividad evolucionista, incluyendo elementos como la identificación y conscientización de un sistema de valores evolucionistas (creación, aprendizaje, cooperación, confianza, amor, altruismo, armonía, etc.); una ética evolucionista (autorealización, social, ecológica, etc.); competencia en grupos cooperativos (mediante una forma de pensar, habilidades, disposición, etc.); competencia con una visión o forma de pensar sistémica, holística, no reduccionista; desarrollo de habilidades y disposición para pensar y actuar con anticipación, creando imágenes deseables del futuro (planeación prospectiva).

⁷⁹Meadows (1980).

actividad de los sistemas complejos para el logro de sus objetivos y de su evolución.

El primer concepto, denominado adicción oficial, significa el cambiar o desviar la carga o responsabilidad del sistema, a un agente interventor, lo cual desarrolla un tipo de adicción. La estructura es la siguiente: las fuerzas correctivas naturales de un sistema, realizan un trabajo más o menos directo para mantener cierto estado (concepto de auto-control); un agente interventor externo decide ayudar, tomando ciertos niveles de responsabilidad en el sistema, y se establece un nuevo mecanismo que conduce al sistema al estado deseado, aunque resulte ser un espejismo de corto plazo. Pero en el proceso, las fuerzas correctivas naturales, inherentes al sistema (previas a la intervención), se debilitan y/o atrofian. El sistema se va durmiendo a lo largo del tiempo, y va alejándose del estado deseado, y el interventor tiene que incrementar cada vez más sus esfuerzos para mantener el estado. Finalmente, existe una tendencia a que una proporción creciente del trabajo que realizaba originalmente el sistema inicial, sea desarrollado por el interventor, es decir, la habilidad de desarrollar las actividades iniciales del sistema original se

ha debilitado, y quizás en forma irreversible⁸⁰. La pregunta sería ¿cuáles son las razones de que los mecanismos naturales de corrección estén fallando?, lo cual conduce a la toma de decisiones.

La tendencia hacia el bajo desempeño, segunda característica a presentar, se basa fundamentalmente en la premisa de que cualquier sistema que toma sus metas a partir de su propio desempeño, tenderá generalmente a ir hacia abajo, a empeorar gradualmente⁸¹. Al definir el estado deseado del sistema, y compararlo con su estado actual, se toman acciones de corrección de acuerdo a la discrepancia existente. Pero si el sistema no tiende hacia el estado deseado, por alguna razón, la percepción del estado actual irá modificándose, tendiendo a cambiar el estado deseado, estandarizándose el bajo desempeño

⁸⁰ Algunos ejemplos pueden ser: al substituir las funciones del páncreas con la insulina, este se atrofia; al substituir los formadores del niño las actividades de aprendizaje de éstos (ie. experiencia), los niños serán dependientes, con su capacidad individual disminuida; al proteger el estado el desarrollo industrial, se inhibe el esfuerzo propio y la competitividad no se desarrolla, lo cual disminuye la capacidad de desarrollo dependiendo de "papá gobierno".

⁸¹ Por ejemplo decrementos (relativos) de los niveles de productividad en una organización, en la participación de mercado, en la calidad, el incremento en la contaminación del aire o del agua, la creciente gordura de una persona, la inflación en un país, etc.

del sistema. De esta forma habrá una acción correctiva de menor fuerza, y se tenderá a que el estado del sistema vaya alejándose del deseado. Al establecer estándares absolutos, es decir, al no permitir que el desempeño anterior sea la guía para el establecimiento de metas presentes, puede romperse el ciclo negativo de retroalimentación. También puede romperse dicho ciclo, e incluso hacer que el sistema tienda a incrementar sus niveles deseados, al tomar los desempeños buenos como estándares, y los malos como eventos aleatorios de "mala suerte".

El aislamiento de un sistema constituye un factor fundamental en su evolución. Dicho aislamiento puede incluir tanto al fenómeno de adicción oficial, como al de tendencia hacia el bajo desempeño. El aislamiento permanente o el temporal, afecta directamente a la estructura, a la organización y a las medidas de desempeño del sistema, pudiendo retrasar, respecto a los otros subsistemas del mismo nivel, su velocidad y grado de evolución.

I.2.1.2 Modelaje.

El planificador retrospectivo, o el prospectivo al elaborar los escenarios de referencia, toma para elaborar el modelo,

elementos de dos fuentes de conocimiento que rigen el comportamiento del sistema de interés. La fuente teórica⁸², en la cual se trata de obtener un cuerpo de leyes con cierto nivel de desarrollo, que soporte los propósitos de la predicción, y la fuente empírica, la cual supone que al haber tenido en el pasado ciertas regularidades el sistema, entonces se rige por ciertas leyes que aunque aún no sean conocidas, de alguna manera garantizan el comportamiento del sistema en el futuro⁸³.

Un modelo, es una abstracción selectiva, una representación o sustituto de alguna parte de la realidad o del fenómeno de interés, el cual está constituido por sus elementos⁸⁴ más relevantes, expresando, en algún grado de rigurosidad⁸⁵, hipótesis y supuestos⁸⁶ acerca de sus interrelaciones. En este sentido, resulta imprescindible comentar brevemente algunos conceptos que se manejan en el proceso de modelaje:

⁸²Ver figura I.6, en donde se indican los dominios tanto del conocimiento existente en la ciencia de sistemas, como en el especializado de la disciplina(s) correspondiente(s).

⁸³Sachs (1980), p.35.

⁸⁴Variables, parámetros y constantes.

⁸⁵Ó formalidad; Thom (1987), p.26.

⁸⁶Sachs (1980), p.116.

El objeto de estudio, el cual se encuentra constituido por un conjunto de hechos o situaciones que son identificables y de interés al investigador. El objeto existe independientemente del observador y del conocimiento, sin embargo, el investigador percibe a dicho objeto (objeto percibido), en función de su punto de vista, paradigma⁸⁷ o "weltanschauung"⁸⁸. El investigador, mediante ejercicios de abstracción⁸⁹, conforma conceptos teóricos acerca del objeto percibido, con la finalidad de identificar sus características, las cuales serán plasmadas en el modelo, ente artificial que representa al objeto percibido, constituido por un esquema hipotético sobre la estructura del objeto de estudio⁹⁰, y que permite describir

⁸⁷El modelaje, ubicado en el enfoque de sistemas, o paradigma sistémico, es un planteamiento epistemológico, una forma particular de describir al mundo, como ya se comentó.

⁸⁸Del alemán, forma de ver al mundo, Wilson (1984), p.29.

⁸⁹Ackoff (1961), plantea los aspectos de abstracción y modelaje, como actividades necesarias en el proceso de entender la realidad, de la siguiente forma: "...una característica importante del enfoque científico a la solución de problemas es la actividad de abstracción; es decir, el análisis que separa conceptualmente lo que en la realidad no se encuentra separado: la forma y el contenido. La Lógica y las Matemáticas son el lenguaje de la estructura, y el científico translada la experiencia a este lenguaje, para estudiar la estructura".

⁹⁰Bunge (1985), p.41; Acar (1981), p.81.

y/o conocer, en cierto grado, al mismo objeto de estudio. La figura I.13 presenta un esquema integrador de los elementos arriba comentados, los cuales constituyen el proceso del modelaje⁹¹.

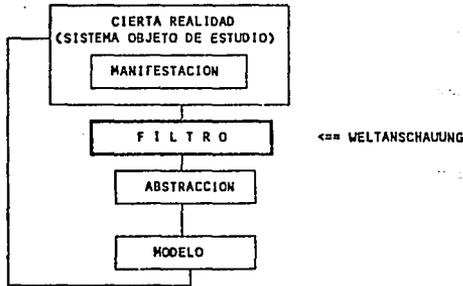


Figura I.13
El Modelaje.
Fuente: Adaptado de Wilson (1984), p.29.

⁹¹En la creación de modelos es posible identificar dos actividades básicas; la formulación y la construcción del modelo. La formulación se refiere a la actividad de delinear, en términos generales, los aspectos o elementos fundamentales del modelo (objetivos, variables decisionales y no decisionales, medidas de desempeño, parámetros, constantes, tipos de relaciones y restricciones), lográndose a través de la abstracción del objeto de estudio, conformar al objeto percibido y definir los elementos a utilizar en el modelo. La construcción del modelo es la actividad por medio de la cual, se logran establecer explícitamente las funciones matemáticas y/o estadísticas, que representan a la estructura formulada anteriormente. Otras concepciones del proceso de modelaje se encuentra en Roberts (1972).

Al tomar decisiones, dar una opinión, pronosticar algún acontecimiento, o en general, analizar sistemas social y/o físicos, se parte de una cierta estructura lógica⁹², un modelo implícito en el mecanismo mismo de realización de cada una de estas actividades. Sin embargo, en muchas ocasiones resulta conveniente trabajar con modelos explícitos, es decir, construidos fuera de la mente del sujeto, expresado por ejemplo, en el lenguaje simbólico de las matemáticas. El modelo explícito fuerza al sujeto a pensar claramente acerca del objeto de estudio, de identificar sus elementos y sus interrelaciones importantes.

En la actividad de toma de decisiones responsables, resulta peligroso basarse exclusivamente en la intuición, o en el modelo implícito existente dentro del sujeto, puesto que pueden omitirse y/o sesgarse tanto los elementos como sus

⁹²Se distinguen dos sentidos principales del término modelo, en las ciencias del hombre y de la naturaleza: "...el objeto modelo, en cuanto representación esquemática de un objeto concreto, y el modelo teórico, en tanto que teoría relativa a esta idealización... Hacer de las cosas (fenómenos) concretas, imágenes conceptuales (objetos modelos) cada vez más ricos, y expandirlos en modelos teóricos progresivamente más complejos y cada vez más fieles a los hechos, es el único método efectivo para apresar la realidad por el pensamiento... La razón es el instrumento que nos permite construir sistemas con la pobre materia prima de los sentidos y de la intuición. Bunge (1985), pp.33-35.

interrelaciones en el objeto percibido. La idea básica o fundamental de la metodología del modelaje se mantiene intacta, sin importar la forma del modelo a utilizar⁹³.

La estructura general del modelo en la toma de decisiones⁹⁴ es:

MEDIDA DE DESEMPEÑO = f (VARIABLES CONTROLABLES,
VARIABLES INCONTROLABLES)

SUJETO A RESTRICCIONES:

$$g_i \Leftrightarrow b_i$$

La estructura identifica varios elementos importantes. 1. La medida de desempeño, en base a la cual se evaluará el impacto de la decisión a tomar. 2. Las variables controlables, las

⁹³Starr (1974), p.73. La solución o la utilización del modelo, como ente representativo y simplificado de la realidad, debe de proporcionar ideas y opciones para poder afectar al sistema real, persiguiendo un propósito. El científico del comportamiento intentan descubrir cómo funcionan los individuos, grupos, organizaciones y sociedades, explicando comportamientos mediante modelos teóricos y modelos objeto. El científico administrativo además utiliza esa información, cuando es posible, para proporcionar guías a la organización, de acuerdo a las posibles implicaciones que se obtendrían a partir de determinadas acciones.

⁹⁴Ackoff (1962), p.28; Eppen & Gould (1991), p.28.

cuales representan a los instrumentos disponibles al tomador de decisiones para afectar al sistema. 3. Las variables incontrolables, las cuales representan a los factores del entorno del problema, que afectan a la medida de desempeño, sin que el decisor tenga una ingerencia sobre su comportamiento. Las restricciones, las cuales representan las limitaciones de todo tipo (físicas, económicas, tecnológicas, políticas, etc.), que afectan al sistema, y que el tomador de decisiones considera en forma explícita en su formulación.

En resumen, el modelo puede servir para alguno(s) de los siguientes objetivos: 1. Como método heurístico de conocimiento; 2. Como una herramienta para comunicar conceptos; 3. Como una herramienta para realizar pronósticos⁹⁵. Lo anterior es apoyado con el gran incremento que ha tenido la capacidad para el manejo de los modelos cada vez más complejos, considerando tanto el "software" como el "hardware" existente en la actualidad.

El modelaje proporciona una estructura para identificar y analizar problemas. Ayuda a representar al problema de una

⁹⁵Conocer el comportamiento futuro del sistema. Gelman & Macias (1982), p.5.

manera más concisa y comprensible. Facilita trabajar simultáneamente con todas las relaciones del modelo⁹⁶. La toma de decisiones, en sistemas complejos, necesita de apoyos metodológicos y teóricos, debido a que los eventos con mucha suerte no suceden con mucha frecuencia, y entre más complejos son los fenómenos modelados, es más difícil lograr su visualización y su síntesis.

Por otro lado, es común encontrar argumentos en contra del modelaje⁹⁷, los modelos formales contienen muy pocas variables como para representar adecuada o totalmente la realidad; los problemas se pueden resolver solamente por inspección; las principales variables del fenómeno de estudio no se encuentran consideradas en el modelo; la modelación obliga a suponer que no existe variación estructural en el fenómeno de estudio; se supone poseer un nivel de conocimiento suficiente del objeto de estudio, como para realizar un ejercicio válido; la modelación requiere que se midan todos los aspectos del objeto de estudio, lo cual no siempre es posible.

⁹⁶Hillier & Lieberman (1982).

⁹⁷Por ejemplo en Acar (1981); Sachs (1980); Phillips (1976).

Estos argumentos surgen debido fundamentalmente a la falta de comprensión del enfoque mismo del modelaje. Si por ejemplo, se pretende que el modelo considere "todas" las variables y la estructura total del objeto de estudio, ya no sería un modelo, sino el mismo objeto de estudio. El modelaje es un método que tiene sus ventajas y sus desventajas, sin embargo, al conocer su esencia, es posible aplicarlo en las situaciones que pueda ser de más utilidad, y que aporte más beneficios, en relación a otros métodos que se pudieran aplicar en esa misma situación. Normalmente el principal problema es tanto la formulación como la construcción de modelos eficientes, ya que el manejo de éstos, generalmente se reduce a aspectos técnicos⁹⁸. En la figura I.14 se presenta una clasificación de modelos, de acuerdo a varios criterios que comúnmente⁹⁹ se consideran para tal fin.

⁹⁸Solución de ecuaciones, corridas de programas, simulaciones, optimización, etc.

⁹⁹Sachs (1980), pp.117-129; Ackoff (1962); Eppen & Gould (1991).

CRITERIO DE CLASIFICACION	CATEGORIAS
Tipo de Estructura	- Simbólicos - Analógicos - Icónicos
Consideración de elementos estocásticos	- Determinísticos - Probabilísticos
Consideración explícita de la dimensión tiempo	- Estáticos - Dinámicos
Tipo de conducta	- Homeostáticos - Inestables
Interacción externa	- Cerrado - Abierto
Consideración del nivel estructural del objeto de estudio	- Caja Negra - Caja Translúcida
Consideración del nivel de interdependencia entre los elementos del sistema	- Modelos Causales - Modelos de Series de Tiempo
Consideración de su uso	- Optimización - Simulación

Figura I.14
Tipos de modelos.

Los modelos simbólicos, constituidos por símbolos que representan a los elementos del fenómeno de interés, son los modelos matemáticos, en los cuales son representados por medio de simbología, a los elementos del sistema de interés. Los modelos analógicos, son los que representan al fenómeno de interés, por medio de un sistema que mantiene comportamientos

equivalentes con el fenómeno de interés. Los modelos icónicos son aquéllos que guardan características físicas del fenómeno de interés, como por ejemplo una maqueta. Los modelos determinísticos son aquéllos que a cada determinado conjunto de entradas, corresponde un sólo conjunto de salidas, en contraposición a los probabilísticos, que a cada conjunto de entradas, se pueden tener varios conjuntos de salidas, determinadas por principios estocásticos considerados en la estructura del modelo.

Los modelos dinámicos consideran como entradas, para sus periodos de tiempo t , alguna(s) salidas de periodos anteriores, a los cuales también se les denomina modelos con retroalimentación¹⁰⁰. Cuando se considera que la estructura del sistema se modifica en el tiempo, se requieren técnicas mucho más sofisticadas que al modelar sistemas estático-estructurales. En los sistemas dinámicos se consideran tanto

¹⁰⁰"...los conceptos de retroalimentación, de información, de comportamiento sistémico, de modelos matemáticos, de interrelaciones dinámicas, y la computadora digital para simular interacciones, hacen posible realizar diseño experimental de sistemas...El tomador de decisiones puede tener un laboratorio de diseño para ayudarlo en la creación de mejores políticas de control, y de flujos de información. Esto lleva a ampliar y profundizar en la educación del tomador de decisiones, y a desarrollar algunas de sus capacidades..." Forrester (1980), p.43.

las relaciones funcionales entre los elementos del sistema, como las relaciones de cambio de dichos elementos consigo mismos y con otros elementos nuevos y/o pre-existentes. Por lo tanto, en el estudio de los sistemas dinámicos se deben de considerar tanto su estructura como su evolución, tratando de identificar las relaciones funcionales en el tiempo, y establecer, si es posible, hipótesis y/o leyes de evolución, en base a las regularidades de su comportamiento pasado.

Los modelos homeostáticos contienen procedimientos estructurales que fuerzan a que los valores de ciertas variables permanezcan dentro de ciertos límites o que tiendan a cierto valor límite¹⁰¹. Los modelos cerrados no aceptan ingerencia externa, con el objetivo de modificar alguna característica o valor de alguna variable en cualquier instante, es decir, son especificados en un inicio, al momento de construirlo, tanto en sus valores iniciales, como en su estructura y su dinámica. Los modelos abiertos sí permiten

¹⁰¹Muchos de los modelos utilizados en planeación prospectiva son de conducta inestable, en los cuales los valores de las variables van tomando valores cada vez más alejados de los límites permisibles, debido principalmente a que actualmente todavía se sabe muy poco de los mecanismos sociales de adaptación y regulación, por lo que no pueden ser incorporados en dichos modelos. Sachs (1980), p.126.

dicha ingerencia, la cual puede ser por ejemplo, la modificación de algún parámetro en un determinado período de tiempo, o la toma de alguna decisión que el usuario del modelo deba realizar en determinados períodos.

Respecto al nivel de consideración de la estructura interna del sistema focal, o fenómeno de estudio, se identifican los dos casos extremos al modelar un sistema. Por un lado se tienen los modelos tipo "caja negra"¹⁰², en donde no se consideran los mecanismos internos, sino exclusivamente las relaciones entre las entradas y las salidas, por medio de funciones de transferencia; por otro lado, los modelos tipo "caja translúcida"¹⁰³, en donde sí se consideran los mecanismos internos, que ocasionan que ciertas entradas tengan o logren ciertas salidas.

El término caja negra representa un concepto cibernético, un dispositivo teórico de entrada-salida, inventado por Maxwel¹⁰⁴,

¹⁰²También llamados modelos fenomenológicos, Bunge (1985), p.56; Schedrovitzky (1966), p.38; Gelman (1982), p.8.

¹⁰³También llamados modelos estructurales, modelos de caja transparente o modelos de caja blanca. Bunge (1985), p.63; Schedrovitzky (1966), p.38; Gelman (1982), p.8.

¹⁰⁴Ranulph (1979).

que se utiliza en Ingeniería Eléctrica. La caja negra es una "máquina desconocida", cuyo mecanismo oculto, se supone puede ser determinable. La idea original es que al considerar una caja cerrada, con terminales de entrada y salida, al aplicar diferenciales de potencial a la entrada, y observar la salida, se averigua el comportamiento de la caja. Dicho concepto se puede aplicar a la gran mayoría de los sistemas, tanto naturales como de la actividad humana¹⁰⁵. Este tipo de modelos representan al objeto de estudio por medio de funciones que relacionan las entradas con las salidas¹⁰⁶, es decir:

$$S = f (E)$$

En donde S representa el conjunto de salidas del modelo; E el conjunto de entradas; y f el conjunto de funciones de transferencia del modelo.

Este tipo de modelos requieren una gran cantidad de información para ser especificados confiablemente, debido que para conocer f se requiere un análisis matemático-estadístico. Las teorías

¹⁰⁵Lilienfeld (1984), p.58.

¹⁰⁶Wilson (1979), p.30.

basadas en los modelos tipo caja negra son las más "firmemente ancladas en la experiencia", puesto que a pesar de que no se conozcan los mecanismos internos del objeto de estudio, o que el conocimiento de este se modifique, las teorías surgidas de este tipo de modelos siguen vigentes¹⁰⁷. Sin embargo, tanto las teorías como los pronósticos surgidos a partir de la utilización de este tipo de modelos, se restringen a que las relaciones y tendencias se conserven en el alcance de la generalización realizada (inductivamente) en el futuro considerado.

Los modelos tipo caja translúcida, consideran los mecanismos del objeto de estudio, identificando y describiendo las interrelaciones o mecanismos que existen en su interior, y que hacen que ciertas entradas tengan o logren ciertas salidas. Los mecanismos internos de la caja se encuentran "a la vista", es decir, idealmente se conocen. La estructura de este tipo de modelos es la siguiente:

$$S = f (E, I)$$

¹⁰⁷Bunge (1985), p.78.

En donde I representa las variables intermedias que forman parte de los mecanismos internos que conectan las entradas con las salidas.

La diferencia fundamental entre los modelos tipo caja negra y caja translúcida, se pueden resumir de la siguiente manera:

"...si se supone un mecanismo, es posible derivar su funcionamiento, en tanto que si se da este último, solo cabe adivinar el primero..."¹⁰⁸.

Es decir, en el caso de los modelos tipo caja translúcida, se realizan hipótesis sobre mecanismos internos, y a partir de estos, se derivan funcionamientos, confirmando las hipótesis, siempre y cuando se verifiquen los siguientes puntos: dar cuenta del funcionamiento observado; preveer hechos nuevos más allá de los que pueden ser previstos con modelos caja negra; y estar de acuerdo con la masa de leyes conocidas, acerca del fenómeno de estudio.

¹⁰⁸Bunge (1985), p.22; 1983.

Un camino lógico para plantear modelos, es el considerar primeramente la estructura más general, más agregada, más tipo caja negra, con la finalidad de aclarar los objetivos generales y las variables a considerar, tanto de entrada como de salida. Posteriormente es posible ir identificando mecanismos internos, aplicando conocimientos ya existentes, o creando nuevo conocimiento, siempre bajo el enfoque guía del objetivo del modelo. En este proceso se eliminan o se consideran nuevas variables, se modifican supuestos, etc.

En la generalidad de los casos, el modelo se obtiene como una mezcla de ámbos extremos. El modelo tipo caja translúcida puede proporcionar valores de las salidas más confiables, sin embargo, su desarrollo implica la necesidad de contar con estudios muy especializados sobre los mecanismos internos del sistema. A pesar de su eficiencia, en muchas ocasiones su elaboración se enfrenta a serias dificultades por la falta de conocimiento de los mecanismos internos, y de la complejidad del objeto de estudio. La mejor guía para la construcción de modelos, logrando algún punto entre los dos extremos mencionados, depende estrechamente del objetivo de la creación del modelo, del tipo y calidad de la información disponible, del nivel de conocimiento de los mecanismo internos, y del

tiempo y recursos disponibles. Es posible avanzar dentro del camino empírico (modelos tipo caja negra), pero siempre se mantendrán las características de este tipo de modelos, hasta el momento en que en la descripción estructural, se incluyan elementos lógico-abstractos del objeto.

Al modelar un sistema de transformación entradas-salidas, comentado en la sección anterior, el conjunto de actividades interconectadas se definen en base a dependencias lógicas¹⁰⁹. Dichas dependencias se encuentran identificadas en función del enfoque o del punto de vista de interés, que a su vez determina los objetivos, las medidas de desempeño, los mecanismos de monitoreo y control, las fronteras, los recursos y la jerarquía del sistema¹¹⁰.

¹⁰⁹Checkland (1981), p.26.

¹¹⁰O modelo formal de sistemas. El enfoque o punto de vista que se va a utilizar para analizar el sistema es el "Weltanschauung", ya comentado, el cual representa una especie de filtro o sesgo que el observador tiene o desea tener, al captar los fenómenos que le rodean. Por ejemplo, una organización empresarial puede ser analizada a partir de diferentes enfoques, dentro del concepto de sistema de transformación, en donde cada visión determina los elementos del modelo formal de sistema: un sistema que satisface (salida) necesidades respecto a ciertos productos, a partir de ciertas limitantes de recursos de producción (entradas); un sistema que proporciona (salida) rendimientos financieros a partir de necesidades de lucro (entradas); un sistema que forma profesionistas (salidas) a partir de personas sin conocimientos (entradas); un sistema que proporciona amistades (salida) en

Si se considera el nivel de interdependencia de los elementos del sistema, se identifican dos categorías de modelos; los de series de tiempo y los causales o estructurales. Los modelos tipo series de tiempo son básicamente modelos de tendencia, en los cuales se consideran comportamientos pasados de una variable, para poder pronosticar o extrapolar sus propios valores futuros. Algunos ejemplos de este tipo de modelos son los de descomposición, y los de suavizamiento. Los modelos causales son los que están estructurados en base a relaciones entre las variables, considerando que a futuro se mantendrá la estructura identificada en su pasado. Los modelos de regresión lineal y no-lineal son un ejemplo de este tipo de modelos.

I.2.2 Métodos Informales de Planeación.

Los procedimientos informales de planeación son aquéllos con un alto nivel de subjetividad y de informalidad. En general, dichos procedimientos proporcionan guías para organizar la totalidad del ejercicio de planeación (prospectiva), lo cual permite una complementareidad con los procedimientos formales. Los procedimientos informales son necesariamente especulativos,

una sociedad individualista (entrada), etc. Checkland (1981), p.27.

lo cual dificulta su evaluación, a menos que se realice en forma individual, es decir, caso por caso de aplicación. Se reconoce la necesidad de formalización de este tipo de procedimientos, incluso por la mayoría de sus defensores¹¹¹, sin embargo, tal vez nunca se logre, debido a la existencia del aspecto subjetivo del ser humano, además del científico y racional. A continuación se realiza una síntesis de los diferentes planteamientos informales¹¹²:

A. Proyecciones Intuitiva y Especulativa: Proyecciones sin modelo formal; debido a que resulta difícil construir un modelo "válido" de los sistemas (sociales), que en realidad son sumamente complejos, es preferible utilizar un esquema no formal, que sea manipulado por un experto, informado y talentoso. A este tipo de planeación se le ha denominado también como futurismo¹¹³. El Contextualismo; en donde se pretenden realizar proyecciones informales basadas en el contexto del sistema, realizando más bien proyecciones del medio ambiente del sistema, que del propio sistema. El sistema

¹¹¹Sachs (1980), pp.217-218.

¹¹²Ibid., pp.181-218.

¹¹³Ibid., p.184.

debe de comportarse de la mejor forma, para adaptarse al medio ambiente¹¹⁴.

B. Procedimientos Grupales: en donde se pueden clasificar los procedimientos más estructurados y los no estructurados. En el primer grupo se encuentran las Técnicas de Encuesta: La Técnica Delphi; la cual se basa en un proceso de consulta a un grupo de expertos, por escrito para no tener el problema de los sesgos que pueden producirse en consultas orales y en grupo. Se realiza iterativamente, retroalimentando con las estadísticas de las opiniones anteriores, y presentando los casos extremos para su reconsideración, hasta lograr un cierto consenso sobre el tópico de planeación¹¹⁵. La Técnica TKJ; técnica desarrollada en Japón, la cual trata de aprovechar los conocimientos existentes en dinámica de grupos, para estructurar un procedimiento de planeación en equipo de no más de diez miembros, buscando una síntesis en el enfoque de planteamiento y solución de problemas.

¹¹⁴Ibid, p.185.

¹¹⁵Wheelwright & Makridakis (1973); Sachs (1980).

En la categoría de procedimientos no estructurados, con la idea de no disminuir los efectos de la interrelación grupal, como pueden ser lo espontáneo de la discusión, pero con la finalidad de crear consenso como en las técnicas de encuesta. La creación de escenarios normativos es el factor común de este tipo de procedimientos, en donde el grupo de participantes, pueden seguir diferentes técnicas operativas para lograr tal fin. Al considerar este procedimiento dentro de la categoría de planeación informal, cabe la fantasía, la creatividad y la originalidad, sin pretender caer en la utopía¹¹⁶. En este caso no se realiza un modelo que proporcione información sobre la dinámica del sistema, solamente se realiza intuitivamente y por discusión.

¹¹⁶Sachs (1980), p.196.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTOS SIGNIFICATIVOS RELACIONADOS CON LA PRESENTE INVESTIGACION

II.1 Organización y Competitividad.

II.2 Productividad.

II.2.1 Definición de Productividad.

II.2.2 Elementos Modificadores de la Productividad.

II.2.3 Medición de la Productividad.

II.3 Ciencia, Tecnología e Investigación.

II.4 Planeación Sobre Aspectos Científico-Tecnológicos.

II.4.1 Conceptualización del Sistema C&T.

II.4.2 Planeación del Sistema C&T.

II.4.3 Técnicas utilizadas en la Planeación del Sistema C&T.

Los planteamientos realizados alrededor de los temas de planeación de la inversión en actividades científico-tecnológicas, organización y competitividad, planeación estratégica, productividad, enfoque sistémico, crecimiento y desarrollo, se encuentran diseminadas en varias áreas del conocimiento. Por ejemplo, en el área de planeación y sistemas se han realizado modelos de aspectos tanto particulares como globales, desde la conceptualización hasta en las aplicaciones de diversas técnicas para pronosticar estados futuros del sistema¹¹⁷.

El tema de productividad se ha tratado también en diferentes niveles y en diferentes áreas, como en ingeniería, administración y economía, e inclusive ha habido investigaciones¹¹⁸ que tratan aspectos específicos como la medición de la productividad. En especial, en el área de economía se han tocado estos puntos, tanto a nivel microeconómico en la teoría de la empresa, como a nivel macroeconómico en la teoría del desarrollo. Las teorías sobre la tecnología y sobre el concepto de ciencia se han tratado en

¹¹⁷ Forrester (1975 y 1980).

¹¹⁸ Soesan, referida en Eilon (1976).

áreas tan opuestas aparentemente como podrían ser la filosofía y la ingeniería. El tema de la planeación de la tecnología, tanto a nivel micro como a nivel macro se ha tocado en áreas como la administración, la sociología, la economía, las ciencias políticas, etc.

A continuación se presentan los principales planteamientos que han sido desarrollados en relación a dichos puntos, con el objetivo de proporcionar una visión básica que pueda ser de utilidad para el desarrollo de la presente investigación, de tal forma que sirvan como marco en la formulación de la conceptualización de planeación de escenarios tecnológicos.

Estos planteamientos se presentan organizados en cuatro áreas principales:

1. Organización y competitividad.
2. Productividad.
3. Ciencia, tecnología e investigación.
4. Planeación sobre aspectos científico-tecnológicos.

II.1 Organización y Competitividad.

Una de las características fundamentales del ser humano es la tendencia a organizarse para lograr sus objetivos. Pero esta organización, a diferencia de otros seres vivos, la realiza en

forma consciente, utilizando sus capacidades intelectuales, y no solo por instinto.

El ser humano ha desarrollado conocimiento en una gran cantidad de áreas, con el objetivo de valerse de su entorno tan complejo que lo rodea, para poder desempeñar sus actividades y lograr sus fines. Estas diferentes áreas del conocimiento, las cuales estudian al cosmos a partir de diferentes puntos de vista, han sufrido gran cantidad de clasificaciones. Por ejemplo, en una primera clasificación¹¹⁹, se identifican las ciencias formales o las que estudian las ideas¹²⁰, y las ciencias factuales que estudian los hechos, dividida esta última en natural y cultural. A pesar de que las ciencias naturales y las culturales se complementan para que el ser humano lidie con su entorno, las primeras han tenido un desarrollo mucho mayor debido a dos puntos fundamentales; primero, tienen un carácter práctico y directo con el entorno, utilizándolo, controlándolo o transformándolo, con el objetivo de satisfacer sus necesidades físicas. Es decir, creando tecnología, o conocimiento aplicado. Segundo, debido a que han sido más

¹¹⁹ Bunge (1983), p.41.

¹²⁰ Lógica y Matemáticas, cuyos objetos de estudio no se refieren a nada que se encuentre en los hechos.

claras las regularidades que se han distinguido o que se manifiestan en las ciencias naturales que en las culturales.

Las ciencias culturales, relacionadas con diferentes aspectos de la actividad humana¹²¹, revisten una gran complejidad, precisamente porque el ser humano se encuentra involucrado. Y el comportamiento de éste, se encuentra entre dos fuerzas fundamentales, por un lado sigue ciertas regularidades¹²² naturales, por su carácter físico-químico, e incluso social, moral y/c psicológico; y por otro, por sus elementos intrínsecos de iniciativa, razonamiento, creatividad, etc., lo cual hace que se rompan muchas de las regularidades o inercias naturales.

El ser humano tiene la capacidad de imaginar algún objetivo, un objetivo que aún no existe, y "armar" todo un proyecto, una empresa, una organización para lograrlo. El ser humano tiende a seguir un comportamiento orientado al logro de objetivos, los cuales pueden clasificarse de acuerdo a su alcance o magnitud

¹²¹ Psicología, Sociología, Economía, Política, etc.

¹²² En Checkland (1981), p.116, se plantean algunas ideas del comportamiento del hombre como máquina, y sobre los correlatos entre ésta y las actividades eléctricas cerebrales.

en seis niveles: nivel personal o proyecto de vida; nivel organización o empresa; nivel rama industrial; nivel país; nivel conjunto de países, y nivel mundial. Estos seis niveles mantienen ciertas características isomórficas¹²³, que posteriormente se comentarán.

Algunas de las áreas de conocimiento, dentro de las ciencias culturales arriba mencionadas, han servido como pilares básicos en la constitución de la teoría de la organización. Algunos ejemplos son la psicología y la antropología, las cuales aportan conocimientos relativos al ser humano, su comportamiento¹²⁴, su lenguaje, sus creaciones, etc.; y la teoría económica, en base a la cual se toman gran cantidad de decisiones dentro de las organizaciones.

Asimismo, dentro del concepto de organización, se involucran también las ciencias naturales, debido fundamentalmente a que no solo se involucra en la organización a seres humanos, sino que estos seres humanos tratan con aspectos de la naturaleza,

¹²³ Isomorfismo del griego isos, igual y porphè, forma.

¹²⁴ Knowles & Saxberg (1967), pp.22-40, identifican dos polos inherentes en la naturaleza humana, por un lado, el ser humano es agresivo y competitivo, y por otro, el ser humano es cooperativo.

con materiales físicos, con procesos de transformación físicos, químicos y/o biológicos. Lo anterior nos muestra la amplitud de áreas de conocimiento, visto desde el punto de vista de la división artificial de la naturaleza, que el ser humano debe de tratar, para lograr la realización de sus proyectos, y así, de sus fines. La organización utiliza entonces, habilidad, conocimiento y técnica, tiene estructura que integra sus actividades y tiene fines a lograr.

La organización ha sido estudiada y clasificada desde diferentes puntos de vista. Por ejemplo, para Boulding¹²⁵, es un sistema social complejo de nivel ocho¹²⁶, definiéndola como un conjunto de actividades interrelacionadas por medio de canales de comunicación. Enfatiza la relación que tienen las actividades que realizan las personas respecto a sus propios aspectos personales, sin involucrar explícitamente conceptos de tecnología.

¹²⁵ Boulding (1956), pp.197-208.

¹²⁶ Ver capítulo uno.

Otros conceptos que han sido identificados¹²⁷ como características fundamentales de una organización son: su carácter de sistema abierto¹²⁸ con complejidad creciente, con más interdependencia de sus partes o subsistemas, con más integración y más heterogeneidad; con cierta dinámica¹²⁹, con entropía negativa¹³⁰ y con una vida más extensa que la de sus partes; con objetivos múltiples en función de su medio ambiente

¹²⁷Una clasificación de las investigaciones realizadar en la revista ASQ, entre 1959 y 1979, considerando el enfoque de cada uno de los artículos de acuerdo a la escala de Boulding, reflejó que ningún artículo de los analizados consideró a la organización en el nivel que le corresponde (ocho). Los enfoques que se utilizan para estudiar a la organización la sitúan en el rango de cuatro y cinco de complejidad, correspondientes a sistemas abiertos y a sistemas con crecimiento respectivamente. Al analizar el tipo de lenguaje utilizado, se observó que al paso del tiempo se ha utilizado un lenguaje más directo, más matemático. Lo anterior refleja lo limitado que aún se encuentra el estado de la metodología científica en el área, su tendencia y el nivel de desarrollo teórico en las ciencias culturales, y específicamente en las correspondientes a la organización. Daft (1980).

¹²⁸ En Chiavenato (1981) se cita a Herbert Spencer, a Schein, p.588, a Katz y Khan, p.588, al modelo sociotécnico de Tavistock, p.594.

¹²⁹ La cual puede ser estudiada desde el punto de vista de la teoría de la evolución, ver entre otros a Boulding (1956), a diferentes artículos publicados en Systems Research, vol.6, no.3, (1989) y en el capítulo uno de la presente investigación.

¹³⁰ Cuando pretende mantener su existencia en forma activa, ya que tiende a la extinción si no reacciona.

y de sus integrantes, con equifinidad¹³¹. Miller (1978) la clasifica en un quinto nivel¹³², dentro de su teoría de sistemas vivientes. Es un sistema de actividad humana, constituido por seres humanos, recursos materiales, artefactos o maquinas (tecnología), con objetivos, tareas específicas, normas, valores, cultura y clima organizacional como reflejo de las normas y valores.

El administrador¹³³ es el coordinador de los recursos humanos y materiales, orientados al logro de ciertos objetivos, "es el elemento de la sociedad especializado en hacer productivos a los recursos, es decir, con la responsabilidad de organizar el avance económico, reflejando el espíritu básico de la edad moderna. Se necesita al administrador para convertir los recursos desorganizados de hombres, máquinas, materiales, dinero, tiempo y espacio, en una empresa útil y efectiva¹³⁴".

¹³¹En el sentido de lograr salidas u objetivos, a partir de diferentes estados del sistema de transformación u organización.

¹³²Ver capítulo uno.

¹³³Lato sensu.

¹³⁴Kast & Rosenzweig (1974), p.6.

Dos enfoques que consideran explícitamente el aspecto tecnológico en la organización son los planteados por Dorgham¹³⁵ y por Tavistock¹³⁶, los cuales describen sendas conceptualizaciones de los diferentes subsistemas que componen a la organización, así como sus correspondientes actividades. En las figuras II.1 y II.2 se presentan dichos planteamientos. Dorgham enfatiza el concepto de administración de la tecnología como el subconjunto formado por la intersección del subsistema científico-ingenieril, con el de directivo-administrativo.

Según el modelo Tavistock, la organización eficiente, considerada como un sistema abierto, debe tomar en cuenta tanto las entradas, valores y aspiraciones, al subsistema social (del entorno), como también las entradas al subsistema técnico, es decir materias primas, equipos e información, para lograr realizar su tarea primaria. La tarea primaria de una empresa es la que debe de llevar a cabo para sobrevivir. La organización es un medio para lograr un fin, siendo éste el desarrollo óptimo de su tarea primaria.

¹³⁵M.A. Dorgham (1985), sección editorial, director editorial del International Journal of Technology Management.

¹³⁶Chiavenato (1981), p.594.

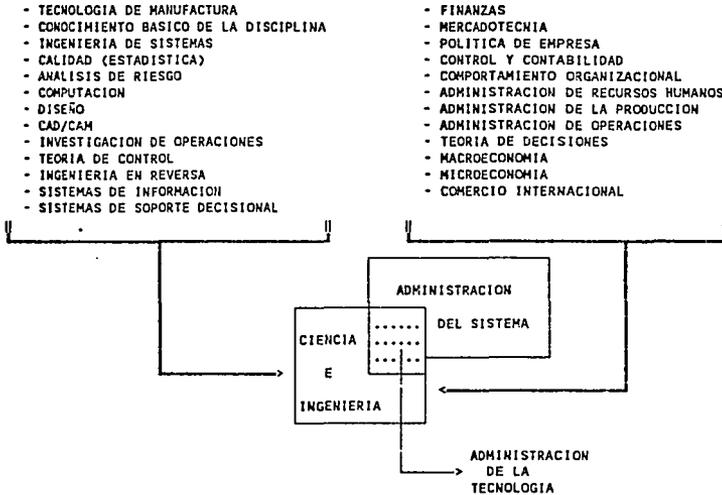


Figura II.1
La organización según Dorgham.
Fuente: Dorgham (1986), ed.

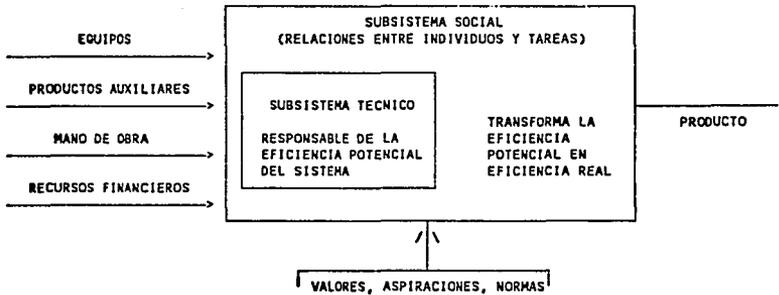


Figura II.2
Modelo de Tavistock para la organización.
Fuente: adaptado de Chiavenato (1981), p.561.

Por otro lado, las ideas fundamentales alderredor del concepto de competitividad, se han tratado en varias áreas de conocimiento, sin embargo, en el trabajo realizado por Smith¹³⁷, se plantean los fundamentos que han dominado gran parte del pensamiento occidental en la materia. En dicho trabajo, se plantea a la competencia como mecanismo natural y automático de control. Posteriormente, Ricardo (1888), plantea la idea de la ventaja comparativa en base a la idea de Smith, dando origen a las bases de la teoría del comercio internacional.

El intercambio de bienes y servicios, entre países, se basa fundamentalmente en que algunos de éstos pueden ofrecer satisfactores a algunos otros, con determinadas ventajas comparativas. Cada país se beneficia del comercio internacional si se especializa en la producción y exportación de productos que requieren relativamente más entradas de sus correspondientes factores que tenga en forma abundante, y si importa aquellos productos que requieren relativamente menor cantidad de entradas de sus factores más escasos. Asumiendo que los precios en cada país son proporcionales a los costos, y estos son determinados por la disponibilidad de sus factores de

¹³⁷Smith (1776).

producción. Estas ventajas comparativas se pueden resumir en tres características básicas: precio, calidad y disponibilidad, los tres elementos base que a cada consumidor (país) le interesa. Cada país se especializa en la producción de ciertos productos, lo cual afecta alguno/s de los tres factores arriba mencionados, a los que los consumidores son sensibles¹³⁸.

La idea de la ventaja comparativa puede aplicarse a sistemas vivientes de varios niveles, como a sectores industriales, a empresas y a personas, y no solo a países¹³⁹, y considerar que los factores abundantes no solo son físicos como los materiales, sino también factores intangibles como el conocimiento, la habilidad, la experiencia, la tecnología, la educación, etc.

La competencia en un sector industrial opera en forma continua, con el efecto de reducir el rendimiento sobre la inversión (ROI), con el límite de éste determinado en condiciones de libre competencia. Dicho límite inferior considera tanto a la tasa libre de riesgo, como una prima por el riesgo del proyecto

¹³⁸Starr (1989), p.17.

¹³⁹Porter (1982), p.52.

que toma el inversionista. Si el ROI real es mayor al ROI mínimo del sector, habrá incentivo para realizar nuevas inversiones. "...la interacción de las fuerzas competitivas en un sector industrial determina el grado hasta el cual esta reinversión del capital ocurre, y a la vez controla el flujo de fondos del mercado libre, y consecuentemente, la habilidad de las empresas para mantener rendimientos por arriba del promedio..."¹⁴⁰. En la figura II.3 se presenta el esquema de diagnóstico y estrategia de un sector industrial, planteado a partir de las ideas base desarrolladas por Porter¹⁴¹.

DIAGNOSTICO O ANALISIS ESTRUCTURAL DEL SECTOR INDUSTRIAL	DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA COMPETITIVA (OFENSIVA O DEFENSIVA)
FUERZAS COMPETITIVAS:	LINEAMIENTOS GENERALES:
<ol style="list-style-type: none"> 1. AMENAZA DE INGRESO 2. AMENAZA DE SUBSTITUCION 3. COMPETIDORES POTENCIALES 4. PODER NEGOCIADOR DE LOS PROVEEDORES 5. RIVALIDAD ENTRE COMPETIDORES 	<ol style="list-style-type: none"> 1. LIDERAZGO EN COSTOS 2. DIFERENCIACION 3. SEGMENTACION

Figura II.3
Marco de Diagnóstico y Desarrollo de Estrategia Competitiva.
Fuente: Porter (1982), pp.24-58.

¹⁴⁰Ibid., p.25.

¹⁴¹Ibid., p.24.

Las fuerzas competitivas determinan la intensidad de la competencia del sector a considerar. Las fuerzas más poderosas son las que condicionan el desarrollo de la estrategia. La estructura fundamental del sector, determinado por la magnitud relativa de las fuerzas competitivas, e identificada por medio del análisis estructural o diagnóstico del sector competitivo, debe diferenciarse de los factores de corto plazo que pueden afectar la competencia y la rentabilidad de forma transitoria. Dicho análisis debe realizarse considerando el entorno económico y tecnológico, que representa la base para la determinación de la estrategia competitiva¹⁴².

La primera línea estratégica, liderazgo en costos, se caracteriza por la reducción al mínimo de costos y gastos relacionados con la compra de materia prima, proceso de transformación y comercialización en los sistemas de transformación (ST), tanto a un nivel nacional como a niveles internacionales¹⁴³. Se requiere volúmen, y se enfatizan las actividades de ingeniería de proceso, supervisión de mano de obra, diseño de productos que faciliten el proceso de

¹⁴²Ibid.

¹⁴³Porter (1986), pp.46-52.

transformación, y un sistema de distribución de bajo costo¹⁴⁴. La variable de desarrollo tecnológico del proceso es crucial. A pesar de que esta estrategia sugiere una minimización en la inversión en I&D¹⁴⁵, esto puede representar un espejismo de corto plazo, ya que la inversión en I&D y en ciencia básica, es la que realmente tiene un efecto en la productividad del ST a largo plazo¹⁴⁶.

Si en lugar de realizar I&D internamente en el sistema, se adquiere la tecnología mediante la compra de maquinaria y equipo y de asesoría, con el objetivo de mejorar el proceso de transformación, esto implica dependencia, del ST, de elementos externos, lo cual incide en el esquema de las cinco fuerzas competitivas de manera que no necesariamente es positiva. La variable de desarrollo tecnológico puede ser manejada de tal forma que desarrolle ventajas competitivas, implicando proyectos de planeación adecuados, puesto que dicha variable no es de corto plazo. ¿ A qué se debe que un ST vaya perdiendo participación de mercado ?, ¿ se debe acaso a los fracasos en

¹⁴⁴Ibid., p.61.

¹⁴⁵Ibid, p.56.

¹⁴⁶Mansfield (1984), p.128.

los planes y programas estratégicos, al nivel de capacitación y educación de sus integrantes, a la falta de apoyos y/o incentivos, a la falta de visión de mediano y largo plazo, a la falta de planeación eficiente, a la estructura del propio ST ?. La supervivencia del ST su bienestar y su seguridad dependen en gran medida del éxito que se tenga en la identificación y saneamiento de estos problemas¹⁴⁷.

La segunda línea estratégica, de diferenciación del satisfactor, consiste en crear algo que se perciba en el mercado como único¹⁴⁸. El satisfactor puede ser diferente por su diseño, por su tecnología, por su servicio, por su distribución, etc. Normalmente los costos son mayores que en la primera línea estratégica, y se requiere una fuerte ingeniería e I&D de producto, creatividad y reputación de la empresa.

La tercera línea estratégica, alta segmentación, consiste en enfocarse sobre un grupo de compradores en particular, un segmento de línea de producto, un área geográfica, etc., lo que permite servir con mayor eficacia y/o eficiencia que los

¹⁴⁷Dorgham (1986).

¹⁴⁸Porter (1982), p.58.

competidores que lo hacen en forma general.

En el plano internacional, en el cual se está dando una dinámica asombrosa, se está tendiendo hacia la globalización de la competencia, las estrategias competitivas se han vuelto más complejas y coordinadas (producción multinacional) entre las diferentes actividades complementarias a nivel mundial¹⁴⁹, los gobiernos han tomado acciones tanto de promoción como de protección¹⁵⁰, requiriendo nuevas relaciones entre éstos, es posible la venta de un producto en varios mercados simultáneamente, la diversificación internacional disminuye riesgos, la experiencia del recurso humano se enriquece¹⁵¹ y a nivel agregado se mezclan tanto las ventajas como las desventajas comparativas¹⁵², logrando ciertos promedios globales de eficiencia, lo cual tiene reflejos en su estatus competitivo respecto a los otros países.

¹⁴⁹Incluyendo todas las áreas funcionales clásicas de la organización.

¹⁵⁰Ver en el capítulo uno los temas de proteccionismo y de tendencia hacia el bajo desempeño.

¹⁵¹Grosse & Kujawa (1988), pp.34-35.

¹⁵²Porter (1986), p.40.

"...las nuevas tecnologías contribuyen a cierta unión entre países¹⁵³; las ventajas comparativas tradicionales, como los costos de mano de obra (no calificada) y los recursos naturales están disminuyendo su importancia relativa. Las nuevas tecnologías hacen que el costo de mano de obra sea relativamente menor respecto al costo total. Los factores más complejos, como el personal capacitado (científicos y técnicos), e infraestructura avanzada están siendo cada vez más importantes como variables estratégicas. Los países menos desarrollados han generado habilidad para producir productos avanzados. Las nuevas tecnologías tienen muchas veces una difusión rápida en países menos desarrollados, mediante licencias, consultores en ingeniería, comunidades científicas y mediante las mismas empresas multinacionales..."¹⁵⁴.

II.2 Productividad.

Una de las medidas de desempeño que de una forma más representativa y global refleja el estado de bienestar de un

¹⁵³Debido a la electrónica, comunicación, sistemas de información, nuevos materiales, biotecnología, conocimiento científico, I&D, publicaciones, etc.

¹⁵⁴Porter (1986), p.4.

sistema de transformación (ST) es la productividad comparada¹⁵⁵, es decir, relativa a otros sistemas de transformación semejantes. Cada vez se reconoce más que los incrementos en los niveles de productividad de un ST, se relacionan con un amplio rango de sus variables internas, tales como un crecimiento más rápido, niveles de vida más altos, mejoras en sus cuentas de importaciones y exportaciones, niveles de precios internos, ocio, etc. El estudio teórico del concepto de productividad, se ha realizado en la teoría de la producción principalmente, siendo también analizada en el área del recurso humano, organización, planeación estratégica, e incluso en algunas áreas de la mercadotecnia. A continuación se presentan ciertos elementos conceptuales, algunos de los cuales se utilizan posteriormente.

II.2.1 Definición de Productividad.

El concepto de productividad que se toma en la presente investigación es la siguiente: la razón o relación de lo que sale sobre lo que entra, en un sistema de transformación¹⁵⁶:

¹⁵⁵Eilon, et.al., (1976).

¹⁵⁶Griliches (1979), p.93; Eilon, et.al., (1976), p.3; Starr (1989), p.6; Rivera (1988), p.7; Antología de Planeación..., (1985).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} = \frac{S}{E}$$

La productividad es "...la comparación entre la cantidad de bienes o servicios producidos y la cantidad de recursos empleados en lograr estos bienes o servicios..."¹⁵⁷. De hecho, es posible tomar a la productividad como un reflejo global del desempeño del ST, considerando en forma específica, tanto los procesos de toma de decisiones hacia dentro del sistema, -ya que entre mayor sea la razón S/E, se estarán utilizando menos recursos (en conjunto) para obtener cierta cantidad de salidas-, como hacia afuera del sistema, -ya que resulta indispensable el considerar a la competencia en un proceso de toma de decisiones eficiente y efectivo-. A esta medida de productividad global, es decir, tomando al conjunto de salidas y dividiéndolas entre el conjunto de recursos utilizados para su elaboración, se denomina productividad total (PT)¹⁵⁸.

¹⁵⁷Soloman, en Starr (1989), p.6.

¹⁵⁸Starr (1989), p.7.

La ecuación general $PT = S/E$, representa el concepto global de productividad, el cual puede ser detallado en medidas de productividad parciales, en función de las entradas a considerar y de las salidas correspondientes. Si se define una función¹⁵⁹ que relacione la salida con las entradas de la siguiente manera: $S = f(E)$, en donde E es un vector constituido por un conjunto de entradas E_i , es decir, $E = (E_1, E_2, \dots, E_N)$, las medidas de productividad parciales se determinan para un período de tiempo determinado: $PE_i = S/E_i$, las cuales también se definen como la productividad media del insumo i ¹⁶⁰. El concepto de productividad media, o producto medio de la entrada i , difiere del concepto de producto marginal de los factores (PM_i). El PM_i es el cambio en la salida S , debido a un cambio muy pequeño en la entrada i ¹⁶¹. En términos matemáticos, la PM_i se obtiene como resultado del cálculo de la derivada parcial de la función de producción respecto a la entrada i .

La productividad total de las entradas, generalmente¹⁶²

¹⁵⁹En la teoría económica de la producción se le denomina función de producción.

¹⁶⁰Koutsoyiannis (1984); Antología de la... (1985).

¹⁶¹Koutsoyiannis (1984).

¹⁶²Griliches (1967), compilado en Griliches (1988b), p.310.

considera solamente algunas de las entradas en forma explícita, como son la mano de obra, y los diferentes rubros del capital físico, considerando a la productividad como el cociente de la salida respecto al conjunto de estos dos tipos de entradas, equiparándola con el progreso tecnológico. Dicho progreso se refleja por movimientos de la función, a diferencia de los cambios en las proporciones de las entradas, los cuales equivalen a movimientos dentro de la función de producción.

En el ST existe una interacción de las entradas al sistema, es decir del recurso humano, los materiales, y la energía, que por medio de procesos tecnológicos, materializados en la maquinaria y el equipo, bajo una estructura organizacional, que supone procedimientos para la realización de las actividades, culminan con la creación física de los productos, o la realización de los servicios.

Las entradas son utilizadas para obtener las salidas, y se busca la optimización de este proceso, mediante una toma de decisiones eficiente, es decir, tendiendo a que la relación S/E se incremente. Los diferentes niveles y tipos de productividad de cada uno de los subsistemas del ST, determinan en conjunto, el nivel de eficiencia de las actividades medulares de

transformación en el sistema.

La derivada de la productividad total respecto al tiempo brinda su correspondiente velocidad de cambio. El cociente de la derivada de la productividad total respecto al tiempo, en relación a la productividad total, brinda la tasa de cambio relativa de la productividad total. Dicha tasa de crecimiento puede expresarse¹⁶³ como la diferencia entre las tasas de crecimiento de la salida y la entrada, ecuación ii.1.

$$ii.1 \quad (d(PT)/dt)/PT = [(d(S)/dt)/S] - [(d(E)/dt)/E]$$

II.2.2 Elementos Modificadores de la Productividad.

¿Cómo incrementar las relaciones S/E?. Existen varias formas para lograrlo, teniendo cada una sus características particulares en una situación determinada. En un extremo se tiene el camino de la "fuerza bruta", trabajando en forma más intensiva, es decir, más rápida, más fuerte, para que en el mismo tiempo de trabajo, y con la misma mano de obra, se logren mayores niveles de salida. Por otro lado, se tiene el camino de la utilización del razonamiento, logrando cambios o

¹⁶³Ibid., p.312.

substituciones en las entradas, modificando la forma de realizar la transformación, o mediante cambios en las salidas, que repercutan en incrementos de la razón S/E. Estos factores han sido agrupados¹⁶⁴ de diferentes formas, por ejemplo, en características técnicas¹⁶⁵ del proceso de producción y en movimientos de los precios relativos de las entradas¹⁶⁶.

Los cambios en las entradas pueden ser en la materia prima, lo cual se lleva a cabo mediante inversión en I&D, o por compra de tecnología, para desarrollar nuevos materiales que substituyan a los actuales, con el objetivo de disminuir costos, ya sea con la misma calidad de los anteriores, o inclusive, incrementando la calidad con sus correspondientes repercusiones en las salidas. La reducción en la utilización de la energía, ya sea mediante el cambio del tipo de energía, o

¹⁶⁴Nadiri (1970), p.1141.

¹⁶⁵Incluyendo aspectos como, la eficiencia de la producción disminuyendo costos o aplicando mejores técnicas por cambio tecnológico, que permite la utilización de alguna otra entrada y repercutiendo en ahorros; la facilidad de substitución de algunas entradas por otras; la escala de producción y su nivel de distribución entre las entradas.

¹⁶⁶Debido a que los movimientos de los precios relativos tienen influencia en la utilización más intensa de algunos factores a expensas de otros. La efectividad de dichos intercambios estará determinada por su facilidad de substitución.

mediante el cambio o modificación de la maquinaria y equipo, instalaciones u organización del proceso, distribución de los equipos, e incluso ubicación de los sistemas de transformación, y los sistemas de distribución y comercialización, conducen también a la disminución de las razones de productividad S/E.

La productividad también puede ser afectada por modificaciones en la "calidad" del recurso humano, tanto a nivel operativo como a nivel directivo, mediante incentivos, capacitación, formación y educación humana, programas especiales de trabajo y organización, economías de escala, curva de la experiencia, etc., es decir, por la "capitalización" del conocimiento.

Las diferentes fuentes de modificación de la productividad, arriba mencionadas, se encuentran orientadas hacia diferentes aspectos de un mismo problema, la tendencia hacia la optimización en la toma de decisiones, la cual considera elementos de operaciones y de procedimientos con el propósito de buscar la minimización de las ineficiencias que pudieran existir en el sistema. Es decir, buscar la optimización en la administración del sistema. Lo anterior se aplica a lo largo de todo el proceso de transformación, es decir, desde la selección de materias primas y proveedores, manejo de existencias,

administración de la producción, administración del recurso humano, hasta el mismo sistema de distribución, consideradas todas estas, en un marco de conocimiento y tecnología, que determina la forma de armar o armonizar a este conjunto de operaciones. En realidad, la toma de decisiones debe considerar la combinación de todas las operaciones anteriores.

El proceso de especificación del tipo de salidas del sistema, o productos más convenientes a ofrecer, se lleva a cabo en función del suprasistema y del entorno, considerando elementos de la estrategia en mercadotecnia, competencia, tecnología de uso del producto, etc.

II.2.3 Medición de la Productividad.

Al determinar la forma de medición de la productividad, se logra delimitar el concepto, se unifica el criterio sobre el qué es lo que se está midiendo, y se evitan los posibles riesgos implícitos en su uso, es decir, al asignar alcances ajenos a sus posibilidades e ignorando bondades que pueda ofrecer.

En principio, cualquier tipo de entrada puede ser utilizada como denominador en la razón de productividad $P = S/E$. Sin

embargo, en la práctica resulta sumamente difícil medir algunas entradas. El problema se origina tanto en la definición o establecimiento de la escala de medición, como en la acción de medirla, a nivel empresa, y mucho más difícil entre más alto sea el nivel jerárquico del ST, es decir, entre más agregación de cifras haya¹⁶⁷.

La razón S/E que toma en cuenta a la mano de obra como entrada, es por mucho el factor que más se utiliza para medir la productividad¹⁶⁸. La razón fundamental es que la mano de obra se puede medir más fácilmente que otros factores, y particularmente cuando en la medición de la mano de obra no se hacen distinciones entre sus diferentes tipos (capacitados, sueldos, etc.).

¿Cómo medir el recurso tecnológico-científico?, ¿Cómo medir el recurso de dirección del sistema de transformación?. Podrían tomarse por ejemplo el número de científicos, el número de

¹⁶⁷ Existe una considerable cantidad de literatura que trata con diferentes aspectos sobre la medición de la productividad, en Soesan, J., Productivity Measurement, Ph.D. thesis, University of London (1975), se analiza con profundidad este punto.

¹⁶⁸ Eilon, et.al., (1976), p.3.; Ahumada (1987), p.9.

directores, los sueldos que perciben, la cantidad de artículos científicos realizados (¿considerando el tipo, la calidad o la profundidad?), sin embargo estas medidas son aproximadas debido a que tanto el conocimiento científico, como el de dirección son activos intangibles del sistema de transformación, los cuales se han creado debido tanto a inversiones anteriores, como a procesos acumulativos y características personales tanto de unos como de los otros.

Una guía a seguir en la determinación de un sistema de medición, es en base de la pregunta ¿para qué se pretende medir la productividad?, y en función de la respuesta establecer el cómo se medirá. Es posible identificar cuatro tipos de objetivos para utilizar las medidas de productividad¹⁶⁹: a. con propósitos estratégicos, para comparar el desempeño del ST en relación a sus competidores, en términos agregados y de los mayores componentes o contribuyentes a la salida; b. con propósitos tácticos, para fines de control interno del ST; c. con propósitos de planeación, para comparar los beneficios relativos obtenidos a partir de la utilización de diferentes entradas, variando las proporciones, a diferentes intervalos de

¹⁶⁹Ibid, p.6.

tiempo; y d. con otros propósitos de dirección, por ejemplo las negociaciones sindicales, relaciones con el gobierno, etc.

En la aplicación de la conceptualización de escenarios tecnológicos al sector manufacturero mexicano, se identifican dos objetivos fundamentales, dentro de los cuatro arriba mencionados. La medición de la productividad para fines estratégicos y para fines de planeación. Es decir, resulta de interés para la presente investigación, el lograr establecer parámetros comparativos de desempeño en la productividad, respecto a otros ST (países), y poder evaluar a largo plazo, los impactos que tendrían las diferentes opciones identificadas como factibles y deseadas en el ST, mediante la simulación de un modelo.

Es posible plantear dos tipos de escalas de medición, dos "unidades" de medida, las cuales pueden ser utilizadas según el tipo de ST y su nivel jerárquico: a. Índices de precios; b. Índices de cantidad o volumen físico. Cada una de estas escalas de medición de la productividad puede considerarse más adecuada en una aplicación determinada, en función del tipo, cantidad y calidad de la información disponible, pudiendo ser utilizadas cualesquiera de éstas, en el cómputo del índice de

productividad total¹⁷⁰.

Con el objetivo de construir índices que en términos ideales reflejen el comportamiento de las variables de la ecuación de producción $S_t = f(E_t)$, y poder calcular sus correspondientes medidas de productividad total $PT = S/E$, existe una identidad fundamental¹⁷¹ para cada período de tiempo t , la cual representa la idea de que el valor de las entradas tiene que ser igual al valor de las salidas.

$$ii.2 \quad e_1 E_1 + e_2 E_2 + \dots + e_N E_N = s_1 S_1 + s_2 S_2 + \dots + s_N S_N$$

En donde: e_j precio de la entrada j

E_j cantidad de la entrada j

s_j precio de la salida i

S_j cantidad de la salida i

A partir del concepto planteado en la ecuación ii.2, es posible¹⁷² determinar en forma más específica, las tasas de

¹⁷⁰Griliches (1967), compilado en Griliches (1988b), p.313.

¹⁷¹Ibid., p.311.

¹⁷²Ibid, p.312.

crecimiento de los índices utilizados en la ecuación ii.1, es decir:

$$ii.3 \quad \frac{(d(S)/dt)}{S} = \sum [w_i \frac{(d(S_i)/dt)}{S_i}]$$

$$ii.4 \quad \frac{(d(E)/dt)}{E} = \sum [v_j \frac{(d(E_j)/dt)}{E_j}]$$

En donde w_i y v_j son ponderaciones correspondientes a las diferentes salidas y entradas, en función del valor total correspondiente, como lo muestran las ecuaciones ii.5 y ii.6.

$$ii.5 \quad w_i = \frac{s_i S_i}{\sum [s_i S_i]} \quad ; \quad \sum [w_i] = 1$$

$w_i \geq 0, i = 1 \dots M$

$$ii.6 \quad v_j = \frac{e_j E_j}{\sum [e_j E_j]} \quad ; \quad \sum [v_j] = 1$$

$v_j \geq 0, j = 1 \dots N$

II.3 Ciencia, Tecnología e Investigación.

La tecnología es una de las variables de entrada más importantes en un sistema de transformación, debido a que determina la forma en la cual se utilizan los otros recursos, es decir, el recurso humano, los recursos naturales, el capital, la energía, etc. En otras palabras, "cualquier

actividad que se realiza en una organización involucra algún tipo de tecnología¹⁷³. De hecho, es posible afirmar que la tecnología es la ventaja competitiva más importante de los sistemas de transformación actuales¹⁷⁴. El cambio tecnológico no es importante por si mismo, es importante por sus efectos en la posición competitiva de ST.

Los ST necesitan de tecnologías que les permitan situarse dentro de su sector competitivo, en la posición que hayan predefinido, de acuerdo a sus objetivos, surgidos de su proceso de planeación. Los ST necesitan tomar decisiones sobre su tecnología -como de cualquier otro recurso escaso-, considerando las características propias de su comportamiento, es decir, su ciclo vital. Dicho ciclo, que se inicia con la determinación del satisfactor a producir, la fuente de donde se va a obtener la tecnología -desarrollada internamente o adquirida del exterior del ST-, los tiempos que va a tomar su implantación, hasta aspectos de riesgo, de fuentes de financiamiento y de asignación de recursos, utilizándose técnicas de análisis operacional, financiero y estratégico,

¹⁷³Porter (1985).

¹⁷⁴Grosse & Kujawa (1988), p.532.

como el análisis de portafolios de proyectos de I&D¹⁷⁵. La palabra tecnología abarca una gran cantidad de aspectos, lo cual puede resultar confuso en su utilización. Es por esta razón que resulta necesario aclarar los alcances del concepto.

Histórica y filosóficamente se identifican tres corrientes principales de conceptualización de la tecnología¹⁷⁶. La corriente que actualmente está representada principalmente por Friedrich Rapp (1981), en la cual se considera a la tecnología como una proyección de los órganos y las funciones humanas, la cual sirve para superar los limitantes naturales del ser humano. La corriente de Geblen, en la cual se considera que el ser humano es un animal carencial, y necesita de su intelecto para producir medios técnicos para poder sobrevivir. Y por último, la corriente representada por Dessauer, en la cual se considera a la técnica como un invento realizado por el "ser humano ingeniero", con el objetivo de dominar a la tierra, mediante la transformación de los medios naturales de su entorno.

¹⁷⁵Baker (1986).

¹⁷⁶Heinrich Beck (1986).

Sin embargo, es posible sintetizar¹⁷⁷ las tres posturas en una idea global, la cual conceptualice a la tecnología como el conocimiento que utiliza el ser humano para poder construir o llevar a cabo sus fines u objetivos físicos. "La tecnología es un proceso emprendido en todas las culturas (un proceso universal", que comprende la aplicación sistemática del conocimiento organizado (síntesis) y de objetos tangibles (herramientas y materiales) a la extensión de las facultades humanas, que son restringidas, como resultado del proceso evolutivo"¹⁷⁷

Considerando el punto de vista de su relación con la ciencia, se tienen algunas definiciones, en las cuales se involucra el concepto de ciencia en sus modalidades de ciencia básica, y de ciencia aplicada¹⁷⁸. Dicha división no es tan simple como podría parecer a primera vista, de hecho ha sido un tema de discusión en los círculos del pensamiento científico y tecnológico. Si se entiende por ciencia básica la asociada con la investigación realizada con el objetivo de buscar el conocimiento per se, para lograr comprender al objeto de estudio, sin ningún interés

¹⁷⁷Pytlik, et.al., (1983), en Gisemann (1988), p.2.

¹⁷⁸Ackoff (1962), capítulo uno.

inmediato de aplicación, posteriormente podría ser utilizado como base o punto de partida para el desarrollo de conocimientos que la lleven a una aplicación de orden práctico. La ciencia pura o básica es aquella en la que sus salidas o productos serán utilizados por la misma ciencia. Por otro lado, la ciencia aplicada es aquella en la cual sus salidas serán utilizadas por científicos o técnicos con algún problema específico a resolver. Normalmente la aplicada sigue a la investigación básica. Intenta identificar el potencial de los descubrimientos científicos y/o mejoras en la tecnología, materiales, procesos, métodos, instrumentos o técnicas¹⁷⁹.

La distinción entre ciencia aplicada y pura también se puede asociar a los conceptos de demanda y oferta de conocimientos, en los cuales la actitud del investigador o científico, que se encuentra del lado de la oferta de conocimientos, normalmente los genera por el propio interés que le produce el mismo hecho de su generación. Los investigadores o los científicos del lado de la demanda, generan conocimiento debido a que necesitan lograr cierto objetivo, es un conocimiento para algo, y no solamente por el conocimiento en sí mismo. Las repercusiones

¹⁷⁹Lichtenberg (1988).

que tienen los dos tipos de investigación mencionados, sobre la productividad de algunos ST han sido investigadas con cierta profundidad por algunos investigadores¹⁸⁰.

Otras definiciones de tecnología son las siguientes:

"La tecnología, al igual que la ciencia, es una forma organizada de conocimiento. Sin embargo, el objetivo de la tecnología es el saber ¿cómo?, mientras que el de la ciencia es el saber ¿por qué?"¹⁸¹.

"La tecnología es una parte integral de la ciencia, en concreto, la ciencia aplicada"¹⁸².

"Se entiende comúnmente por técnica al conjunto de procedimientos, fundados en conocimientos más científica que empíricos, utilizados para obtener un resultado determinado. Así entendida, la técnica es aplicación de la ciencia, pero su fin es la producción, no el conocimiento como lo es el de la

¹⁸⁰por ejemplo Mansfield (1984).

¹⁸¹Cadena, et.al., (1986), referido en Gisemann (1988), p.1.

¹⁸²Bunge (1969), referido en Gisemann (1988), p.1.

ciencia"¹⁸³.

"Defino la técnica como el conjunto de conocimientos (know why) y prácticas (know how), de objetivos, de instrumentos, de procedimientos, elaborados o transformados por los hombres, que se usan para operar, para dominarlos y manipularlos, y para satisfacer necesidades humanas (primarias o sofisticadas; sociales; grupales; individuales). La técnica representa una obra humana en la que confluyen todos los elementos de la naturaleza y de la sociedad. El instrumental en sentido amplio cristaliza, incrementa y prolonga la capacidad productiva del hombre. Permite la adquisición, la conservación, el aumento cuantitativo y cualitativo de los elementos materiales y espirituales que se requieren para el sustento, la seguridad y el desarrollo de las sociedades y de sus componentes"¹⁸⁴.

El concepto de desarrollo (I&D) se refiere a la utilización sistemática de cualquier conocimiento científico o tecnológico, en el diseño, desarrollo, prueba o evaluación del potencial de un producto o servicio, con el propósito de lograr ciertos

¹⁸³Kaplan (1987), p.26.

¹⁸⁴Ibid., pp.26-27.

requerimientos de uso. El desarrollo involucra las actividades de ingeniería de diseño, prototipo e ingeniería de prueba¹⁸⁵.

Tomando el punto de vista estratégico, y en particular el competitivo, resulta conveniente identificar diferentes tipos de tecnología, las cuales sirven para poder realizar una clasificación de los elementos que de alguna manera contienen, representan y/o transfieren tecnología, representando en conjunto al paquete tecnológico. En la figura II.4 se presenta la clasificación.

CRITERIO DE CLASIFICACION	CATEGORIAS
Composición	Equipo, Producto, Proceso, y Operación
Nivel de Desarrollo	Primitiva, Atrasada, Intermedia, de Punta o Moderna
Adaptación	Apropiada o Inapropiada
Importancia	Medular o Periférica
Naturaleza	Incorporada o Desincorporada
Recursos	Intensiva en Capital o en Trabajo
Fuente	Desarrollada o Adquirida (Libre o Protegida)
Deseabilidad	Suntuaria o Social

Figura II.4

Clasificación o Telaraña Tecnológica.

Fuente: Adaptada de Cadena, et.al., (1986), p.18.

¹⁸⁵ Linchtenberg (1988).

Cada uno de los diferentes tipos de tecnología identificados en la figura II.4, representa una posible fuente de desarrollo de ventaja competitiva para un determinado ST. Por ejemplo, desde el punto de vista de su composición, se identifican cuatro tipos de tecnología, dos de las cuales son: la **tecnología de producto** es el conjunto de especificaciones que caracterizan al producto. Se encuentra constituida por las normas, estándares, requisitos de calidad, presentación, empaque, embalaje, etc., relacionadas con el producto en si mismo. Se especifica en las descripciones y dibujos del producto, manuales de uso, mantenimiento, formulas y composiciones, especificaciones de materias primas, e incluso aspectos relacionados con propiedad industrial como patentes y marcas.etc; y la **tecnología de proceso** es el conocimiento utilizado en la producción para organizar las entradas y operar la maquinaria, pudiendo ser dividida en tecnología de equipo, de proceso específico y de operación¹⁸⁶. Una categoría extra, que puede también ser

¹⁸⁶La tecnología de equipo se refiere a las características de los bienes de capital que se utilizan en la producción. La tecnología de proceso específico se refiere a la forma de organizar las actividades necesarias para obtener los satisfactores, referentes a la combinación de los recursos humanos, materiales, energía, bienes de capital, tiempo, distribución de planta, etc. La tecnología de operación se refiere a las normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso específico, necesarias para asegurar calidad, confiabilidad y durabilidad

identificada en un ST, es la de Administración. Siendo el conocimiento que se utiliza en hacer funcionar el ST, incluyendo la toma de decisiones en general, las habilidades de los decisores derivadas por su experiencia, etc.

En el marco del ciclo de vida del producto¹⁸⁷, cada una de sus etapas demanda la toma de decisiones sobre diferentes tipos de tecnología, siempre tomando en cuenta la estrategia de competitividad que se haya planteado el ST. En la primera etapa de innovación, se busca hacer realidad las ideas. Ideas surgidas de la observación y de la creatividad en el ST, en base a necesidades insatisfechas en el subsistema social¹⁸⁸. En esta etapa se toman decisiones respecto a la compra de tecnología (si ya fue creada por otro ST) o al desarrollo interno. En la etapa de maduración se requieren decisiones tecnológicas sobre el proceso de producción. Los ST que adquieren tecnología en esta etapa toman los aprendizajes de

de la planta. Comprende información contenida en manuales de planta y de operación, bitácoras y sutilezas de operación proporcionados por expertos y asistencia técnica. Cadena, et.al., (1986), p.19.

¹⁸⁷Desarrollo del nuevo satisfactor, crecimiento, maduración y decaimiento. Starr (1989); Centron & Goldhar (1970), p.791.

¹⁸⁸Sagasti (1972).

los innovadores y sufren el retraso del lanzamiento. En la etapa de decaimiento del volumen de ventas, la tecnología se encuentra totalmente estandarizada, sin embargo es posible realizar modificaciones al producto, proceso o administración para retomar otro nuevo ciclo.

Siguiendo este mismo esquema, resulta de particular importancia el concepto de ciclo de vida internacional¹⁸⁹, en el cual no solo se considera el ciclo para un ST, sino que también se considera la relación entre varios ST a nivel países, con diferentes niveles de desarrollo, lo cual implica diferentes consideraciones respecto a las decisiones sobre materia de tecnología para cada uno de los ST involucrados.

La innovación tecnológica es "...un proceso que consiste en conjugar oportunidades técnicas con necesidades, integrando un paquete tecnológico que tiene por objetivo introducir o modificar productos o procesos en el sector productivo, con su consecuente comercialización"¹⁹⁰. Esta visión del concepto de innovación tecnológica comprende desde la búsqueda de

¹⁸⁹Raymond Vernon (1966).

¹⁹⁰Cadena, et.al., (1986), p.27.

necesidades tecnológicas de las organizaciones del sector productivo, y se extiende hasta la comercialización de los productos, lo cual implica la ejecución de cambios técnicos en los ST, ya sea mediante desarrollo propio (I&D), o mediante la utilización de información técnica disponible en la literatura, en patentes, etc., o mediante la adquisición directa de tecnología.

Resulta de utilidad para los tomadores de decisiones, ilustrar con el esquema de Cooper¹⁹¹, presentado en la figura II.5, el proceso completo de innovación tecnológica, debido a que proporciona un marco de referencia que considera a las diferentes etapas tanto de la innovación tecnológica, como del aspecto de mercado, y sirve de base para el cálculo de costos y tiempos que se pudieran requerir para llevar a cabo las innovaciones.

¹⁹¹Ibid., p.40.

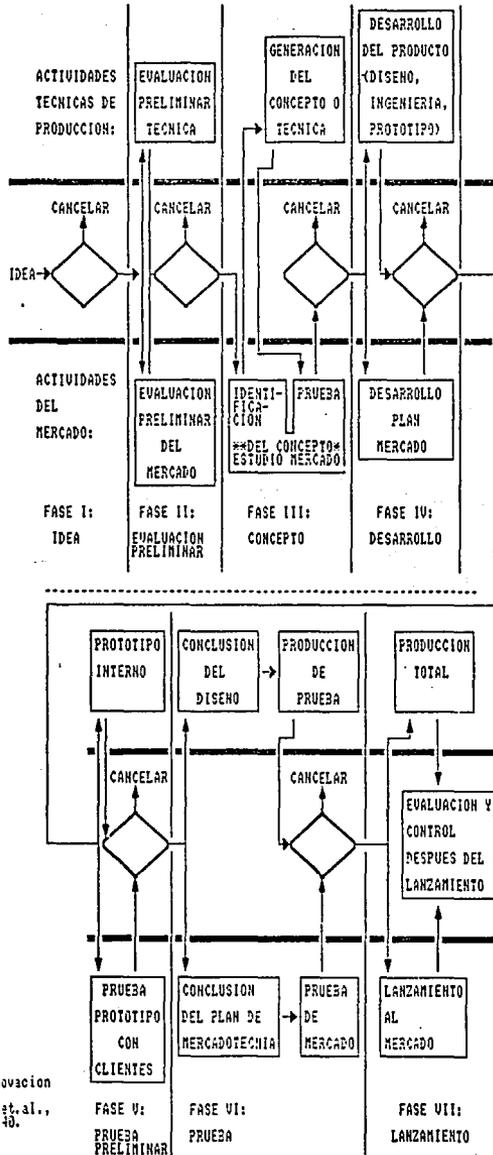


Figura II.5
Etapas de la innovación
Tecnológica.
Fuente: Casana, et al.,
1988, p.40.

Se calcula que el tiempo medio que tardan los proyectos de innovación es de 14 años, calculado a partir de una muestra de 35 productos y procesos¹⁹², iniciando a partir de la invención hasta lograr la innovación. El menor tiempo es de un año, y le corresponde al refrigerante freón, y el mayor es de 79 años de la lámpara fluorescente. En la figura II.6 se muestran algunas estadísticas de diversos estudios en los países más desarrollados, en los cuales se encuentran las principales razones por las cuales los proyectos de innovación fueron exitosos o por el contrario, fracasos.

CAUSA	EXITOSOS	FRACASADOS
DE ACUERDO CON MYERS & SWEEZY (1984):		
ESTIMULADO POR DEMANDAS DE MERCADO Y ST's	75%	
ESTIMULADO POR RECONOCIMIENTO FACTIBILIDAD TECNICA	21%	
ESTIMULADO POR CAMBIOS EN LA ORGANIZACION	4%	
DE ACUERDO CON RESEARCH MANAGEMENT (1984):		
MEJORA DE RECURSOS	71%	
MEJORA DE PRODUCTOS	40%	
DE ACUERDO CON MYERS & SWEEZY (1984):		
MERCADO		27.5%
ADMINISTRACION		23.5%
CAPITAL		15.0%
REGULACIONES		12.0%
TECNOLOGIA		11.5%
OTROS		10.5%
DE ACUERDO CON COOPER (1984):		
SUBESTIMAR COMPETENCIA		36.4%
SOBREESTIMAR DEMANDA		20.4%
DIFICULTADES TECNICAS CON PRODUCTO		20.5%
PRECIO ALTO		18.5%

Figura II.6
Estadísticas de proyectos de innovación.
Fuente: Estudios citados en Cadena, et.al., (1986), pp.44-47.

¹⁹²Ibid., pp.42-43.

La valuación en la alternativa de desarrollar la tecnología mediante I&D o de comprar tecnología, por parte de un ST, no es un análisis sencillo, ya que involucra una gran dosis de incertidumbre, no solo en los costos del posible proceso de producción, sino que incluso no se sabe con seguridad si se logrará diseñar el propio proceso de producción. El tiempo que toman los proyectos de I&D es generalmente muy largo. La compra de tecnología disminuye este tiempo, pero estratégicamente debilita la posición competitiva, puesto que el ST adquirente depende de los ST vendedores. Cuando la posición o nivel competitivo del ST depende de su tecnología, por ejemplo en una estrategia de liderazgo, resulta de suma importancia que genere internamente tecnología en forma continua, que esté organizado de tal forma que tenga un conjunto de proyectos de I&D, en diferentes etapas del ciclo de vida, con la finalidad de que se complementen, disminuyendo riesgos de fracaso, y se financien unos a otros.

Bajo otro criterio de clasificación, de acuerdo a su adaptación al contexto (ver figura II.4), se tienen las categorías extremas de apropiada o inapropiada¹⁹³. El concepto de

¹⁹³Norman & Blair (1982).

tecnología apropiada es complejo. Por ejemplo, se puede definir a la tecnología apropiada como "la tecnología que corresponda a ciertas características de mercado, a ciertas limitaciones humanas derivadas del adiestramiento técnico, y al tiempo y esfuerzo necesarios para mejorar las habilidades y la productividad de la población... la tecnología apropiada tiene como principales objetivos la satisfacción de necesidades básicas, la autosuficiencia y la armonía con el ambiente, por lo que para cada país, la tecnología adecuada es distinta..."¹⁹⁴.

La tecnología apropiada o adecuada está en función tanto de la cantidad, disponibilidad y calidad de las entradas al ST, como de las condiciones competitivas, incluyendo las "reglas del juego" entre los diferentes ST en competencia. El impacto de la tecnología que se utilice en un ST será de orden social, económico y ambiental. Si se considera que la maquinaria y equipo que utiliza un ST, y que fue desarrollada por él mismo, refleja su nivel tecnológico, los ST más desarrollados tenderán a utilizar este recurso en una mayor proporción que su mano de obra. Por el contrario, los ST menos desarrollados tenderán a

¹⁹⁴Gisemann (1988), p.28.

adquirir maquinaria y equipo de los ST más desarrollados que se encuentren dispuestos a vender, y a utilizar más mano de obra, recurso que pueden tener en abundancia. Las tecnologías adecuadas para cada uno son diferentes. Pero, ¿ cuál de los ST es más competitivo ?, ¿ es el que utiliza mejor sus insumos (ventajas comparativas) ?, ¿ es el más productivo ?, ¿ es posible optimizar al mismo tiempo los recursos y el nivel competitivo ?. Si no es posible para un ST, y su estrategia se basa solamente en la optimización o adecuación de insumos, puede caer en el peligro de no ser competitivo, lo cual, a la larga le traerá consecuencias negativas, considerando que el ST es un sistema abierto. Si por otra parte, adquiere o desarrolla tecnología que lo haga competitivo, es posible que no maximice la adecuación de sus insumos, lo cual también puede traer consecuencias graves. La solución no es tan fácil, como puede observarse a nivel país, o a nivel empresa.

Las industrias intensivas en mano de obra se están desplazando¹⁹⁵ a los países menos desarrollados, y gran parte de la maquinaria y equipo que se utiliza en estos países no es la apropiada, debido a que fueron diseñados para otros contextos,

¹⁹⁵Ackoff (1986).

considerando costos diferentes de mano de obra, energía, capital, clima, regulaciones¹⁹⁶, cultura, e incorporando diseños que consideran el valor económico de los usuarios de la maquinaria y del equipo. Estos elementos se manifiestan en medidas de productividad parciales, correspondientes a cada entrada, y éstas, a su vez, tienen repercusión en la medida de productividad total.

Resumiendo, la ventaja competitiva basada en la variable de tecnología es cualquier conocimiento superior dentro de un ST, el cual no es poseído por los otros ST que constituyen el frente tecnológico en cuestión. Lo anterior implica que el ST debe de "cuidar" ese conocimiento superior de alguna manera¹⁹⁷, hasta agotar su rentabilidad o su beneficio.

II.4 Planeación Sobre Aspectos Científico-Tecnológicos.

II.4.1 Conceptualización del Sistema C&T.

Ha habido diferentes planteamientos referentes al problema de la conceptualización de las actividades científico-tecnológicas, en sistemas sociales en general, los cuales se

¹⁹⁶Inversión Extranjera... (1970).

¹⁹⁷ Sistema de propiedad intelectual, y específicamente de propiedad industrial.

han desarrollado con diferentes objetivos. Algunos de los planteamientos han considerado al sistema de ciencia y tecnología en un país, como la suma de las entidades que producen I&D. Otras lo definen como el universo de todas las unidades dedicadas a la I&D, a las actividades de apoyo a la I&D, y a las entidades mediadoras entre las instituciones que realizan I&D, las de enseñanza superior y las organizaciones (empresas) productivas¹⁹⁸.

A continuación se presenta un enfoque global¹⁹⁹ de la nación como gran sistema, el cual sirve para ubicar el subsistema de ciencia y tecnología respecto a otros subsistemas que lo conforman, así como las principales relaciones entre sus elementos. El planteamiento resulta de utilidad para identificar los conceptos que lo integran, como estructura generadora de hipótesis, y como marco conceptual de planeación. También puede servir de marco de evaluación de la creciente importancia del flujo de fondos destinados a la I&D, a la capacitación del recurso humano, y al creciente volumen de literatura concerniente a la planeación y a la formulación de

¹⁹⁸Wionczek (1988); Sachs y Vinaver (1988).

¹⁹⁹Sagasti (1972).

lineamientos de política respecto a problemas científico-tecnológicos. La importancia del desarrollo de una teoría acerca de las relaciones funcionales en el sistema de ciencia y tecnología, y de éste con otros subsistemas sociales, ha sido resaltada por diferentes autores²⁰⁰. Los subsistemas regulatorios controlan los flujos de los otros subsistemas. El planteamiento se presenta en las figuras II.7 y II.8, en donde la primera ubica al subsistema científico-tecnológico dentro del contexto del gran sistema -nación-, y la segunda identifica los flujos de conocimiento en el subsistema científico-tecnológico. Respecto al sistema -nación- se identifican cinco subsistemas operativos (físico-ecológico, económico, científico-ecológico, educación y demográfico), y dos regulatorios (político y cultural). Los tipos y niveles de explotación de recursos naturales, y controles del ritmo de. Entre los diferentes tipos de relaciones que se ilustran en la figura II.7, los principales son diferenciadas y por sus correspondientes flechas, se destacan las conexiones que tienen con el subsistema económico, los diferentes subsistemas restantes. El subsistema científico-tecnológico proporciona conocimientos para la realización de las transformaciones

²⁰⁰Ackoff (1968); Sagasti (1972), p.2.

(producción). El subsistema educación proporciona recursos humanos capacitados para el trabajo que demanda la transformación. El subsistema físico-ecológico proporciona los materiales para la transformación, los cuales se obtienen mediante la utilización de conocimientos. Los subsistemas regulatorios afectan las actividades de los otros subsistemas de la siguiente manera: el subsistema político genera objetivos, evalúa opciones, establece prioridades. Tiene poder, autoridad y media entre los intereses de los individuos, grupos e instituciones del sistema nación. El subsistema político plantea los lineamientos generales de acción en la dinámica del sistema nación, a partir de ejercicios de planeación, los cuales se operacionalizan mediante apoyos a la educación, a la ciencia y tecnología, en la definición de los tipos y niveles de explotación de recursos naturales, a controles del ritmo de crecimiento de la población, etc. El subsistema cultural mantiene la estabilidad de la nación, y legitima las actividades y los flujos que en ella ocurren, mediante valores y normas.

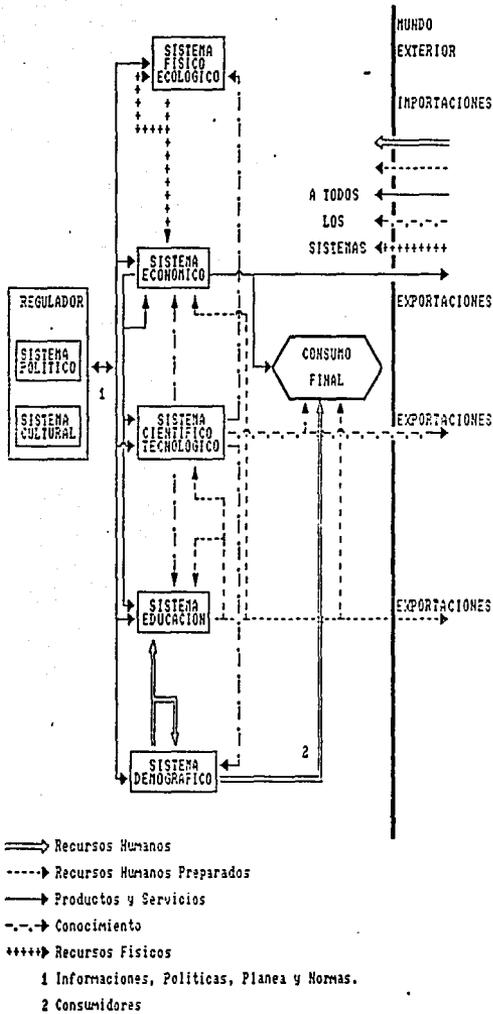


Figura II.7
 El Sistema Nacional.
 Fuente: Sagasti, 1972, p.3.

Para los fines de la presente investigación, es de suma importancia el concepto de asignación de recursos en los subsistemas científico-tecnológico y el de educación, así como de sus efectos en el subsistema económico, y en especial en el de transformación (manufactura). Dichos efectos pueden ser observadas por diferentes medidas de desempeño, por ejemplo la productividad o relación salidas-entradas, la producción per cápita²⁰¹, etc. Al apoyar los subsistemas científico-tecnológico y de educación, se espera, en ciertos períodos de tiempo, sus repercusiones en el sistema nación, y en especial en las medidas de desempeño del subsistema de transformación.

Respecto a los flujos de conocimiento, analizando por descomposición el subsistema científico-tecnológico, figura II.8, se identifican seis actividades fundamentales; la investigación básica (IB) que genera el conocimiento básico (Kb). El Kb puede ser transformado en conocimiento potencialmente útil (Kp) mediante la investigación aplicada (IA), en una determinada área con problema del sistema nación. El flujo Kp sirve como entrada a las actividades de difusión (DIF) y de desarrollo (DES), diseminando la primera el Kp entre

²⁰¹Sagasti (1972), p.9.

los diferentes subsistemas, y produciendo la segunda, el conocimiento listo para utilizarse (K1). En el momento que en los subsistemas se detecte la necesidad de dicho conocimiento, se realiza una demanda específica (de). Las actividades de búsqueda e identificación (BI) que importa conocimiento, y la de investigación adaptativa (IAD), la cual acopla el conocimiento importado con las demandas específicas, son dos actividades que la mayoría de los países en desarrollo realizan.

La actividad de innovación (INN), que generalmente se realiza fuera del subsistema científico-tecnológico, trata con la puesta en práctica de los inventarios y los flujos de conocimientos generados en dicho subsistema. Esta actividad toma como entradas, además de K_1 , las habilidades directivas y administrativas, el capital y los recursos humanos disponibles. Tiene que ver específicamente con los procesos de transformación, de recursos naturales a bienes, es decir, con la tecnología de producción. Las actividades IB, IA, DES son las que normalmente se conceptualizan como investigación y desarrollo (I&D). Las relaciones anteriores se sintetizan en las ecuaciones ii.7 a ii.13.

ii.7	$K_b = IB (K_{bi}, K_b')$
ii.8	$K_p = IA (K_b, K_{bi}, K_p', de)$
ii.9	$K_l = DES (K_p, K_l', de)$
ii.10	$K_p' = BI (K_{pi}, K_p'', de)$
ii.11	$K_l = IAD (K_p', K_l', de)$
ii.12	$K_p = DIF (K_p)$
ii.13	$K_r = IPP (K_r)$

La utilización de los planteamientos anteriores como guía estructural de investigaciones referentes a planeación de las actividades y flujos de recursos en el subsistema científico-tecnológico, resulta de interés para los tomadores de decisiones relacionados con estos temas, para realizar

comparaciones con otros sistemas de transformación, tanto a nivel empresa como a nivel país, y para realizar contrastaciones con datos empíricos, tomando diferentes partes o relaciones de los diferentes elementos mencionados. Lo anterior se sugiere a pesar de que existe un vacío particular en las cifras estadísticas que pudieran ser de utilidad, para la realización de dichas contrastaciones, debido fundamentalmente al carácter de intangibilidad de las variables involucradas.

II.4.2 Planeación del Sistema C&T.

Dentro de la variedad de esfuerzos²⁰² que se han realizado, en aspectos de planeación sobre el sistema C&T, es posible identificar diferentes objetivos a lograr. Algunos son descriptivos de aspectos del sistema, otros tratan de explicar dichos elementos, otros son de carácter crítico, otros realizan comparaciones entre diferentes elementos de diferentes sistemas C&T, otros tratan con la instrumentalización de la planeación, y otros más son de carácter metodológico, presentando diferentes enfoques y/o herramientas a utilizar en la

²⁰²Por ejemplo: Wionczek (1988); Sagasti & Araoz compiladores (1988); Sagasti (1981); Lizaur, et.al., (1986); Waissbluth (1986); Machado (1986); Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988 y 1989; etc.

realización de la planeación. A continuación se comentan algunos planteamientos que sugieren enfoques para realizar la planeación.

Resulta indispensable identificar primeramente la unidad de análisis²⁰³, o los límites del sistema a tratar. Por ejemplo, en la sección anterior se planteó el sistema nación y como subsistema el C&T, en forma global. Sin embargo, para los objetivos de la presente investigación resulta necesario llegar a otro nivel de sistema, ya que se están considerando específicamente el sistema de transformación (o manufactura), conformados por el conjunto de organizaciones o empresas de transformación a nivel individual, logrando el nivel agregado (país). Este concepto de unidad de análisis, a la cual se le denominará en este trabajo "sector competitivo" (manufacturero), ha sido identificado por varios autores²⁰⁴ con

²⁰³Babbie (1975).

²⁰⁴Lizaur, et.al., (1986); Waissbluth (1986); Porter (1982).

nombres tales como frente tecnológico-productivo²⁰⁵ y sector industrial²⁰⁶. Las características fundamentales de dicha unidad de análisis es que abarca a todas las capacidades técnicas asociadas al proceso de innovación, es decir, la generación, adaptación, absorción y difusión de tecnología, sobre las cuales se deben de tomar decisiones estratégicas, y por lo tanto, realizar ejercicios de planeación.

En la realización de proyectos de planeación de ciencia y tecnología, considerados como proyectos de largo plazo, ha habido varias propuestas metodológicas interesantes y recientes, de las cuales se han tomado algunas ideas para la realización de la presente investigación. Algunos ejemplos particularmente interesantes son:

a. Waissbluth (1986); que plantea tres preguntas metodológicas básicas: ¿por qué el despegue tecnológico?, ¿a partir de qué? y ¿como diseñar una estrategia de desarrollo científico

²⁰⁵ Por ejemplo Waissbluth (1986), identifica once frentes tecnológico-productivos: 1. Ciencias Básicas e Ingeniería; 2. Bienestar Social; 3. Bienes de Consumo; 4. Metalmeccánica; 5. Agropecuario y forestal; 6. Recursos marinos; 7. Industria de proceso; 8. Energía nuclear; 9. Recursos minerales; 10. Electrónica y comunicaciones; 11. Programación y software.

²⁰⁶ Porter (1982).

tecnológico?²⁰⁷.

b. Sagasti (1988) identifica cinco categorías generales de decisión, como base para realizar la planeación del sistema C&T, las cuales determinan los niveles de especificación o de detalle necesarios para su realización. Los niveles son: 1. determinación de ideales (planeación estilística), 2. limitaciones del entorno, y relaciones con otros sistemas (planeación contextual), 3. infraestructura disponible (planeación institucional), 4. decisiones referentes al alcance y naturaleza de las tareas a realizar, proporcionando prioridades, orientaciones y políticas de regulación (planeación de actividades), y 5. la procuración y asignación

²⁰⁷Contesta la primera pregunta enfatizando al entorno de competencia internacional, a la búsqueda de un estilo propio de desarrollo, y a razones estratégicas del país. Respecto a la segunda pregunta, ¿a partir de qué?, identifica algunos requisitos previos del desarrollo científico y tecnológico que deben existir, por ejemplo, la decisión política, la consideración de la ciencia y la tecnología como valor cultural y popular, la estabilidad en las normas económicas y la estructura democrática. La planeación tanto de objetivos como de instrumentos para su logro es su contestación para la tercera pregunta. Enfatiza el carácter de largo plazo de este tipo de planeación, la necesidad de definir frentes tecnológicos, de determinar sus niveles de desarrollo actuales en un marco internacional, y de la toma de decisiones en cuanto a niveles de avance deseados. Especifica que en la base de la planeación del sistema C&T se encuentra la definición de país deseado.

de todo tipo de recursos necesarios para el sistema C&T (planeación de recursos).

c. Machado (1986) plantea la situación desde un punto de vista competitivo, enfatizando la necesidad de una autodeterminación tecnológica²⁰⁸ como requisito para el desarrollo de estrategias²⁰⁹ en el contexto de una "guerrilla tecnológica".

La planeación global actual realizada en México, referente a aspectos del sistema C&T, se encuentra contenida básicamente en el Plan Nacional de Desarrollo presentado en mayo de 1989, por el actual presidente constitucional. El artículo de Alvarez (1986) resulta interesante como antecedente inmediato de la actual planeación del sistema C&T, debido a que describe la situación del país en materia de desarrollo tecnológico, y las metas de la administración de 1982-1988 en la materia.

²⁰⁸Los errores fundamentales en la experiencia latinoamericana se ha dado en alguna(s) de las etapas del proceso de planeación, es decir, en la dedeterminación de objetivos globales, en los específicos, o en su instrumentación. "...no puede haber desarrollo autodeterminado si no existe una capacidad interna para tomar decisiones tecnológicas coherentes y para ponerlas en práctica...".

²⁰⁹Ofensiva o de liderazgo internacional, o defensiva, permitiendo la participación internacional.

"...El país ha dependido del exterior en lo que se refiere a los bienes de capital y tecnología. Su incorporación al proceso tecnológico ha sido lenta. El aparato productivo se halla desarticulado internamente, y no se ha logrado generar una capacidad efectiva para asimilar e innovar los bienes que se importan. Dentro de los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 1982-1988 se han desarrollado dos programas fundamentales: El Programa Nacional de Fomento Industrial y Comercio Exterior (PRONAFICE 1984-1988), y El Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, con el fin de superar la dependencia tecnológica y sentar las bases para un desarrollo autónomo. Los objetivos fundamentales de estos programas son los de reorientar las actividades tecnológicas actuales, por medio de su integración al sistema productivo y de acuerdo con las necesidades nacionales, y de fomentar las actividades de investigación, desarrollo y asimilación de tecnología..."²¹⁰.

El rezago del país medido por indicadores socio-económicos, respecto a países industrializados, resultan ser muy graves en materia de eficiencia y productividad del aparato productivo, que no ha podido cumplir con su función básica de generar

²¹⁰ Alvarez (1989).

bienes y servicios suficientes para satisfacer las necesidades de una población creciente²¹¹. El no haber considerado en su gran magnitud la vinculación económica del país con el exterior, dentro del proceso de planeación, ha dado como resultado muchos de los problemas actuales del país²¹².

En el actual Plan Nacional de Desarrollo PND (1989), se incluye el establecimiento de los objetivos de la nación, a partir de una presentación de la situación general de México, o balance general, y se establece la estrategia básica global para el logro de los objetivos. "El Plan presenta las orientaciones a las que deben sujetarse los programas de la Administración Pública Federal, busca encauzar eficazmente las acciones de la sociedad en la solución de sus problemas y en la satisfacción de sus aspiraciones".

Dentro de los elementos que determinan el entorno actual del país²¹³, se consideran los cambios tan importantes que en materia de C&T están ocurriendo en gran cantidad de países, de

²¹¹Ibid.

²¹²Plan Nacional de Desarrollo 1983, pp.116 y 191, citado en Soberanis, p.98.

²¹³de acuerdo con el PND.

las interrelaciones entre los países en una gran cantidad de campos, y específicamente, en la intensa y creciente competencia por los mercados de productos manufacturados. Se señala que no resulta conveniente ni deseable substraernos en la participación de estas transformaciones.

Se plantean cuatro objetivos fundamentales de la nación; la defensa de la soberanía y la promoción de los intereses de México en el Mundo; la ampliación de nuestra vida democrática; la recuperación del crecimiento con estabilidad de precios; y la elevación en forma productiva, del nivel de vida de los mexicanos. La estrategia que se plantea para el logro de los objetivos es el camino de la modernización, la cual consiste entre otros puntos, en la "aplicación de la racionalidad y la competitividad de nuestra economía,... y fortalecer el papel de México en el Mundo... La modernización es innovación para la producción y la creación de empleo...".

El PND señala el hecho de la apertura de la economía a la competencia internacional, a la eficiencia empresarial, a la

lucha por los mercados exteriores²¹⁴. El PND define tres líneas básicas para crecer, lo cual representa el tercer objetivo básico de la Nación: la estabilización de la economía, la aplicación de la disponibilidad de recursos para la inversión productiva y la modernización económica. Respecto a la modernización económica, señala que su significado es el contar con "un aparato productivo más competitivo con el exterior; un sistema claro de reglas económicas que aliente la creatividad productiva y la imaginación emprendedora... es innovación y adaptación tecnológica, nuevas experiencias en la organización del trabajo, y en formas de asociación para la producción; en suma, más productividad y más competitividad, más dedicación en las áreas en donde somos relativamente más eficientes". El Plan promueve abiertamente la adopción de las tecnologías más convenientes para el país.

Respecto al papel que juega la educación en el desarrollo nacional, se indica la necesidad de aplicar el aprecio por una cultura científica y tecnológica entre los mexicanos, en las escuelas y universidades, en las empresas, en los centros de

²¹⁴"debido a que una economía cerrada, protegida e ineficiente es incapaz de satisfacer las necesidades de su población".

investigación...Contar con mexicanos educados, nacionalistas, aptos, sensibles a la cultura y solidarios es la gran tarea de la Nación".

II.4.3 Técnicas utilizadas en la Planeación del Sistema C&T.

A continuación se comentan algunas técnicas, que han sido identificadas teóricamente como caminos operativos a seguir en el proceso de planeación en general, y en particular, se comentan algunas que han sido utilizadas en planteamientos que se relacionan con el método a seguir en la presente investigación.

Dentro de la gran variedad de técnicas que se han utilizado en los esfuerzos de realizar escenarios futuros de sistemas complejos, se distinguirán dos tipos de clasificación; en función del tipo de enfoque, cuyos extremos serían el cuantitativo y el cualitativo; y en función de la jerarquía del sistema de transformación, es decir, macro sistemas y microsistemas, en términos relativos. Aunque las ideas básicas se aplican tanto a nivel macro como a nivel micro, la utilización de cada técnica supone ciertas características, como son la disponibilidad y la calidad de los datos, las inercias estructurales, la dificultad de establecimiento de

objetivos, la determinación de medidas de desempeño, la disponibilidad de medios para el logro de los objetivos, los elementos de riesgo que caracterizan al sistema, la dinámica del entorno, etc., lo cual resulta en que cada técnica se pueda aplicar más convenientemente, en términos operativos, que otras, en función del nivel del sistema, de los objetivos en la realización del proceso de planeación, de los recursos y del tiempo disponible para realizarla. El punto de vista de planeación, de interés para la presente investigación, es la conformación de escenarios futuros, identificando las repercusiones que en ciertas medidas de desempeño (productividad y participación de mercado) tienen ciertas variables decisionales (inversión en formación humana y en desarrollo tecnológico).

Dentro de esta categoría es posible identificar técnicas que tratan de establecer relaciones entre las inversiones en ciencia y tecnología, y los beneficios en el sistema que se trate. La idea fundamental reside en que al establecer dichas relaciones, es posible evaluar diferentes planes y seleccionar el camino más adecuado.

El enfoque costo-beneficio²¹⁵ trata de evaluar cuantitativamente las ventajas relativas de cada plan de interés, considerando los costos de los medios a utilizar, para el logro de determinados niveles en los beneficios. Los modelos entrada-salida, en donde se trata de determinar la mejor asignación de recursos a actividades científico-tecnológicas, en base a una matriz entradas-salidas, lo cual demanda una gran cantidad de información²¹⁶.

Otro tipo de enfoque, relacionado con la creación de modelos estadísticos, tratan de establecer relaciones entre las variables de entrada, como los gastos en I&D, empleo, composición del empleo, niveles de educación, tecnología importada, materias primas, maquinaria y equipo; con una variable de salida, como puede ser el crecimiento del producto nacional²¹⁷.

²¹⁵Foster, C.D., (1968); Pigganiol, et.al., (1967).

²¹⁶Jhonson & Striner (1960).

²¹⁷Ewell (1969); Johnson & Striner (1960); Szakasits (1962); Dediher (1962); Spenser & Woroniak (1967); Duckworth (1967); Denison (1967); reportados en Sagasti (1972), pp.59-60.

La identificación de las contribuciones de cada una de las entradas en la salida, resulta de importancia para la planeación de la asignación de recursos. Dentro de este esquema, resulta de particular importancia para la presente investigación, el planteamiento de un modelo en base a lo que en la teoría microeconómica se denomina la función de producción, que se ha utilizado tanto a nivel microsistema como a nivel macrosistema. Dicha función relaciona las entradas al sistema con la salida del sistema, de la forma siguiente: $SALIDA = f(ENTRADAS)$. Generalmente²¹⁸ se expresa dicha función de la siguiente forma; $P = f(K, L)$, en donde P representa la salida (producción), K y L el capital y la mano de obra utilizadas en la transformación para lograr P. Al formular y analizar dicha función, especificada a partir del sistema de interés, se pueden describir y explicar algunas características de su comportamiento.

A partir del planteamiento general de la función de producción, arriba presentado, existen una gran cantidad de formas de operacionalizarla, considerando la forma específica de la función, las unidades de medición de la salida, y la cantidad,

²¹⁸Jones (1975).

tipo y unidades de medición de las entradas, considerando siempre el principio básico de que P surge a partir de las entradas, las cuales deben de considerar realmente al conjunto de todas las entradas, de lo contrario, no se especificaría totalmente²¹⁹. A continuación se presentan con cierto detalle, algunos planteamientos basados en la función de producción, que consideran además de las entradas "clásicas" de capital y mano de obra, el aspecto del desarrollo humano y tecnológico como elementos determinantes de la salida en relación con las entradas, es decir, de la productividad del sistema de transformación.

Los efectos de la I&D y del desarrollo humano en la dinámica económica, han sido estudiados por muchos autores, los cuales concuerdan en que las mediciones convencionales de capital y mano de obra, no explican una gran parte del crecimiento de la salida del sistema²²⁰. Un planteamiento común²²¹ que incorpora el estado de la tecnología del sistema es:

²¹⁹Ver sección II.2.3.

²²⁰Nadiri (1970), p.1139.

²²¹Beckmann & Sato (1969), p.89.

$P_t = f[K_t, L_t, t]$, en donde t es el índice del estado de la tecnología. Sin embargo, resulta necesario el especificar tanto la forma de la función f , como la manera en que la tecnología entra en la función de producción. Para tal fin, normalmente se establecen hipótesis de relaciones entre las variables de la función. Por ejemplo, las relaciones salida-capital, salida-hombre, proporciones entre las entradas, productividades marginales, etc.²²².

El progreso técnico afecta cualquiera de estas características de una forma determinada, dejando a otras invariantes. Sin embargo, como estas variables dependen tanto de la tecnología como de las proporciones en las entradas, resulta importante neutralizar los efectos de dichos cambios en las entradas²²³. En

²²²Ibid., p.89.

²²³Por ejemplo, el cambio tecnológico es neutral tipo Hicks, cuando el progreso técnico aumenta por igual la eficiencia del capital y del trabajo, $Y = A(t)f(K,L)$, la relación capital-trabajo es constante, Jones (1975), p.200; neutral tipo Harrod, cuando para cualquier valor dado de la relación capital-salida, el producto marginal del capital (tasa de interés) no varía, $Y = f(K,AL)$, es decir, la relación capital-salida es constante (Jones, 1979, p.203; y neutral tipo Solow cuando la relación salida-trabajo y el producto marginal del trabajo (tasa de costo del trabajo) no varía, $Y = f(AK,L)$; en donde $A(t)$ es el término que representa al cambio tecnológico. En general, el concepto de neutralidad técnica se puede extender, bajo el principio de invariancia, para todas las otras relaciones entre variables, es decir; el progreso técnico es neutral, cuando la relación entre dos variables económicas

otras palabras, los efectos de la I&D y de la formación humana, en la dinámica económica, han sido estudiados a partir de diferentes esquemas conceptuales²²⁴, por ejemplo, en términos de una entrada de capital de conocimientos y habilidades, distinta al capital y trabajo tradicionales, o en modelos que los incorporan en el capital, en la mano de obra, o en ambos.

Uno de los planteamientos más utilizados²²⁵, al analizar la contribución de la I&D en el incremento de la productividad de sistemas económicos, se basa en el siguiente modelo:

$$\text{ii.14} \quad P = F_1(K, L, T)$$

$$\text{ii.15} \quad PT = F_2(T)$$

$$\text{ii.16} \quad (dPT/dt) / PT = F_3(IT)$$

en donde T es una medida del capital técnico o conocimiento acumulado en el sistema, K y L son las medidas del nivel de capital físico y del trabajo utilizados para obtener P, o producción del sistema; PT es la productividad total

(incluyendo cocientes) se mantiene constante en el tiempo. Beckmann & Sato (1969), p.90.

²²⁴Terleckyj (1974).

²²⁵Griliches (1988b); Link (1987).

[$PT=P/f(K,L)$]; IT es el incremento neto de T. El capital T puede estar constituido²²⁶ por varios elementos, como el conocimiento técnico autofinanciado, el adquirido, el rentado, el financiado por el gobierno, y la infraestructura que afecta al sistema²²⁷.

El problema principal en la aplicación empírica²²⁸ del modelo representado por la ecuación ii.16, es el escalamiento y medición de sus variables, como ya se comentó en el presente capítulo, por ejemplo en la determinación de rezagos en el tiempo respecto a los impactos de los diferentes tipos de I&D en la productividad²²⁹, la obtención de datos que sirvan para

²²⁶Por ejemplo, Terleckyj (1974) considera como componentes de I&D al gasto privado, al público, al importado, etc. Capron (1989) divide también a la educación y a la inversión en I&D en públicas y privadas, considerando los "stocks" de capital (total) como la suma de la inversión en el período t más una constante por el capital anterior, sin especificar claramente las consideraciones para medir los "stocks" iniciales de los capitales intangibles como el de conocimiento y el de educación.

²²⁷Link (1987), p.51.

²²⁸Terleckyj, 1974; Mansfield, 1980 y 1988.

²²⁹Capron (1989) utiliza como medida de desempeño del sistema, la productividad de la mano de obra, desagregando la parte del capital, de acuerdo al concepto de capital total desarrollado por Kendrick (1976), constituido por el capital físico, el humano (educación y capacitación), y el conocimiento (ciencia y tecnología).

estimar adecuadamente la función, la definición del capital de I&D a considerar, etc.²³⁰. Debido a que los niveles de capital de I&D no pueden ser medidos directamente²³¹, y tratando de ligar los flujos de inversión en desarrollo tecnológico y humano, normalmente se supone que el gasto en I&D en el período t, es aproximadamente igual al cambio del capital en I&D, implicando que la depreciación y el efecto del rezago del impacto de la inversión es tan pequeño como para despreciarlo.

Planteamientos semejantes han sido utilizados en diferentes investigaciones²³², por ejemplo, en la comparación de aspectos de I&D entre Japón y Estados Unidos²³³, desagregando la variable de I&D en básica y aplicada²³⁴, descubriendo la gran importancia que en Japón se le ha dado a la tecnología de proceso, a la investigación aplicada y en particular a la adaptación y mejora

²³⁰Una gran proporción del esfuerzo de investigación en el área, se ha dedicado a la adquisición, depuración, combinación y análisis preliminar de bases de datos. También se encuentran una gran cantidad de artículos de propuestas metodológicas y taxonómicas. Griliches (1979, 1984).

²³¹Mansfield (1980); Terleckyj (1974).

²³²Link (1987) presenta una revisión de la evidencia empírica en U.S.A. Para México ver Lagana & Domenge (1991).

²³³Mansfield (1988).

²³⁴En donde $KK = KK_{\text{Basico}} + KK_{\text{Aplicado}}$.

de tecnología existente.

El ritmo de avance del cambio tecnológico ha sido identificado²³⁵ como elemento crítico en el crecimiento de la productividad y de la economía de los países, lo cual representa una de las bases fundamentales de estabilidad de nuestra civilización²³⁶. La tasa de cambio tecnológico es afectada por la inversión -deliberada- en I&D y en capital²³⁷, y la tasa de mejora en la calidad de la mano de obra es afectada por la inversión en capital humano, tal como educación²³⁸ y capacitación, lo cual representa uno de los

²³⁵Nadiri (1980).

²³⁶Landau (1989).

²³⁷A mayor incremento en la relación capital/trabajo, mayor es el incremento en la relación salida/trabajo, para diferentes países. Sin embargo, no toda inversión en capital lleva un avance tecnológico y desemboca en un incremento de productividad, y tampoco el incremento en la productividad se debe necesariamente a la formación de capital. Landau (1989), p.487. En Griliches (1984), se compilan una serie de artículos de diferentes autores, analizando el punto de la inversión y su relación con la productividad.

²³⁸Griliches (1988b), en su artículo "Notes on the Role of Education in Production Functions and Growth Accounting", considera a la educación como una entrada al sistema de transformación, y trata de cuantificar sus efectos en el crecimiento económico. Toma aspectos como el índice de calidad de la mano de obra, su relación con la educación y capacitación, etc.

elementos fundamentales del planteamiento de la presente investigación.

¿Cuál es la principal razón por la cual la salida por unidad de capital en un sistema de transformación del siglo pasado es menor a la salida por unidad de capital en la actualidad?, se debe claramente a la diferencia en conocimiento técnico. El crecimiento de la productividad es el punto focal de la política de crecimiento a largo plazo, es la clave estratégica²³⁹.

El enfoque de la función de producción también se ha utilizado a nivel microsistemas u organizaciones y a nivel industria²⁴⁰. Se han tenido como objetivos, por ejemplo, la estimación de la inversión en I&D, la explicación de los rendimientos de la I&D, las relación entre la I&D y el tamaño de la empresa, la estructura de mercado, la estructura de la difusión de las investigaciones, la determinación de los rendimientos de la I&D, etc²⁴¹. También se han estimado²⁴² modelos lineales de

²³⁹Hulten, referido en Landau (1989).

²⁴⁰Griliches (1979); Mansfield (1968), reportado en Sagasti, (1972), p.63.

²⁴¹Mansfield (1968).

regresión tratando de relacionar la eficiencia o productividad industrial, con variables relacionadas con el tamaño de las plantas, diferencias tecnológicas y su localización. Dentro de esta misma categoría, de enfoque micro-cuantitativos, se han realizado planteamientos en base a técnicas de investigación de operaciones, como árboles de decisiones, optimización de la composición de un conjunto de proyectos de I&D, simulación de diagramas de planeación de un proyecto de desarrollo, etc.²⁴³.

En la categoría de los enfoques cualitativos, tanto a nivel microsistema como a nivel macrosistema, las técnicas que generalmente se utilizan, se basan fundamentalmente en la proposición de reglas (métodos heurísticos) y en sugerir cursos de acción, basados en la lógica, en el "sentido común" y en aspectos intuitivos²⁴⁴. Algunos ejemplos son la identificación de requerimientos de actividades científico-tecnológicas vs posibilidades de alcanzarlas, realizando primeramente la evaluación particular (por proyecto), y posteriormente la general. El método del árbol, en el cual se representan las

²⁴²Hernández (1985).

²⁴³Cadena, et.al., (1986), p.73.

²⁴⁴Sagasti (1972), pp.64-75.

conexiones entre los requerimientos económicos, funcionales y científicos de los planes de investigación. La técnica Delphi²⁴⁵, la matriz de impactos cruzados, la matriz morfológica, el método de árbol, la curvas logísticas y las curvas S²⁴⁶, las técnicas de análisis demográficos y sociológicos, las de identificación de oportunidades, análisis de demanda condicional, curvas de sustitución²⁴⁷, etc., son otros ejemplos de los enfoques sesgados hacia lo cualitativo.

²⁴⁵Utilizada en el ejercicio de planeación de Waissbluth, (1986). Ver Wheelwright & Makridakis (1973).

²⁴⁶Wheelwright & Makridakis (1973); Martino (1980); Centron & Golshar (1970), pp.858-859.

²⁴⁷Quinn (1967).

CAPITULO III

CONCEPTUALIZACION DE LA ESTRUCTURA DE PLANEACION DE ESCENARIOS TECNOLOGICOS EN SITUACION DE COMPETENCIA (CEPET)

III.1 Estructura del Proceso de Planeación.

III.1.1 Conceptualización del Problema.

III.1.2 Determinación y Evaluación de Futuros Factibles.

III.1.3 Determinación de Objetivos.

III.2 Especificación del Fenómeno de Estudio.

III.2.1 Enfoque por Composición.

III.2.2 Enfoque por Descomposición.

III.3 Formulación del Modelo Estructural.

En este capítulo se presenta la conceptualización sistémica de la estructura de planeación de escenarios tecnológicos en competencia (CEPET), objetivo fundamental del presente trabajo. Dicha conceptualización surge a partir de una abstracción realizada, a partir tanto de la observación directa, como de diferentes planteamientos, que alrededor del tema se han realizado, de los cuales, los principales han sido comentados en los capítulos anteriores.

Se plantea una conceptualización, la cual se denominará CEPET, que proporciona un marco estructurado de planeación, respecto a sistemas de transformación entradas-salidas, en situación de competencia, considerando a la eficiencia o productividad del sistema, y a su participación de su mercado, como principal medida de desempeño. Dicha conceptualización proporciona un camino metodológico tanto para conocer al fenómeno de estudio, como para establecer objetivos en base a escenarios futuros del sistema de transformación.

Se consideran específicamente a la inversión en formación humana y en desarrollo tecnológico, como elementos (variables) decisionales, las cuales repercuten en las medidas de desempeño del sistema, que se encuentra inmerso en una situación de

competencia. En dicho esquema competitivo, se considera a la productividad como uno de los elementos fundamentales que determinan la correspondiente participación de mercado del sistema, es decir, de la proporción en que éste participa en relación al total.

La aplicación de la CEPET a alguna situación particular, tendrá el objetivo básico de proporcionar información y orientación en la toma de decisiones, a nivel estratégico, de largo plazo, del sistema de transformación. Dicha información estará basada por una parte, en la configuración de un futuro tendencial del sistema de transformación, en la identificación del nivel de impacto que tienen las variables decisionales sobre las medidas de desempeño del sistema, y sobre la exploración de los efectos o consecuencias que tienen diferentes decisiones, en la conformación de escenarios futuros. Por otra parte, al fijar ciertos valores deseados de las medidas de desempeño, se identifican las decisiones necesarias para lograrlos.

III.1 Estructura del Proceso de Planeación.

La figura III.1 muestra el esquema que ilustra el proceso base de planeación de la CEPET. En la figura se identifican las tres actividades fundamentales que constituyen dicho proceso: la

conceptualización del problema, la determinación y evaluación de futuros factibles y la determinación de objetivos.

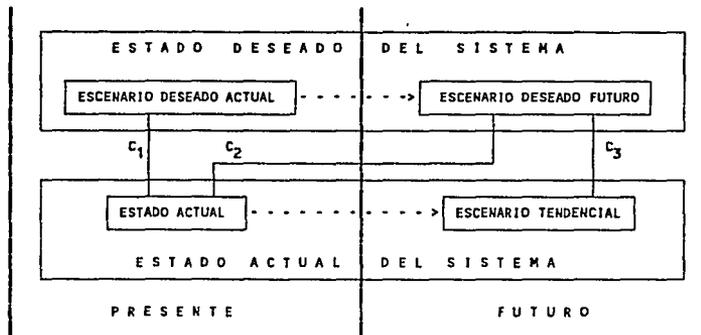


Figura III.1
Contrastación de escenarios y determinación de problemas.

Se considera que dicho proceso de planeación tiene una relación en dos sentidos con la situación de interés. Por una parte identifica sus características relevantes, y por otra, origina el diseño de los instrumentos y controles necesarios para el logro de sus productos, es decir, de los objetivos deseados para el sistema de transformación.

III.1.1 Conceptualización del Problema.

En la conceptualización del problema se identifican dos etapas básicas, las cuales proporcionan los dos tipos de elementos necesarios para que en su contrastación se logre identificar la problemática de la situación de interés: conocimiento del "Estado del Sistema", y determinación de un marco de referencia (normativo) que estructure el "Estado Deseado del Sistema".

El estado del sistema de transformación, consiste primeramente en la identificación de su estructura actual, y de los valores de los parámetros y variables que especifican las características o dimensiones relevantes a considerar, bajo el enfoque deseado. El estado del sistema también requiere de la caracterización de un escenario tendencial futuro, elaborado a partir del estado actual, y con la característica de respetar las inercias propias del sistema (como si no se tomaran decisiones que impliquen cambios notorios en el sistema). Dicho escenario surge a partir de la utilización de diferentes técnicas tanto cuantitativas como cualitativas. Esta etapa contempla la identificación de los parámetros de los otros sistemas de transformación, los que se encuentran en situación de competencia, con el objetivo posterior de poder realizar contrastaciones con el sistema de transformación focal.

El Estado Deseado del Sistema, construido a partir de la determinación explícita de las normas que guían las acciones estratégicas del sistema de transformación, se materializa en dos escenarios, el deseado actual y el deseado futuro. El deseado futuro consiste en la determinación del conjunto de valores que nos gustaría que tomaran las variables consideradas, en un cierto horizonte de tiempo.

Con el objetivo de constituir tanto el escenario tendencial, como el escenario deseado futuro, es posible realizar la construcción de un herramental (modelo) que permita la manipulación artificial del sistema. Dicho modelo también puede utilizarse con la finalidad de realizar contrastaciones del estado del sistema con el estado deseado, e identificar problemas en base a sus diferencias.

Para realizar la contrastación de escenarios, resulta de utilidad distinguir tres tipos de contrastación, a partir de los cuatro estados identificados del sistema (actual, tendencial, actual deseado y futuro deseado). En la figura III.1 se muestran las tres contrastaciones, indicadas como C_1 , C_2 y C_3 . Las líneas punteadas denotan la evolución de los dos escenarios presentes hacia el futuro.

III.1.2 Determinación y Evaluación de Futuros Factibles.

La determinación y evaluación de futuros factibles surgen mediante la utilización de un modelo estructural del sistema (que puede ser el mismo modelo utilizado en la construcción del escenario tendencial), realizando simulaciones que proporcionen los valores de las medidas de desempeño del sistema, a partir de variaciones de las variables decisionales, dentro de sus rangos factibles. Dichos rangos factibles se encuentran definidos tanto por los recursos monetarios disponibles en el horizonte de tiempo considerado, como por las restricciones físicas y circunstanciales en las entradas a los sistemas de transformación, como son las materias primas, seres humanos, energía, maquinaria y equipo, e información.

III.1.3 Determinación de Objetivos.

La determinación de los objetivos surge a partir de la identificación del escenario factible más cercano al escenario deseado futuro. Esta cercanía implica la contrastación, tanto de las medidas de desempeño utilizadas en el modelo, como de las implicaciones que tendrán en el sistema de transformación, las modificaciones de las entradas correspondientes.

III.2 Especificación del Fenómeno de Estudio.

A continuación se presenta primeramente la conceptualización básica del sistema de transformación, sus características y su entorno, mediante la utilización de diagramas de estructura, bajo el enfoque sistémico, representando a la situación de interés (objeto o fenómeno de estudio). Posteriormente se formula la estructura de un modelo, que substituya a la conceptualización de manera funcional, tomando en cuenta sus características más significativas, desde el punto de vista de la presente investigación.

El planteamiento toma como sistema focal el concepto de sistema de transformación (ST^{248} , figura I.8), en un entorno de competencia, el cual se considera un sistema vivo en la

²⁴⁸ en el capítulo uno se presenta el concepto de sistema de transformación.

jerarquía de alta complejidad²⁴⁹, conformado por el conjunto de actividades que se realizan para modificar los materiales de entrada, en satisfactores de salida, mediante la utilización de habilidad y conocimientos organizacionales, conocimientos tecnológicos, información, maquinaria, equipo y energía (figura III.3).

Al aplicar una parte de la metodología de Checkland, tendiente a checar la definición de raíz del párrafo anterior, se identifican los seis elementos CATWOE²⁵⁰: C: los sistemas que utilizarán los satisfactores; A: las personas que llevan a cabo el proceso de transformación, tanto a nivel operativo como a nivel decisor; T: el proceso de las entradas (materia, energía e información) a las salidas o satisfactores; W: sistema

²⁴⁹Un sistema viviente es un subconjunto especial del conjunto de todos los sistemas concretos. Son sistemas abiertos (interacción con su medio en materia, energía e información), con un estado estable (la diferencia entre negentropía y entropía permite reestablecerse en su estructura, de situaciones adversa), con varios niveles de complejidad, con material genético (programas, estrategias, comités, etc.), con estructura, con un subsistema decisor, con una integración de sus subsistemas para autorregulación que desarrolla propósitos y metas, que existe en cierto entorno (incluyendo sistemas del mismo nivel y/o sus subsistemas) que le influye positiva o negativamente, pudiendo lograr su destrucción. Miller (1978).

²⁵⁰C: cliente. A: actor. T: transformación. W: weltanschauung. O: dueño. E: entorno. Checkland (1981),

viviente; O: seres humanos que pueden pertenecer o no al ST; E: alta competencia, evolución, creatividad y productividad.

La metodología a utilizar en la especificación del fenómeno de estudio es la de construcción sistémica, presentada en el capítulo anterior, en sus dos formas, el enfoque por composición y el enfoque por descomposición²⁵¹.

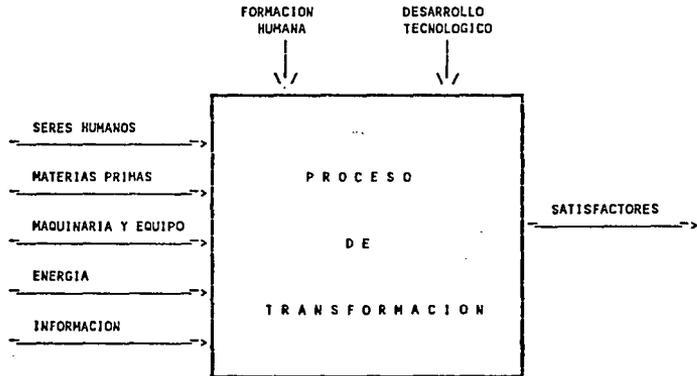


Figura III.2
El sistema de transformación (ST) para el logro de satisfactores.

²⁵¹ ver capítulo uno.

III.2.1 Enfoque por Composición.

Se considera al ST como un sistema abierto, lo cual significa que tiene intercambios con su suprasistema y con su entorno. (ver figura III.3). El suprasistema se encuentra constituido por un conjunto finito de ST semejantes, con la característica fundamental de estar constituidos en un estatus competitivo, formando lo que llamaremos el Sector Competitivo. Dicho suprasistema se encuentra influenciado entonces por aspectos de su medio ambiente, como son las demandas por sus salidas y por sus restricciones tanto en las entradas, como en sus propias actividades de transformación.

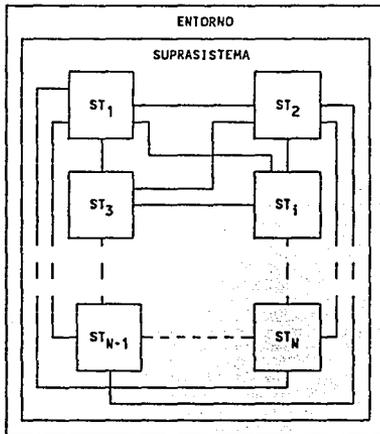


Figura III.3
Suprasistema y entorno del ST.

Cada uno de los ST que constituyen al sector competitivo, realiza su propio proceso de toma de decisiones, en función de sus propios intereses, pero considerando a los otros ST que forman el suprasistema, es decir, a su competencia. Dicho proceso de toma de decisiones involucra la selección de la forma en la cual realizará la transformación, estando esta selección en función de sus ventajas comparativas, como pueden ser sus capacidades, sus conocimientos, sus habilidades, su capacidad de supervivencia (considerando su proceso evolutivo y su entorno competitivo), etc.

El concepto de sector competitivo se encuentra estrechamente ligado con el concepto de mercado del satisfactor. Es el terreno de juego en el cual existen intereses en conflicto, por parte de los diferentes ST, tanto para satisfacer las demandas de los satisfactores, como en todas las actividades que culminan con el logro de los mismos. Este concepto involucra entonces, tanto a las áreas correspondientes a las entradas, como son la mano de obra, las materias primas, la energía y la maquinaria y equipo; las áreas correspondientes a los conocimientos y habilidades de dirección, organización y tecnología utilizadas en su transformación; como en las áreas

relacionadas con las salidas, como son su distribución.

Las ventajas comparativas se pueden derivar de uno o más elementos, es decir, de características favorables en cada uno de los tres elementos del ST, es decir, de las entradas, del proceso de transformación y de la salida. Es en este punto que el aspecto de productividad toma una importancia primordial, ya que puede constituirse como una ventaja competitiva definitiva del ST en estudio. La eficiencia del ST puede medirse en términos de su productividad, mediante la relación de la salida con la(s) entrada(s), y la eficiencia relativa de cada ST tendrá una repercusión sobre su posición competitiva.

Una de las principales variables que influyen en la productividad de los ST, es el conocimiento en términos generales, y en particular la habilidad y conocimiento organizacional, así como el aspecto tecnológico. De hecho, como se ha comentado a nivel empresarial, la tecnología es la ventaja competitiva más importante en las empresas nacionales e internacionales de hoy. Para tener y mantener una posición de ventaja competitiva, los ST necesitan tomar decisiones acerca del tipo de tecnología más conveniente, obteniéndola ya sea mediante su compra o mediante desarrollo propio, es decir,

mediante Investigación y Desarrollo (I&D).

En resumen, los ST compiten en base a sus ventajas competitivas, que se encuentran en función de las características específicas de cada ST. Cada ventaja competitiva representa un activo del ST, como por ejemplo un proceso productivo, instalaciones que permiten economías (producción, compras, financiamiento, distribución, promoción, etc.), patentes, imagen, dirección, etc., lo cual le permite elevar la relación salidas/entradas y repercutiendo finalmente en su posición competitiva. La fuerza relativa que en un sector competitivo tenga cada variable competitiva, determinará la forma en que dicha variable sea considerada, ya sea como ventaja o como desventaja competitiva para cada ST.

III.2.2 Enfoque por Descomposición.

Se considera al Sistema de Transformación (ST) como una organización hombre-máquina que produce satisfactores (salidas) mediante la utilización de entradas (insumos), por medio de procesos predefinidos, y organizado, controlado y dirigido utilizando conocimientos tecnológicos y de organización.

Para los fines de la presente investigación, se consideran

cuatro subsistemas fundamentales, los cuales integran al ST (figura III.4), y que en forma complementaria realizan la transformación: el subsistema dirección (SSD), el subsistema operativo (SSO), el subsistema tecnológico-científico (SSTC) y el subsistema financiero (SSF).

En términos generales, el subsistema dirección planea, organiza y controla las actividades del ST, y en particular las del subsistema operativo, el cual se encarga de realizar la transformación misma, incluyendo la procuración de los insumos, y la colocación de los satisfactores en el mercado. El subsistema tecnológico-científico, provee de conocimientos y formación a los SSD y SSO, en función de sus requerimientos actuales y futuros. El subsistema financiero apoya monetariamente a los otros tres subsistemas, con el objetivo de que realicen adecuadamente sus actividades.

A continuación se presentan las principales características de lo cuatro subsistemas identificados, así como sus interrelaciones.

1. El Subsistema Dirección (SSD).

El objetivo fundamental del SSD es la realización de la

En la figura III.5 se muestran los cuatro subsistemas de la figura anterior, ilustrando específicamente los subsistemas de SSD y SSO. El subsistema de planeación se encarga de identificar los fines del ST y los medios para lograrlos. Dichos fines involucran ideales, objetivos y metas de corto plazo, a los cuales, el ST debe dirigir sus esfuerzos.

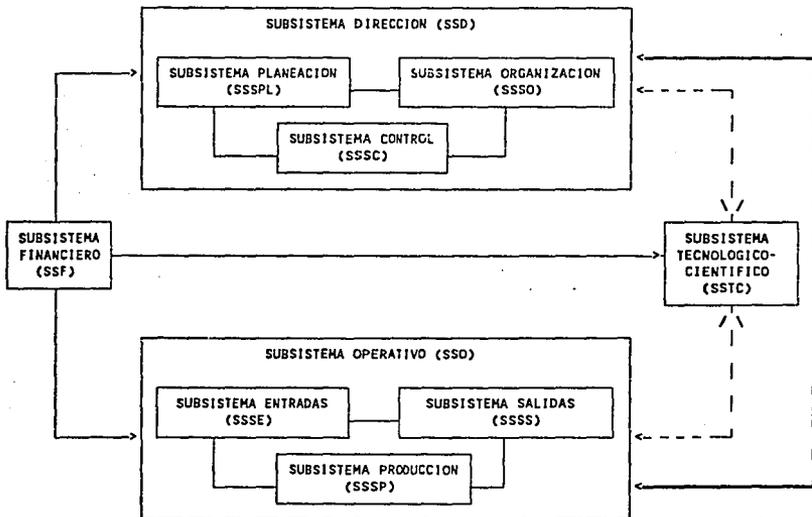


Figura III.5
Detalle de los subsistemas dirección y operativo.

El establecimiento de los fines y de sus medios involucra un análisis tanto interno como externo del ST. Para los fines del presente trabajo de investigación, se destaca el aspecto de productividad como parámetro base de análisis tanto externo como interno del ST. Es decir, tomando el análisis hacia afuera, la productividad relativa del ST respecto a otros ST que conforman el suprasistema, teniendo repercusiones en su participación de mercado. Tomando el análisis hacia adentro, se consideran las fuentes de actividad que causan los valores de la productividad, así como las formas posibles para realizar variaciones convenientes. Este punto se analiza más adelante, en el SSTC.

El SSSO diseña y dirige al conglomerado hombre-máquina, con la finalidad de lograr los fines planteados por el subsistema de planeación.

El SSSC compara las características de las salidas tanto del ST global, como de cada uno de sus subsistemas, con los niveles meta prefijados, proporcionando información para identificar las fuentes de estas discrepancias y de efectuar los cambios correctivos pertinentes dentro de la organización.

2. El Subsistema Operativo (SSO).

El objetivo fundamental del SSO es la realización directa de las actividades que conducen a la obtención y colocación de los satisfactores en el mercado, mediante la transformación de las materias primas de entrada. Para tal fin, se identifican tres subsistemas, entradas, salidas y producción, ver figura III.5.

El SSSE efectúa la provisión de los diferentes insumos necesarios para realizar la transformación, es decir, el recurso humano, la materia prima, la energía. El SSSS realiza las actividades de distribución y comercialización de los satisfactores al mercado correspondiente. Es decir, se encarga tanto de las acciones que logran que los satisfactores se encuentren en el lugar geográfico de venta al cliente, como de las acciones que logran que el cliente potencial se informe acerca del satisfactor, para que tenga la opción de adquirirlo.

El SSSP se encarga de la realización de las actividades que transforman física, química, orgánica o intelectualmente las entradas, logrando los satisfactores deseados. En esta etapa se combinan los materiales, los recursos humanos, energía y los conocimientos (que se encuentran tanto en los recursos humanos

capacitados, como en la maquinaria y equipo que se utiliza para realizar la transformación).

3. El Subsistema Tecnológico-Científico (SSTC).

Es posible pensar que el planteamiento anterior, referente a los subsistemas SSD y SSO es un planteamiento estático. Sin embargo este no es el caso. El planteamiento considera al tiempo, en el cual se realizan cambios o modificaciones en cada uno de los subsistemas considerados. Tomando por ejemplo al SSO, pueden existir modificaciones en las proporciones y en los tipos de entradas, cambios en las composiciones y tipos de salidas y cambios en el sistema de producción. Las modificaciones se aplican a los ST ya existentes, sin embargo, al tratar de nuevos sistemas de transformación, se estará hablando de diseño no de rediseño, en los sistemas considerados.

¿Cuáles son los incentivos o las razones para que ocurran estos cambios, ya que es posible pensar que si éstos no existieran, sería más fácil tanto para el SSD como para el SSO realizar sus actividades?. Para contestar esta pregunta es necesario recordar los planteamientos realizados en la sección anterior, la cual nos presenta el suprasistema con características de

competencia y evolución, en el que se encuentra el ST. Por una parte, las demandas de satisfactores van modificándose, tanto en la exigencia de mejores características en lo ofrecido, como en demandas aun no satisfechas, y que los ST disputarán su participación potencial del mercado correspondiente. Por otra parte; la eficiencia en los procesos de transformación repercute en los costos de las salidas, lo cual representa una de sus características más importantes.

La figura III.6 muestra los diferentes tipos de tecnología que es posible identificar, dentro de un ST. Estas tecnologías deben ser parte fundamental de la estrategia del ST en general, y en particular de su estrategia competitiva, ya que las decisiones acerca de cada una de éstas tienen repercusiones en la dinámica y en la posición en el mercado del ST. Los tres tipos de tecnología, es decir, de producto, de manufactura y de administración, determinan el ¿qué? se va a realizar (producto), y el ¿cómo? se va a realizar (manufactura y administración).

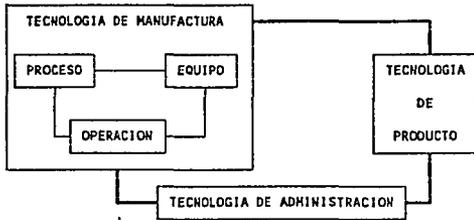


Figura III.6
Tipos de tecnología.

Al mejorar los procesos de manufactura y la administración, mediante inversiones en capacitación, innovación, investigación y desarrollo y en organización, se podrá mejorar la posición competitiva y los beneficios para el ST. Lo anterior se aplica en cada uno de los subsistemas de la figura III.5, y en especial al SSD y al SSO. En otras palabras, el ST necesita "inyecciones de conocimiento", tanto técnico como organizacional, para que sea competitivo, y como hipótesis se puede plantear que necesita mayores dosis para poder mejorar su posición competitiva.

En la figura III.7 se muestra un esquema entrada-salida, considerando a los conocimientos (en sus diferentes formas),

como entradas, y a la productividad como salida de un sistema de transformación. En la figura III.8 se muestra el detalle de los dos tipos de conocimientos a considerar, el correspondiente a formación humana y el correspondiente a desarrollo tecnológico, influyendo el primero tanto al subsistema de dirección como en el operativo, y el segundo en el operativo principalmente. Resulta necesario aclarar que las variables relacionadas con la formación humana y con el desarrollo tecnológico, realizan modificaciones cualitativas en las diferentes entradas, por ejemplo en la calidad de mano de obra, o en la tecnología que representa una determinada maquinaria. Dichas modificaciones pueden ser medidas cuantitativamente por medio de diferentes variables, una de las cuales es la productividad del ST.



Figure III.7
El concepto de "Inyección de Conocimientos"
como modelo entrada-salida.

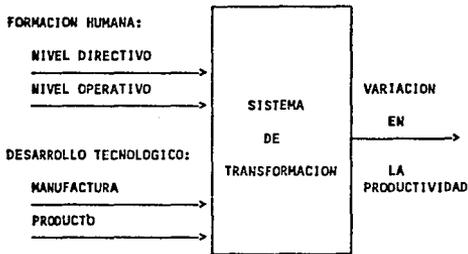


Figura VI.
Tipos de inyecciones de conocimientos.

Es posible considerar entonces, dos dimensiones en las cuales se encuentra el sistema ST. Es decir, por una parte se ubican las entradas de materiales, mano de obra y energía, y cuyas salidas son los satisfactores; y por otro lado, las entradas son los conocimientos y las salidas las variaciones en la productividad. La figura III.9 presenta este concepto en un diagrama.

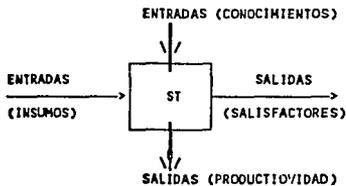


Figura III.9
El ST como doble transformador.

En resumen, el SSTC tiene como objetivo el proveer de los conocimientos necesarios a los otros subsistemas identificados, para que puedan ocurrir modificaciones favorables a ST, como es en su nivel de productividad.

4. El Subsistema Financiero (SSF).

Se considera al SSF como un subsistema de apoyo al ST. Es decir, se toma como proveedor de los recursos monetarios necesarios para llevar a cabo las decisiones que se tomen en el subsistema dirección.

III.3 Formulación del Modelo Estructural.

A continuación se formula la estructura general de un modelo que represente las relaciones existentes entre los diferentes conceptos presentados en la sección anterior. La figura III.10 muestra el diagrama general, de los sistemas de transformación en situación de conflicto. Primeramente se tienen cuatro fuentes de entradas: materias primas, seres humanos, energía y maquinaria y equipo. Cada uno de los sistemas de transformación toma elementos de estos cuatro subsistemas, logrando diferentes niveles de producción, con sus respectivas productividades. El planteamiento puede considerar restricciones asociadas a estas

cuatro fuentes de entradas, para cada uno de los sistemas de transformación, como por ejemplo de disponibilidad y de costo. Se considera que la participación de mercado de cada sistema de transformación, se relaciona con sus niveles de productividad.

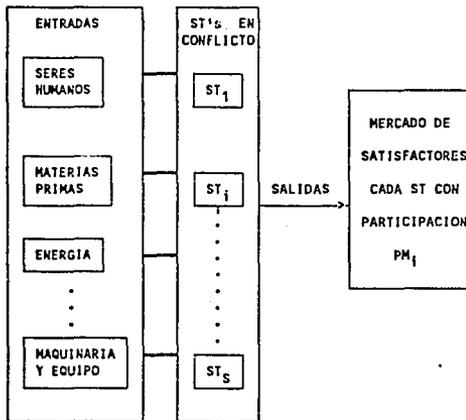


Figure III.10
Diagrama general de sistemas de transformación (ST) en conflicto.

En la figura III.11 se presenta el diagrama general, por descomposición, de cada sistema de transformación considerado, logrado a partir de los planteamientos estructurales

anteriormente expuestos. Dicho planteamiento identifica los principales elementos a considerar, así como sus relaciones, lo cual sirve de base para realizar el planteamiento del modelo estructural. Se identifican las dos dimensiones arriba mencionadas del ST, es decir, por una parte las entradas o insumos y sus correspondientes salidas o satisfactores, y por otra, las entradas o inyecciones de conocimiento y sus correspondiente salida o medida de productividad.

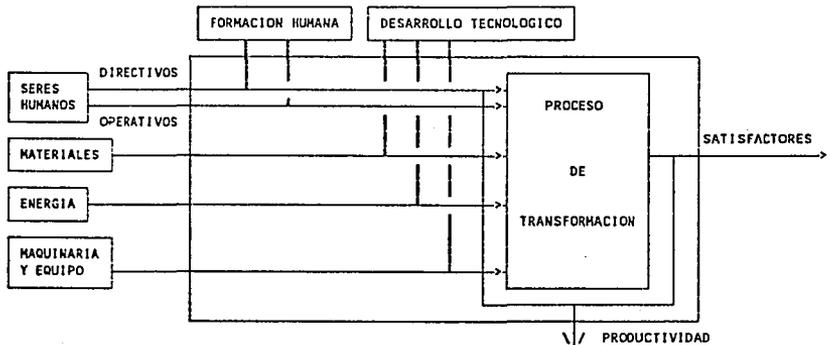


Figura VIII.
Relación entre los diferentes elementos del ST.

En el flujo de seres humanos como entradas, se consideran dos tipos, los operativos y los directivos. Los primeros son los

que llevan a cabo el propio proceso de transformación. Los directivos son los encargados de la toma de decisiones tanto de largo como de corto plazo.

Los materiales se refieren a toda entrada de materia física no procesada y semiprocada, que los sistemas de transformación necesitan para lograr la producción de satisfactores. Cada ST puede conseguir sus materiales a un costo que depende de sus ventajas comparativas y de su posición y habilidad negociadora.

La energía, necesaria para que los sistemas de transformación operen, incluye todos los tipos posibles, como la eléctrica, atómica, etc. La maquinaria y equipo representa a toda la instalación necesaria para realizar la transformación de las materias primas, mediante la energía y manipulada por los operativos.

Estos cuatro tipos de insumos se utilizan en cada uno de los múltiples sistemas de transformación en competencia que se consideran, de acuerdo a su correspondiente nivel de conocimientos, habilidad y características estructurales. Dicho nivel de conocimientos se puede modificar mediante la inversión en desarrollo tecnológico o en formación humana, como se

presenta en la figura III.11 en la dimensión vertical.

La inversión en desarrollo tecnológico, que puede afectar a los diferentes tipos de tecnología, presentados en la figura III.6, y que afecta directamente a los materiales, a la energía o a la maquinaria y equipo, puede realizarse por medio de proyectos de adaptación (corto plazo) o de proyectos básicos (largo plazo), mediante la adquisición o mediante el desarrollo interno. Estos dos caminos de procuración de conocimientos tecnológicos tienen sus propias características, como se presentó en capítulos anteriores. La inversión en desarrollo tecnológico va formando un capital de conocimiento tecnológico, que con el tiempo va necesitando inversión para que su depreciación y obsolescencia no lo consuman.

La inversión en formación humana modifica la calidad tanto de la mano de obra (operativa) como al nivel directivo, teniendo también una repercusión en la productividad del ST. Resulta necesario hacer notar que tanto las inversiones en desarrollo tecnológico como en formación humana, forman sendos capitales intangibles, los cuales influyen en la productividad con cierto defasamiento en el tiempo, teniendo la característica de depreciarse. En el caso del capital humano operativo o el

directivo, su depreciación se refiere a la obsolescencia de sus conocimientos, lo cual se recupera mediante inversión en formación humana, como por ejemplo la capacitación.

En la figura III.12 se presentan las funciones que constituyen la base del modelo estructural del ST. Las funciones se pueden agrupar en dos subconjuntos, de acuerdo a los planteamientos hacia adentro y hacia afuera anteriormente mencionados. Dentro de las funciones hacia adentro se identifican dos tipos, la función básica de relación entrada-salida, ecuación iii.1 y iii.2, y la función de inversión tanto en formación humana como en desarrollo tecnológico, ecuación iii.3. En el planteamiento hacia afuera se establece la relación entre los niveles de productividad de cada ST y su correspondiente participación de mercado, ecuación iii.4.

$$\text{iii.1 } P = f_1(X)$$

$$\text{iii.2 } PT = f_2(P, X, IX)$$

$$\text{iii.3 } IX = f_3(V)$$

$$\text{iii.4 } PM = f_4(PT)$$

en donde: P : producción
 X : niveles de las entradas (MP, SHD, SHO, E, ME)
 PT : productividad total
 IX : inversión en elementos que afectan la calidad de las entradas
 V : variables independientes que afectan la decisión de invertir en conocimientos
 PM : participación de mercado

Figura III.12
 Modelo Estructural de la CEPET

El planteamiento general del modelo, presentado en la figura III.12, puede ser utilizado tanto a nivel conceptual como a nivel operativo. En el primer caso como estructura conceptual-metodológica, que permite un primer acercamiento a la determinación del estado del sistema (figura III.1), y a la identificación del estado deseado. En el nivel operativo, es decir, al definir las variables operativas a utilizar, y al realizar la especificación de las funciones del modelo, se podrá estar en condiciones de configurar el futuro tendencial, y realizar la contrastación y determinación de discrepancias, parte fundamental de la conceptualización del problema. La determinación y evaluación de futuros factibles se logra mediante la utilización del modelo, y aplicando técnicas de simulación.

CAPITULO IV

APLICACION AL SECTOR MANUFACTURERO MEXICANO

IV.1 Operacionalización y Determinación de Formas Funcionales del Modelo de la CEPET.

IV.1.1 Planteamiento por Descomposición.

IV.1.2 Planteamiento por Composición.

IV.2 Base de Datos y Especificación del Modelo.

IV.2.1 Relación inversión-productividad.

IV.2.2 Funciones de inversión.

IV.2.3 Relación productividad-participación de mercado.

V.3 Simulación y Análisis de Escenarios.

IV.3.1 Escenario Tendencial.

IV.3.2 Prospectiva.

Tomando como base la conceptualización del sistema de transformación objeto de estudio, presentada en el capítulo tres, a continuación se realiza la construcción del modelo que surge de la aplicación de la CEPET al sector manufacturero de México, mediante la operacionalización de los conceptos utilizados. En la aplicación de la CEPET, se consideran las principales variables que representan dichos conceptos, tomando en cuenta la disponibilidad de datos correspondientes. Además se plantean explícitamente las funciones que relacionan las variables, formuladas en el capítulo tres, siguiendo los dos caminos de construcción sistémica presentados en el capítulo dos, considerando los objetivos de planeación y sensibilización que se buscan en la utilización del modelo.

En la creación del modelo se toman diferentes elementos teóricos de disciplinas relacionadas, que han sido presentados en los capítulos uno y dos, y conceptos que constituyen el planteamiento de la CEPET del capítulo tres, de acuerdo al esquema metodológico general de Klir²⁵².

²⁵²Figura I.6.

El modelo, constituido por un sistema de ecuaciones, se utilizará como herramienta de simulación, con el objetivo de configurar escenarios tendenciales, y realizar análisis de sensibilidad de la participación de mercado, respecto a los diferentes tipos de inversión en desarrollo humano y progreso tecnológico. Dicho modelo representa una serie de hipótesis respecto a las relaciones entre las diferentes entradas del sistema de transformación (variables relacionadas con la inversión en desarrollo tecnológico y en formación humana), y sus salidas (productividad y participación de mercado), ver anexo tres. De acuerdo al esquema de planeación considerado²⁵³, el escenario tendencial se toma como base de comparación del escenario deseable, configurado por un conjunto de indicadores base, los cuales son utilizados para identificar las orientaciones y las magnitudes de los esfuerzos necesarios para reorientar al sistema hacia el logro de dicho escenario.

Se considera al sector manufacturero, de acuerdo a las divisiones que maneja el Banco de México en sus reportes, es decir, como una de las cuatro actividades industriales²⁵⁴, la

²⁵³Figura III.1.

²⁵⁴Minera, Manufacturera, Construcción y Electricidad. La industria manufacturera representó casi el 24% del PIB en 1990.

cual está compuesta por nueve ramas más específicas:

1. Alimentos, bebidas y tabaco.
2. Textiles y prendas de vestir.
3. Industrias de la madera.
4. Papel, imprenta y editoriales.
5. Química, caucho y plástico.
6. Minerales no metálicos.
7. Metálicas básicas.
8. Productos metálicos y maquinaria.
9. Otras industrias manufactureras²⁵⁵.

IV.1 Operacionalización y Determinación de Formas Funcionales del Modelo de la CEPET.

IV.1.1 Planteamiento por Descomposición.

En esta sección, se formulan tanto la función que relaciona las entradas con la salida del sistema de transformación, como las funciones de inversión a utilizar, de acuerdo a la formulación general presentada en el capítulo tres²⁵⁶. A partir de la función de transferencia planteada, se determina la medida de

²⁵⁵ Indicadores del Sector Productivo, Banco de México, no. 82, diciembre de 1986, p.3.

²⁵⁶ Ecuaciones iii.1 a iii.3.

eficiencia a utilizar en el sistema, es decir, la productividad total (PT). Dicha función, considerará explícitamente al capital en conocimientos (KK), elemento fundamental de la medida de eficiencia del sistema. Se define una función que identifica los diferentes componentes a considerar del KK, de acuerdo a la CEPET y a las consideraciones de medición en su aplicación al sector manufacturero de México. Posteriormente se determina una expresión que relaciona la PT con los flujos de inversión en cada uno de los rubros que conforman al KK.

La función entradas-salida, así como la definición de productividad total, se presentan en las ecuaciones iv.1 y iv.2²⁵⁷.

$$\begin{array}{ll}
 \text{iv.1} & P_t = g_1(X_t, KK_t) \\
 \text{iv.2} & PT_t = P_t / X_t = g_2(KK_t) \\
 \text{iv.3} & pt_t = d(PT_t) / dt \\
 \text{iv.4} & tpt_t = pt_t / PT_t
 \end{array}$$

En donde, para el período de tiempo t , se tiene; P_t : salida o nivel de producción del sistema de transformación; X_t función que considera las entradas clásicas al sistema de

²⁵⁷ Terleckyj (1974), Griliches (1979, 1988) y Mansfield (1980, 1988), ver capítulo uno.

transformación, es decir, a K_t : capital físico utilizado para la producción de P_t y L_t : cantidad de trabajo humano o mano de obra utilizado para la producción de P_t ; KK_t : capital de conocimientos; y PT_t : productividad total relativa a las entradas K y L ; pt_t : velocidad de cambio de la productividad total; tpt_t : tasa relativa a PT , de la velocidad de cambio de la productividad total.

Los elementos que conforman la variable de entrada o independiente KK , representan los elementos de desarrollo y evolución del sistema, derivadas a partir de los subsistemas de formación humana y de desarrollo tecnológico²⁵⁸, determinando las variaciones en la productividad, punto fundamental de interés en la presente investigación.

Si se toma una función de producción tipo Cobb-Douglas, considerando explícitamente al capital en conocimientos (KK), aparte de las entradas tradicionales de capital físico (K) y de trabajo (L), ecuación iv.5, se obtiene²⁵⁹ la expresión que representa a la productividad total (PT), que considera la

²⁵⁸Ver figuras III.4, III.9 y III.10.

²⁵⁹Terleckyj (1974); Mansfield (1980, 1988); Griliches (1979, 1988), Link (1987).

relación entre la salida o producción (P) y el capital físico y el trabajo, ecuación iv.6, que también puede plantearse en función del capital de conocimientos y de un factor de tendencia t, ecuación iv.6.1. Al derivar la ecuación iv.6.1 respecto al tiempo (ecuación iv.7), y dividirla respecto a la productividad total, se obtiene la tasa de cambio de la productividad total (tpt), ecuación iv.8.

$$\text{iv.5} \quad P_t = a_0 [K_t^{a_1}] [L_t^{a_2}] [KK_t^{a_3}] [e^{a_4 t}]$$

$$\text{iv.6} \quad PT_t = P_t / (K_t^{a_1} L_t^{a_2})$$

$$\text{iv.6.1} \quad PT_t = a_0 [KK_t^{a_3}] [e^{a_4 t}]$$

$$\text{iv.7} \quad pt_t = dPT_t / dt$$

$$\text{iv.7.1} \quad pt_t = a_0 [(KK_t^{a_3})(e^{a_4 t} a_4)] + [e^{a_4 t} a_3 KK_t^{(a_3-1)} kk]$$

$$\text{iv.7.2} \quad pt_t = a_0 e^{a_4 t} [(KK_t^{a_3} a_4) + (a_3 KK_t^{a_3} kk / KK_t)]$$

$$\text{iv.7.3} \quad pt_t = a_0 KK_t^{a_3} e^{a_4 t} [a_4 + a_3 kk / KK_t]$$

$$\text{iv.8} \quad tpt_t = pt_t / PT_t = a_4 + a_3 kk / KK_t$$

El parámetro a_3 representa la elasticidad de la salida respecto al capital de conocimientos (ecuación iv.9). La ecuación iv.12.1 se obtiene al realizar las substituciones de las ecuaciones iv.9, iv.10 y iv.11 en la ecuación iv.8. La ecuación iv.11 representa la razón o relación entre la inversión neta en el capital de conocimientos (kk), y la salida del sistema de transformación.

$$\begin{aligned} \text{iv.9} \quad a_3 &= (dP/dKK) * (KK_t/P_t) \\ \text{iv.10} \quad b &= dP / dKK \\ \text{iv.11} \quad JKK_t &= kk / P_t \\ \text{iv.12} \quad tpt_t &= a_4 + [(dP / dKK) (KK_t / P_t)] [kk / KK_t] \\ \text{iv.12.1} \quad tpt_t &= a_4 + b[JKK_t] \end{aligned}$$

Con el objetivo de realizar la aplicación empírica, se supone que el nivel de capital de conocimiento no se deprecia²⁶⁰, o se deprecia tan lentamente como para despreciarla, lo cual permite aproximar la inversión en dicho capital, por diferentes flujos relacionados con su crecimiento.

Al considerar los aspectos de medición de las variables, y tomando en cuenta la naturaleza de intangibilidad de la variable capital de conocimientos (KK), no medible directamente, resulta conveniente representarla en función de los flujos de inversión correspondientes, realizados con el objetivo de incrementar su magnitud, e incrementar tanto la productividad del sistema como su participación de mercado. Las tasas de inversión en KK son más fáciles de medir que las tasas de crecimiento del capital intangible KK. La CEPET considera dos tipos de flujos de inversión para el incremento de la

²⁶⁰Ibid.

productividad de un sistema de transformación, derivados de los dos subsistemas considerados, formación humana (IFH) y desarrollo tecnológico (IDT)²⁶¹.

En la formulación del modelo, dirigido al sector manufacturero en México, se consideran, para el subsistema de formación humana, las variables de inversión en capacitación (IC) en la industria manufacturera²⁶², y de inversión en educación²⁶³ (IE). Para el subsistema de desarrollo tecnológico, se consideran las variables de inversión en I&D (IID), a un nivel agregado, y la variable (IRA) relacionada con la compra de tecnología de operación (regalías y asistencia técnica), importada del exterior del sistema. Lo anterior se representa en la ecuación iv.13 en términos de los dos subsistemas, y en la ecuación

²⁶¹Figura III.10.

²⁶² "...la capacitación de los trabajadores es un instrumento para aumentar la productividad, elemento considerado como vital para el desarrollo económico, y también ayuda a la disminución de accidentes de trabajo...", México Social 1988-1989, Banamex, p.292. Sin embargo, es conveniente considerar que en realidad, todas las organizaciones capacitan de alguna manera a sus integrantes, aunque no se le llame capacitación formal a este proceso.

²⁶³No se hace la distinción entre inversión pública y privada como en el modelo de Capron (1989), tanto en el ámbito de la educación como en el de I&D, debido a que la pública representa en México, casi la totalidad en ambos casos.

iv.14, en términos de las variables operativas definidas. La ecuación iv.14.1 considera una relación lineal entre cada una de las variables y la inversión total en capital de conocimientos. Al substituir las relaciones de la ecuación iv.15 en iv.14.1, las cuales se proponen con el objetivo de obtener un modelo lineal, se logra finalmente el modelo de la ecuación iv.17.

$$\text{iv.13} \quad \text{IKK} = g_3(\text{IFH}, \text{IDT})$$

$$\text{iv.14} \quad \text{IKK} = g_3(\text{IC}, \text{IE}, \text{IID}, \text{IRA})$$

$$\text{iv.14.1} \quad \text{IKK}_t = b_1' [\text{IC}_t] + b_2' [\text{IE}_t] + b_3' [\text{IID}_t] + b_4' [\text{IRA}_t]$$

$$\text{iv.15} \quad b_1 = a_4$$

$$b_{11} = b \ b_1'$$

$$b_{12} = b \ b_2'$$

$$b_{13} = b \ b_3'$$

$$b_{14} = b \ b_4'$$

$$\text{iv.16} \quad \text{tpt}_t = b_1 + b \ b_1' [\text{IC}_t] + b \ b_2' [\text{IE}_t] + b \ b_3' [\text{IID}_t] + b \ b_4' [\text{IRA}_t]$$

$$\text{iv.17} \quad \text{tpt}_t = b_1 + b_{11} [\text{IC}_t] + b_{12} [\text{IE}_t] + b_{13} [\text{IID}_t] + b_{14} [\text{IRA}_t]$$

$$\text{iv.17.1} \quad \text{tpt}_t = b_1 + b_{11} [\text{IC}_t] + b_{12} [\text{IE}_t] + b_{13} [\text{IID}_t] + b_{14} [\text{IRA}_t] + u_{1t}$$

La ecuación iv.17 indica que la razón de crecimiento de la productividad total (tpt_t) es igual a una constante, más la sumatoria de los productos marginales (b_{11} , b_{12} , b_{13} , y b_{14}) multiplicados por sus correspondientes razones (IC, IE, IID, e

IRA) de los flujos de inversión netos²⁶⁴ respecto a la salida P, de cada uno de los componentes de IKK, más un elemento estocástico, u_{it} , que representa los elementos que influyen en tpt , no contemplados explícitamente en las variables independientes²⁶⁵.

Con el objetivo de formular las diferentes funciones de inversión del modelo, y tomando como base el marco teórico respecto al concepto de inversión, presentado en el capítulo uno, se identifican diferentes preguntas básicas respecto a la decisión de invertir, es decir, respecto a los determinantes que conducen a las decisiones de realizar cambios en el nivel actual de capital, orientados hacia un determinado nivel deseado de capital. De las dos preguntas fundamentales al respecto, que son: ¿qué determina el nivel de capital deseado (u óptimo)?, y ¿qué determina la variación del nivel de capital

²⁶⁴Debido a que las variables IC e IE se encuentran altamente correlacionadas, se tomará una combinación de ambas en la variable ICE, como se define en la figura IV.1, ecuación iv.13.

²⁶⁵Es posible considerar rezagos en el impacto de las variables independientes en la dependiente, ocasionados por la misma estructura e inercia del sistema de transformación. Ver por ejemplo Pakes & Shankerman, 1980, p.6.

deseado:²⁶⁶, surgen diferentes planteamientos respecto a los diferentes criterios que pueden tomarse en cuenta en la decisión de invertir, ya que²⁶⁷ la decisión de invertir, en términos generales, no se da en el vacío, la inversión se deriva de la demanda por un cierto nivel de capital.

En el presente caso, en donde se considera básicamente la inversión en conocimiento, existen ciertas características económicas únicas²⁶⁸, lo cual afecta los determinantes de su demanda²⁶⁹ de manera diferente a las entradas o insumos tradicionales a los sistemas de transformación como son los inventarios, la planta y la maquinaria y equipo.

Algunos de los criterios que normalmente se consideran en la decisión de invertir en conocimiento son: en función de las utilidades futuras que la inversión generará; en función de la

²⁶⁶ Ott, et.al., (1975).

²⁶⁷ Griliches, (1963).

²⁶⁸ "...el gasto en ciencia y tecnología constituye una inversión a largo plazo que tiene una elevada rentabilidad social. Las reducciones (y fluctuaciones) a corto plazo en el gasto, al detener la investigación y la formación de recursos humanos, provocan pérdidas y retrasos irrecuperables..."; Collás, et.al., (1982). Ver también Pakes & Shankerman (1980).

²⁶⁹ Como el rendimiento y el riesgo.

posición estratégica futura del sistema de transformación; en función de los niveles de inversión de los sistemas de transformación en competencia; en función de las utilidades o de los niveles de producción o de inversión anteriores, en función del tamaño esperado del mercado; en función del poder esperado derivado del monopolio del conocimiento, y de su habilidad de apropiarse de los beneficios de su inversión (ya que generalmente los sistemas de transformación que realizan inversiones en I&D no son capaces de apropiarse de todos los beneficios derivados de sus proyectos²⁷⁰); en función de "la tradición:" o la costumbre que se ha adoptado en el pasado en el sistema; o en función de los costos relativos de las entradas al sistema.

La decisión final de invertir siempre estará condicionada por los recursos disponibles para tal efecto, lo cual enmarca también el problema de la inversión dentro del esquema de asignación de recursos, en el sistema de transformación. En la presente aplicación no se consideran restricciones en cuanto a los requerimientos de inversión, sino que se busca la sensibilización del planeador, en las relaciones de los montos

²⁷⁰ Bernstein & Nadiri, (1988).

de inversión necesarios y sus correspondientes niveles de eficiencia, con el objetivo de lograr incrementar su participación en el mercado manufacturero mundial.

La formulación de las funciones de inversión²⁷¹, correspondientes a las variables independientes de la ecuación iv.17, se presentan en las ecuaciones iv.18 a iv.21.

$$\text{iv.18} \quad IC_t = b_2 + b_{21} [P_t] + b_{22} [IC_{t-1}] + u_{2t}$$

$$\text{iv.19} \quad IE_t = b_3 + b_{31} [PEEPIB_t] + b_{32} [IE_{t-1}] + b_{33} [HE_t] + u_{3t}$$

$$\text{iv.20} \quad IID_t = b_4 + b_{41} [PEIDPIB_t] + b_{42} [PEIDPET_t] + b_{43} [IID_{t-1}] + u_{4t}$$

$$\text{iv.21} \quad IPA_t = b_5 + b_{51} [P_t] + b_{52} [IRA_{t-1}] + b_{53} [II_t] + u_{5t}$$

La ecuación iv.18 relaciona la variable de inversión en capacitación, con el nivel actual de la salida P del sistema, y con la inversión en capacitación del período anterior. Se considera que los niveles de inversión en capacitación se encuentran en relación directa con los niveles de producción y con los niveles de capacitación manejados en el período anterior.

²⁷¹Ver ecuación iii.3.

Las ecuaciones iv.19 y iv.20 se relacionan con variables de política a largo plazo, del sistema de transformación, en donde se consideran a las variables de inversión en educación y en Ciencia y Tecnología a nivel total (México) del sistema, en función con las relaciones que guardan con el presupuesto ejercido respecto a la salida total (PIB) y con el presupuesto ejercido total (PET)²⁷², así como la relación con los niveles anteriores de sus respectivas variables dependientes. La ecuación iv.19, también considera de manera explícita, el número de habitantes escolares en México (HE)²⁷³.

La ecuación iv.21, referente a la inversión en regalías y asistencia técnica con el extranjero (fuera del sistema focal),

²⁷²"...Cualquiera que sea el tamaño y la estructura de una economía nacional, el desarrollo exige que una porción del producto económico se invierta para generar producto futuro. Una parte de esa inversión debe incrementar la planta física del país y otra la parte técnica e intelectual...", El gasto del Gobierno Federal en C&T se comporta de acuerdo a las variaciones de la economía nacional, el cual representa por lo menos el 90% del gasto nacional, cuyo porcentaje máximo respecto al PIB ha sido de 0.58% en 1981 como se muestra en la figura IV.6; Reséndiz (1984).

²⁷³En McGinn (1983) se discuten varios criterios que se han utilizado históricamente (ie. en función del número de alumnos), y algunos que se deberían utilizar en la asignación de recursos (como el impacto en nuevas pedagogías, eficiencia y eficacia de los elementos que componen a cada programa educativo, etc.).

tiene una estructura semejante a la iv.18, incluyendo además una variable que indica el nivel o índice de intercambio (II) con el exterior del sistema, debido a que éste se considera uno de los principales factores de influencia en los montos destinados a este tipo de inversión.

IV.1.2 Planteamiento por Composición.

Al considerar los sistemas en competencia del sector de Manufactura de México, se identifican los sectores manufactureros de los otros países que constituyen el suprasistema, es decir al sistema de sistemas de transformación que constituyen el total de productos manufacturados en el mundo. La ecuación iv.22 representa la función que relaciona el cambio en la participación de mercado del sistema de transformación mexicano (DPPM), con su cambio en el nivel de productividad relativo (tpt), y con un indicador del cambio de la productividad del resto (se toma como un solo sistema en competencia) de los sistemas de transformación que conforman el suprasistema, respecto a su correspondiente número de habitantes (DPMHM).

$$iv.22 \quad DPPM_t = b_0 + b_{01} [tpt_t] + b_{02} [DPMHM_t] + u_{0t}$$

En la figura IV.1 se presenta el modelo total, constituido por seis ecuaciones de regresión, y una igualdad²⁷⁴. Asimismo, se presenta el resumen de las variables y los parámetros que integran al modelo.

IV.2 Base de Datos y Especificación del Modelo.

En la figura IV.2 se presenta la estructura del sistema de ecuaciones que conforma el modelo a utilizar. La seis primeras columnas representan las variables endógenas del modelo (tpt, IC, IE, IID, IRA y DPPM), y las columnas de la séptima a la decimaséptima, a las predeterminadas -exógenas- (P, PEEPIB, PEIDPIB, PEIDPET, HE, II y DPMHM), y -rezagadas- (IC, IE, IID e IRA).

La estructura del modelo es del tipo de ecuaciones de bloques recursivos²⁷⁵, la cual representa una línea de causalidad que inicia en las ecuaciones de inversión, continuando con la ecuación de productividad (iv.17), y finalizando con la ecuación de participación de mercado (iv.22).

²⁷⁴Se utiliza la igualdad $ICE = IC + IE$ debido a que existe multicolinealidad entre estas dos variables.

²⁷⁵Ver anexo II.

Modelos:

$$\text{iv.17 } \text{tpt}_t = b_1 + b_{11} [\text{ICE}_t] + b_{12} [\text{IID}_t] + b_{13} [\text{IRA}_t] + b_{14} [\text{XD}_t] + u_{1t}$$

$$\text{iv.18 } \text{IC}_t = b_2 + b_{21} [P_t] + b_{22} [\text{IC}_{t-1}] + u_{2t}$$

$$\text{iv.19 } \text{IE}_t = b_3 + b_{31} [\text{PEEPIB}_t] + b_{32} [\text{IE}_{t-1}] + b_{33} [\text{HE}_t] + u_{3t}$$

$$\text{iv.20 } \text{IID}_t = b_4 + b_{41} [\text{PEIDPIB}_t] + b_{42} [\text{PEIDPET}_t] + b_{43} [\text{IID}_{t-1}] + u_{4t}$$

$$\text{iv.21 } \text{IRA}_t = b_5 + b_{51} [P_t] + b_{52} [\text{IRA}_{t-1}] + b_{53} [\text{II}_t] + u_{5t}$$

$$\text{iv.22 } \text{DPPM}_t = b_6 + b_{61} [\text{tpt}_t] + b_{62} [\text{DPMHM}_t] + u_{6t}$$

$$\text{iv.23 } \text{ICE}_t = \text{IC}_t + \text{IE}_t$$

Parámetros:

b_i : Intercepto i .

b_{ij} : Cambios en las variables dependientes por unidad en las respectivas variables independientes.

u_{it} : Elemento aleatorio.

Variables:

DPMHM : Velocidad de Cambio de PMHM = $(\text{PMHM}_t - \text{PMHM}_{t-1}) / \text{PMHM}_{t-1}$

DPPM : Velocidad de Cambio de PPM = $(\text{PPM}_t - \text{PPM}_{t-1}) / \text{PPM}_{t-1}$

H : Número de Habitantes en México.

HE : Número de Habitantes Escolares en México.

HM : Número de Habitantes en el Mundo.

IC : Razón Inversión en Capacitación / Salida.

IE : Razón Inversión en Educación / Salida.

II : Índice de Intercambio Pesos/Dólar.

IID : Razón Inversión en I & D / Salida.

IRA : Razón Inversión en Regalías y Asistencia Técnica pagadas al exterior / Salida.

P : Nivel Salida (PIB manufacturero) de México.

PEE : Presupuesto Ejercido en Educación.

PEID : Presupuesto Ejercido en I&D.

PEIDPET = PEID / PET.

PEIDPIB = PEID / PIB.

PEEPIB = PEE / PIB.

PET : Presupuesto Ejercido Total.

PH = P / H.

PIB : Producto Interno Bruto total de México.

PM : Producción Mundial manufacturera.

PMHM = $(\text{PM} - \text{P}) / (\text{HM} - \text{H})$

PPM : Participación del mercado manufacturero = P / PM.

PT : Productividad total.

pt : Tasa de cambio de PT.

t : Periodo de tiempo (año).

tpt : Tasa de cambio de pt, relativa a PT.

XD : Variable dicotoma que diferencia los años de 1982 en adelante.

Figura IV.1. El modelo y sus elementos.

PERIODO:	VARIABLES ENDOGENAS						VARIABLES PREDETERMINADAS													
	tpt	IC	IE	IID	IRA	DPPM	IC	IE	IID	IRA	P	PEEP	PIB	PEID	PIB	PEID	PET	HE	I	DPHM
(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t-1)	(t-1)	(t-1)	(t-1)	t	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
iv.17	1	-b ₁₁	-b ₁₂	-b ₁₃	-b ₁₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
iv.18	0	1	0	0	0	0	b ₂₂	0	0	0	0	b ₂₁	0	0	0	0	0	0	0	0
iv.19	0	0	1	0	0	0	0	b ₃₂	0	0	0	b ₃₁	0	0	0	b ₃₃	0	0	0	0
iv.20	0	0	0	1	0	0	0	0	b ₄₃	0	0	0	b ₄₁	b ₄₂	0	0	0	0	0	0
iv.21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	b ₅₂	b ₅₁	0	0	0	0	0	0	0	b ₅₃	0
iv.22	-b ₆₁	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	b ₆₂

Figura IV.2

Estructura del sistema de regresiones.

IV.2.1 Relación inversión-productividad.

Con el objetivo de especificar estadísticamente el modelo de la ecuación iv.17, se calcula primeramente la variable tpt, utilizando la función tipo Cobb-Douglas como forma funcional de la ecuación iv.1, ver ecuación iv.8. Para tal fin, se especifica la productividad total, representada por la ecuación iv.4, de acuerdo a la figura IV.3, obtenida a partir del cociente de los valores del PIB manufacturero, como variable de salida del sistema, y los valores del acervo de capital neto (K) y número de obreros (L) como variables de entrada.

FIGURA IV.3
CALCULO DE LA VELOCIDAD DE CAMBIO RELATIVA
DE LA PRODUCTIVIDAD TOTAL (tpt)

PERIODO	P	K		L		pt	tpt
	mill\$1970	mill\$1970	personas	PT	pt		
1960	48265.5	28967	1083954	.41034478			
1961	50812.4	32496	1146792	.39391473	-.0400396	-.1016454	
1962	53064.5	34096	1166126	.39685264	.00745823	.01879345	
1963	58051	36613	1230414	.40705520	.02570870	.06315777	
1964	67335.4	40564	1300261	.43403280	.06627502	.15269588	
1965	73022.2	47029	1409261	.41670664	-.0399190	.0957964	
1966	70819.1	50974	1467023	.42151073	.01152870	.02735091	
1967	83750	56502	1534695	.41320815	-.0196972	-.0476689	
1968	91239.5	61095	1590040	.42325657	.02431806	.05745465	
1969	97660.9	68432	1665446	.41510493	-.0192593	-.0463963	
1970	105203	76027	1725626	.41350032	-.0038656	-.0093484	
1971	109264.5	81122	1771587	.40854319	-.0119882	-.0293438	
1972	119967	87679	1830811	.42227790	.03361875	.07961285	
1973	132551.5	92331	1924700	.44335601	.04991525	.11258504	
1974	140936	98011	1996084	.44809947	.01069899	.02387637	
1975	148057.7	101896	2002232	.45910889	.02456914	.05351484	
1976	155517.2	112019.25	2045985	.45124217	-.0171348	-.0379724	
1977	161037.3	127941.49	2051029	.43028362	-.0464465	-.1079436	
1978	176816.5	132429.51	2131056	.45575349	.05921645	.12992802	
1979	195613.7	141565.69	2290853	.47065538	.03267462	.06942766	
1980	209681.9	154501.05	2416842	.46436765	-.0048607	-.0103781	
1981	224326.2	251603.37	2541537	.36441929	-.2219375	-.6090169	
1982	217852.2	315199.14	2479680	.31118362	-.1460836	-.4694449	
1983	202026.3	346310.85	2303250	.28028381	-.0992977	-.3542754	
1984	211683.5	380139.80	2349170	.27529599	-.0179255	-.0651221	
1985	223886.3	417492.41	2426509	.27144549	-.0138564	-.0510465	

eK: elasticidad de K = .61313229

eL: elasticidad de L = .38686771

P: Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera

K: Acervo Neto de capital

L: Stock de trabajo

PT: Productividad Total = $P / ((K^{eK})(L^{eL}))$

pt: Velocidad de cambio de PT = $(PT_t - PT_{t-1}) / PT_{t-1}$

tpt: Velocidad de cambio relativa de pt = pt_t / PT_t

Fuentes:

- P: SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES 1960-1985, INEGI, SPP, MEXICO, 1987.
- K DE 1960 A 1975: ACERVOS Y FORMACION DE CAPITAL 1960-1975. SUBDIRECCION DE INVESTIGACION ECONOMICA, BANCO DE MEXICO, 1978.
- K DE 1976 A 1980: CON DEPRECIACION ANUAL DEL 5%. CONSIDERANDO LA FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO, TOMADA DE INVERSION FIJA DEL SECTOR EMPRESARIAL, 1975-1980, BANCO DE MEXICO.
- K DE 1981 A 1985: CON DEPRECIACION ANUAL DEL 5%. CONSIDERANDO LA FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO, TOMADA DE TEMAS DE CUENTAS NACIONALES 1960-1985, INEGI, 1987; LAGANA, 1985, p.198.
- L DE 1960 A 1969: SE CALCULO EN BASE AL INDICE DE HERNADEZ LAOS (1990); L DE 1970 A 1985: SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES, Y HERNADEZ LAOS (1990).

La potencia de L se estima mediante el cociente promedio de los recursos monetarios absorbidos, respecto a la salida neta²⁷⁶, ver figura IV.4. La potencia de K es el complemento del de L²⁷⁷. La razón de cambio (pt) de la productividad total se calcula dividiendo la diferencia entre las productividades totales de dos períodos consecutivos de tiempo, entre el nivel inicial de productividad total, como se indica en la figura IV.3. La tasa de cambio relativa de pt, es decir tpt, se obtiene mediante la división de la razón de cambio de la productividad total, entre la productividad total.

La figura IV.5 presenta la base de datos utilizada para la estimación de los parámetros de la ecuación iv.17, utilizando tpt como variable dependiente, y las razones de inversión o variables independientes, obtenidas al dividir los correspondientes flujos de fondos o recursos, entre la salida o PIB manufacturero.

²⁷⁶Lagana, (1985), p.161.

²⁷⁷Se considera una función con rendimientos constantes, Gujarati (1981), p.101.

FIGURA IV.4

ESTIMACION DE LA ELASTICIDAD PROMEDIO
DE LA MANO DE OBRA
(MILLONES DE PESOS CORRIENTES)

PERIODO	P	D	INGDISP	RA	eL
1970	105203	10371.1	94831.9	39210.2	.41347057
1971	118057	10930.2	107126.8	43323.8	.40441608
1972	134723.4	13255.4	121468	49633.7	.40861544
1973	164014.9	15924.1	148090.8	58984.3	.39829821
1974	215717	21404.4	194312.6	78444.7	.40473289
1975	256701	27457.8	229243.2	97377.5	.42477814
1976	316210.1	34812.7	281397.4	125777.3	.44697392
1977	440812	48560.3	392251.2	160582.1	.40887600
1978	550963.8	63678.8	487285	194856.6	.39988220
1979	714612.8	85462.5	629150.3	249083.3	.39590429
1980	985013.1	112374.5	872638.6	324274.8	.37160263
1981	1311492.7	152958.6	1158534.1	449449.1	.38794637
1982	2000785.1	251179	1749606.5	683784.4	.39082182
1983	3870597.1	475432.5	3395164.6	978822.2	.28829889
1984	6857215.1	833398	6023817.1	1556543.8	.25839825

ELASTICIDAD PROMEDIO DE LA MANO DE OBRA (eL) = .38686771
(1-eL) = .61313229

SUMA DE ELASTICIDADES = 1

P: Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera
D: Consumo de capital fijo (depreciación)
INGDISP: Ingreso Disponible (P - depreciación)
RA: Remuneración Asalariados
eL: Elasticidad del trabajo (RA/ INGDISP)

Fuentes:

- Sistema de Cuentas Nacionales 1960-1985, INEGI, SPP, México, 1987.
- Sistema de Cuentas Nacionales 1980-1982, INEGI, SPP, México, 1984.

FIGURA IV.5
BASE DE DATOS PARA LA ECUACION iv.7

PERIODO	tpt	IC	IE	IID	IRA
1960	0	.0004515	.0677045	.0196530	.0089227
1961	-.101645	.0005134	.0690214	.0196588	.0094642
1962	.0187935	.0004719	.0731346	.0199015	.0114415
1963	.0631578	.0004069	.0761063	.0204178	.0118766
1964	.1526959	.0005644	.0804430	.0199261	.0113494
1965	-.095796	.0007083	.0769901	.0192614	.0121709
1966	.0273509	.0007288	.0792884	.0193762	.0125004
1967	-.047669	.0008428	.0793526	.0191836	.0131331
1968	.0574546	.0009877	.0770450	.0188817	.0143491
1969	-.046396	.0010238	.0832561	.0187918	.0135827
1970	-.009348	.0009771	.0743052	.0171614	.0122966
1971	-.029344	.0011368	.0800067	.0161875	.0108120
1972	.0796129	.0012520	.0872927	.0184437	.0113198
1973	.1125850	.0013199	.0923069	.0193769	.0097164
1974	.0238764	.0014196	.0963980	.0187685	.0078747
1975	.0535148	.0018885	.1212126	.0167128	.0057733
1976	-.037972	.0019217	.1343917	.0169089	.0056142
1977	-.107944	.0019508	.1401073	.0159415	.0049322
1978	.1299280	.0018014	.1407751	.0190907	.0048941
1979	.0694237	.0017090	.1436722	.0201751	.0049342
1980	-.010378	.0023135	.1421006	.0204053	.0045901
1981	-.609017	.0027105	.1677135	.0259791	.0058460
1982	-.469445	.0028929	.1842316	.0235335	.0062129
1983	-.354275	.0021884	.1262511	.0155004	.0026051
1984	-.065122	.0020313	.1205609	.0230588	.0027592
1985	-.051047	.0018290	.1198352	.0176357	.0032457

tpt: TASA DE CAMBIO DE pt, RELATIVA A PT.

IC: RAZON DE INVERSION EN CAPACITACION EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA/ P.

IE: RAZON INVERSION EN EDUCACION TOTAL EN MEXICO / P.

IID: RAZON INVERSION EN IID TOTAL EN MEXICO/ P.

IRA: RAZON INVERSION EN REGALIAS Y ASISTENCIA TECNICA EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA/ P.

Fuentes: Se calcularon a partir de los datos obtenidos de:

IC: SE CONSIDERA QUE LA INVERSION EN CAPACITACION PER CAPITA APROXIMA AL COSTO DE EDUCACION PER CAPITA;

VARIOS INFORMES DE GOBIERNO, SECCION DE CAPACITACION PARA EL TRABAJO.

IE: MEXICO SOCIAL, INDICADORES SELECCIONADOS, BANAMEX, 1988-1989.

IID: 10 AÑOS DEL CONACYT, MEXICO, 1982, PARA 1971 A 1980.

PARA 1960 A 1970 SE UTILIZA UNA EXTRAPOLACION.

IRA: PARA 1960 A 1979, INVERSION EXTRANJERA DIRECTA 1938-1979, BANCO DE MEXICO, 1982.

PARA 1980 A 1985 SE TOMAN LOS PROMEDIOS DE LA PROPORCION DE RA DEL SECTOR MANUFACTURERO RESPECTO AL TOTAL EN MEXICO.

LA ECONOMIA MEXICANA EN CIFRAS, NAFINSA, 1986.

En la figura IV.6 se presenta una tabla de los estadísticos básicos de las variables a utilizar en el modelo.

VARIABLE	MEDIA	DESVIACION E.	MAXIMO	MINIMO
tpt	-0.04988	0.1797	0.1526	-0.6090
IC	0.00142	0.0007	0.0028	0.0004
IE	0.10663	0.0334	0.1842	0.0690
ICE	0.10805	0.0340	0.1871	0.0695
IRA	0.00853	0.0038	0.0143	0.0026
P	135527.02	59312.4	224326.2	50812.4
PEEPIB	0.02376	0.0083	0.0391	0.0126
HE	14.6587	6.2924	26.5176	6.4629
PEIDPIB	0.00421	0.00058	0.0058	0.0035
PEIDPET	0.02678	0.00753	0.0380	0.0111
II	13.16495	2.01587	20.836	10.6338
DPPH	0.02181	0.16166	0.3233	-0.3980
DPHM	0.04128	0.17050	0.5600	-0.1885

Figura IV.6.
Estadísticos básicos de las variables utilizadas.

Con el objetivo de estimar los parámetros de la ecuación iv.17, se procedió a aplicar la técnica de regresión múltiple en dos etapas, ya que sus variables explicatorias son las variables dependientes de las ecuaciones iv.18 a la iv.21.

En la figura IV.7 se presentan los estadísticos obtenidos al utilizar el paquete QTSP, en una computadora Toshiba T3100e. Es posible interpretar los coeficientes de las tres variables de flujo e independientes, en la ecuación iv.17, como las tasas de rendimiento de las correspondientes inversiones, Link (1987).

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR EST.	t	SIGNIFICANCIA
C	-0.9333385	0.4099703	-2.2766	0.034
ICE	3.0356649	1.7684694	1.7165	0.102
IJD	19.447300	12.212508	1.5924	0.127
IRA	28.581829	12.162273	2.3500	0.029
XD	-0.7754134	0.1741891	-4.4516	0.000

VARIABLE	$R^2 = 0.783$	N = 25
DEPENDIENTE: tpt	$R^2_{aj} = 0.740$	DW = 1.801
	F = 18.036	

Figura IV.7.
Parámetros de la ecuación iv.17.
Relación Productividad e Inversiones.

Debido a que la ecuación iv.17 es en realidad una ecuación no lineal en los parámetros, en la figura IV.8 se muestran los valores de los estimadores correspondientes, obtenidos mediante la aplicación de la técnica de mínimos cuadrados no-lineales del paquete QTSP.

VARIABLE	COEFICIENTE	
b_1	-1.0137472	
b	0.1934858	$R^2 = 0.787$
b_1'	16.979531	$R^2_{aj} = 0.731$
b_2'	116.51508	F = 14.036
b_3'	147.31548	N = 25
b_4'	-0.8427764	DW = 1.883

VARIABLE DEPENDIENTE: tpt

Figura IV.8.
Parámetros de la ecuación (no lineal) iv.7.
Relación Productividad e Inversiones.

IV.2.2 Funciones de inversión.

Con el objetivo de estimar las ecuaciones de inversión (iv.18 a iv.21), las cuales forman parte del modelo resumido en la figura IV.1, se toman las series de datos de las variables involucradas presentadas en la figura IV.9.

En la figura IV.10, se encuentran los estimadores obtenidos al aplicar la técnica de regresión lineal múltiple de mínimos cuadrados ordinarios, para cada una de las cuatro variables de inversión consideradas. Como puede observarse, los estimadores de las variables independientes son significativos a un nivel máximo de 7%, ver estadísticos t.

Los coeficientes de determinación R^2 son altos en las cuatro regresiones, lo que indica que la bondad de ajuste de los modelos en las observaciones es bastante aceptable. El estadístico F para cada una de las regresiones es muy significativo, ya que el valor de tablas, considerando un nivel de significancia de 1%, es de tres aproximadamente, lo cual indica que se rechaza la hipótesis de que todas las pendientes (relaciones) son iguales a cero.

Debido a que las cuatro regresiones son del tipo

autorregresivas, el estadístico Durbin-Watson normal no puede aplicarse directamente para checar estadísticamente la no-autocorrelación de primer orden de los residuales. Para tal fin, se utilizaron los estadísticos h de Durbin²⁷⁸ para cada regresión, los cuales tomaron los valores de 2.9, 2.6, 3.5 y 1.8 respectivamente, presentando autocorrelación positiva las cuatro regresiones. Al obtener la corrección de promedios móviles²⁷⁹, se obtienen los valores del estadístico h de Durbin, para las regresiones iv.19, iv.20 y iv.21, que no rechaza la hipótesis nula de no-autocorrelación positiva de primer orden²⁸⁰ a un nivel de significancia de 10%.

²⁷⁸Maddala (1985), p.391; Gujarati (1981), p.266; Johnston (1985), p.318.

²⁷⁹Manual del paquete estadístico TSP, sección 14.5.

²⁸⁰ $h = r (N / (1 - N * VAR(b))^{1/2})$. Para la ecuación iv.18 no puede aplicarse dicha prueba debido a que $N * VAR(b) > 1$. Los valores para las otras tres regresiones son 0.13, 0.60 y .29 respectivamente. Para la ecuación iv.18 se aplica el procedimiento alternativo que Durbin propone en Johnston (1985), la cual rechaza la hipótesis nula a un 9.6% de significancia.

FIGURA IV.9
BASE DE DATOS PARA LAS ECUACIONES DE INVERSION Y DE PARTICIPACION DE MERCADO

PERIODO	P	HE	PEEPIB	PEIDPIB	PEIDPET	millones	II	DPPM	DPHM
1950	48265.5	.0122650	.0035602	.0282174	5.941536	13.92501			
1961	50812.4	.0126767	.0036106	.0307183	6.462994	13.43571		.0060897	.0347190
1962	53064.5	.0134534	.0036610	.0338195	6.86527	13.21128		-.012079	.0385956
1963	58051	.0138337	.0037113	.0380278	7.37977	13.11101		.0064233	.0375228
1964	67335.4	.0151861	.0037617	.0326484	7.839427	12.59103		.1216900	.0111646
1965	73022.2	.0152371	.0038120	.0277648	8.351717	12.59951		.0445845	.0553288
1966	78819.1	.0158051	.0038624	.0353239	8.898613	12.88424		.0166200	.0366190
1967	83750	.0161850	.0039127	.0311296	9.481399	12.54595		.0163137	.0468908
1968	91239.5	.0161711	.0039631	.0346793	9.842915	12.59876		.0347784	.0520762
1969	97660.9	.0177814	.0040135	.0320484	10.31883	12.76882		.0215837	.0361962
1970	105203	.0175954	.0040638	.0342723	11.23569	12.5		.1246194	.0374768
1971	109264.5	.0192758	.0039	.0342389	11.92223	12.43764		.0005990	.0364904
1972	119967	.0208249	.0044	.0321540	12.58598	12.64469		.0176329	.0328731
1973	132551.5	.0219133	.0046	.0310692	13.27351	12.34481		.0856221	-.041406
1974	140936	.0231127	.0045	.0298026	13.62807	11.97717		.2106286	-.133235
1975	148057.7	.0282854	.0039	.0213984	14.99889	11.84628		.0953503	-.063662
1976	155517.2	.0309971	.0039	.0194338	16.11919	12.63931		-.082046	.1032134
1977	161037.3	.0333976	.0038	.0197876	17.10267	13.76313		-.122573	.1977797
1978	176816.5	.0331831	.0045	.0241973	18.54258	12.92806		.1408812	-.080713
1979	195613.7	.0334700	.0047	.0230309	19.79291	12.31735		.1917779	-.113983
1980	209681.9	.0327303	.0047	.0215306	20.97526	11.35156		.2610249	-.164632
1981	224326.2	.0374431	.0058	.0227292	22.11561	10.63382		-.147554	-.107043
1982	217852.2	.0391425	.005	.0144062	22.86509	14.36553		-.398073	.5600367
1983	202026.3	.0285075	.0035	.0111777	24.06597	20.83640		-.322512	.4716559
1984	211683.5	.0287563	.0055	.0196047	25.28692	13.21131		.3233968	-.188548
1985	223886.1	.0292187	.0043	.0150556	26.51768	17.58054		-.090503	.1366690

P:	PIB DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN MEXICO.	PEIDPIB = PEID/PIB
PEID:	PRESUPUESTO TOTAL EJERCIDO EN I&D.	PEIDPET = PEID/PET
PIB:	PIB TOTAL DE MEXICO.	PEEPIB = PEE/PIB
PEE:	PRESUPUESTO EJERCIDO EN EDUCACION.	PH = P/H
H:	NUMERO DE HABITANTES EN MEXICO	PMHM = (PM-P)/(HM-H)
HE:	NUMERO DE HABITANTES ESCOLARES EN MEXICO.	PPM = P/PM
PM:	PRODUCCION MUNDIAL MANUFACTURERA.	DPPM = (PPM - PPM _{t-1})/PPM _{t-1}
HM:	NUMERO DE HABITANTES EN EL MUNDO.	DPHM = (DPHM _t - DPHM _{t-1})/DPHM _{t-1}
II:	INDICE DE INTERCAMBIO ((PARIDAD PESOS/DOLAR)(RAZON INDICES DE PRECIO EUA/MEXICO)).	
PET:	PRESUPUESTO EJERCIDO TOTAL.	

Fuentes:

P:	SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES 1960-1985, INEGI, SPP, MEXICO, 1987.
PEID:	10 AÑOS DEL CONACYT, MEXICO, 1982, p.51, DE 1971 A 1980. PARA 1960 A 1970 SE UTILIZA UNA EXTRAPOLACION.
PIB:	SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES 1960-1985, INEGI, SPP, MEXICO, 1987. PEE, PET: MEXICO SOCIAL 1988-89, BANAMEX.
H:	ANUARIO ESTADISTICO 1986, UNESCO. LA ECONOMIA MEXICANA (1986), NAFINSA. INFORME SOBRE EL DESARROLLO MUNDIAL, BANCO MUNDIAL, 1989, p.169.
HE:	INEGI, 1990.
PH:	ESTIMADO MEDIANTE INTERPOLACIONES A PARTIR DE: INFORME SOBRE EL DESARROLLO MUNDIAL, BANCO MUNDIAL, 1978, 1983, 1988, 1989. ESTADISTICAS FINANCIERAS INTERNACIONALES, ANUARIO, FMI, 1978, P363.
HM:	ANUARIO ESTADISTICO (1986), UNESCO.
II:	LA ECONOMIA MEXICANA (1986), NAFINSA, p.98. IPEAE, NOTA TECNICA (P) AEN-416, MEXICO (1987).

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES	COEFICIENTE	ERROR EST.	t	PROB SIG.	R ²	R ² _{aj}	F
IC ECUACION: iv.18	P _t	6.252E-09	2.237E-09	2.7952	0.011	0.919	0.912	119
	IC _{t-1}	0.4188626	0.2174619	1.9261	0.068			
	MA(1)	0.3244438	0.3222832	1.0067	0.326			
IE ECUACION: iv.19	PEEPIB _t	4.5679373	0.3272072	13.9604	0.000	0.981	0.978	347
	IE _{t-1}	0.1722055	0.0750078	2.2958	0.033			
	HE _t	-0.0014489	0.0003647	-3.9732	0.001			
	MA(1)	0.9282241	0.2577935	3.6006	0.002			
IID ECUACION: iv.20	C	-0.0063532	0.0034025	-1.8672	0.077	0.837	0.802	24
	PEIDPIB _t	4.0052705	0.4212641	9.0508	0.000			
	PEIDPET _t	0.1287257	0.0340210	3.7837	0.001			
	IID _{t-1}	0.2618373	0.1084129	2.4152	0.026			
	MA(1)	0.7986476	0.2765920	2.8875	0.009			
IRA ECUACION: iv.21	C	0.0091905	0.0029764	3.0878	0.006	0.940	0.927	74
	P _t	-1.942E-08	8.007E-09	-2.4251	0.025			
	IRA _{t-1}	0.6445671	0.1360157	4.7389	0.000			
	II _t	-0.0002759	0.0001241	-2.2240	0.038			
	MA(1)	0.4882668	0.2999994	1.6276	0.120			

Figura IV.10
Estimaciones de las regresiones de inversión.

IV.2.3 Especificación de la relación:

PRODUCTIVIDAD-PARTICIPACION DE MERCADO.

En la ecuación iv.22, los valores de la variable tpt , variable endógena que representa la tasa de cambio relativa de la productividad total interna del sistema, se toma de la figura IV.2.

La variable $DPMHM$ representa una medida del cambio de la productividad del suprasistema, excluyendo a México, es decir la producción manufacturera del resto del mundo en relación al resto de la población mundial.

La figura IV.11 muestra los estadísticos obtenidos al aplicar la técnica de regresión en dos etapas a la ecuación iv.22.

VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR EST.	t	SIGNIFICANCIA
C	0.0619979	0.0131869	4.7015	0.000
tpt_t	0.1885327	0.1032185	1.8265	0.081
$DPMHM_t$	-0.7454529	0.0920997	-8.0940	0.000

	$R^2 = 0.863$	$N = 25$
VARIABLE	$R^2_{aj} = 0.851$	
DEPENDIENTE: DPPH	$F = 69.506$	$DW = 2.397$

Figura IV.11.
Parámetros de la ecuación iv.22.
Cambio de la Participación de Mercado (DPPH).

En la figura IV.12 se encuentra el modelo completo, incluyendo los parámetros estimados por medio de las regresiones arriba presentadas.

```

=====
iv.17 tptt = -0.9333385 +3.036 [ICEt] +19.447 [IIDt] +28.582 [IRAt] -0.775 [XD] +u1t
iv.18 ICt = +6.252E-09 [Pt] +0.4188 [ICt-1] +u2t
iv.19 IEt = +4.5679 [PEEPt] +0.1722 [IEt-1] -0.0014489 [HEt] +u3t
iv.20 IIDt = -0.00635 +4.0052 [PEIDt] +0.1287 [PEIDPETt] +0.2618 [IIDt-1] +u4t
iv.21 IRAt = 0.00919 -1.942E-08 [Pt] +0.6445 [IRAt-1] -0.0002759 [IIt] +u5t
iv.22 DPPMt = 0.061998 +0.188 [tptt] -0.745 [DPHMMt] +u6p
iv.23 ICEt = ICt + IEt
=====

```

Figura IV.12

El modelo con los parámetros estimados.

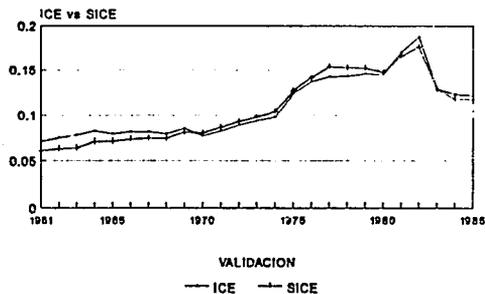
IV.3 Simulación y Análisis de Escenarios.

Con el objetivo de validar el modelo total, compuesto de seis ecuaciones de regresión y una igualdad, se procedió a resolverlo en el mismo período de tiempo de los datos observados (años 1961 a 1985), con el objetivo de poder realizar comparaciones entre los valores observado y los estimados de las variables endógenas. Para tal fin, se utilizó la técnica Gauss-Seidel de resolución iterativa de sistemas de ecuaciones, implantada en el paquete estadístico QTSP. En la

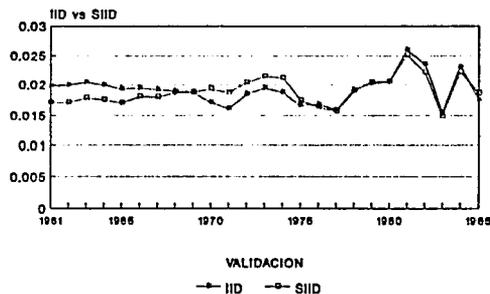
figura IV.13 se muestran las gráficas en las cuales se comparan cada una de las cuatro variables endógenas observadas (tpt, ICE, IID, IRA), con sus correspondientes valores simulados (Stpt, SICE, SIID, SIRA), los cuales siguen comportamientos muy similares. En la figura IV.14 se presentan las comparaciones de las medidas de desempeño de participación de mercado DPPM y PPM con sus valores simulados SDPPM y SPPM.

Al realizar las simulaciones a futuro, se aplica también la técnica Gauss-Seidel, resolviendo el sistema de ecuaciones para cada período de tiempo contenido en el horizonte de planeación, tomando en consideración tanto los parámetros estimados en la sección anterior, como los valores de las variables predeterminadas, es decir las exógenas y las rezagadas, realizando un conjunto de supuestos para sus proyecciones, en cada uno de los diferentes escenarios que a continuación se presentan.

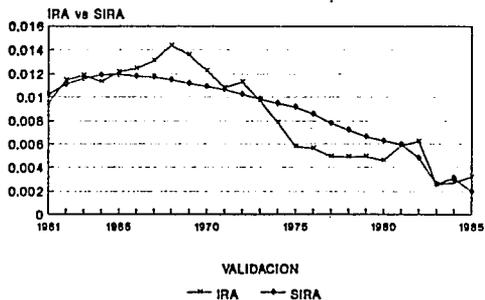
CAPACITACION Y EDUCACION DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS



I & D DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS



REGALIAS Y ASISTENCIA DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS



CAMBIO EN PRODUCTIVIDAD DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS

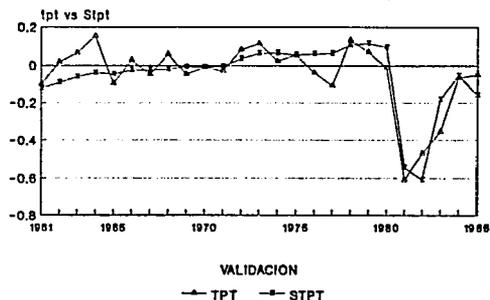
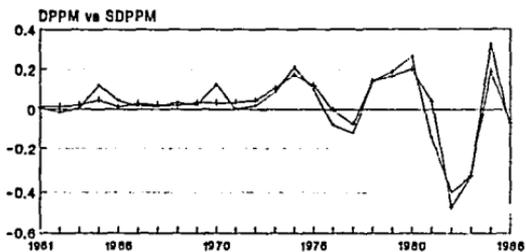


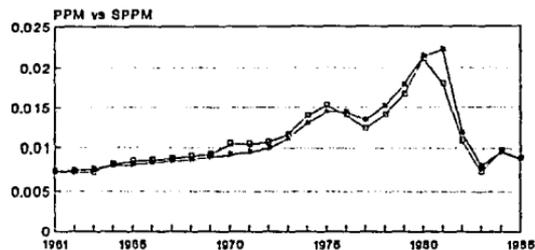
Figura IV.13

CAMBIO PARTICIPACION DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS



VALIDACION
—●— DPPM —■— SDPPM

PARTICIPACION DE MERCADO DATOS OBSERVADOS VS SIMULADOS



VALIDACION
—●— PPM —■— SPPM

Figura IV.14

IV.3.1 Escenario Tendencial.

A continuación se presenta la simulación del escenario tendencial o de referencia, el cual servirá de base²⁸¹ para realizar comparaciones con el escenario simulado, que incluye ciertos supuestos de planeación.

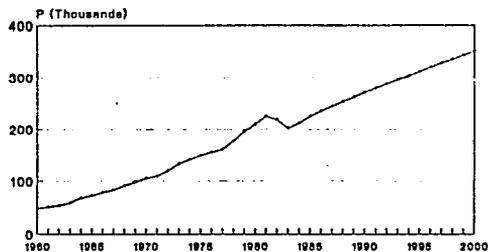
Tomando como base las tendencias de las variables exógenas (P, HE, DPMHM e II), y las variables decisionales (PEEPIB, PEIDPIB, PEIDPET) se conformará, mediante la simulación del modelo completo, el escenario tendencial. Las tendencias de dichas variables se muestran en las figuras IV.15 y IV.16.

La figura IV.17 presenta el comportamiento de las variables endógenas, calculadas a partir de la resolución del sistema de ecuaciones, tomando en cuenta las tendencias de las variables exógenas. La figura IV.18 presenta el comportamiento tanto de la variación de la participación de mercado, como de la principal medida de desempeño, es decir, la participación en el mercado manufacturero mundial (PPM)²⁸².

²⁸¹Ver capítulo dos, Figura III.1.

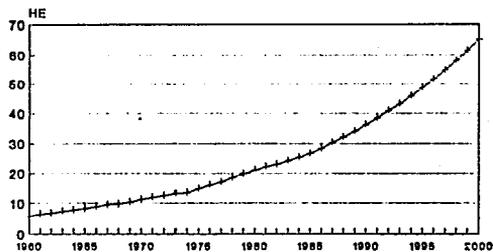
²⁸² $PPM_t = PPM_{t-1}(DPPM_t + 1)$. Ver figura IV.1.

PRODUCCION MANUFACTURAS ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



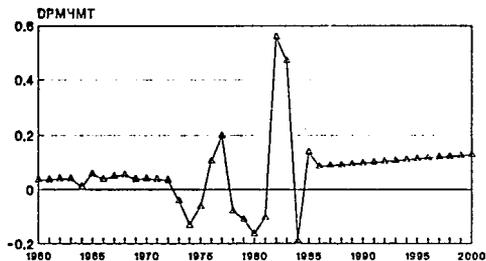
— P

HABITANTES ESCOLARES ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



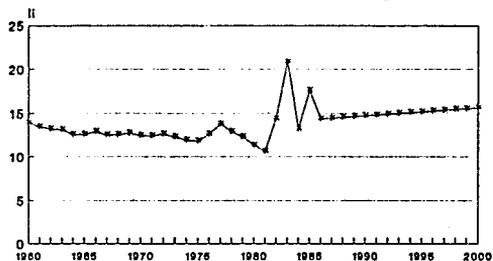
— HE

CAMBIO PRODUCTIVIDAD SISTEMA EN COMPETENCIA



— DPMHMT

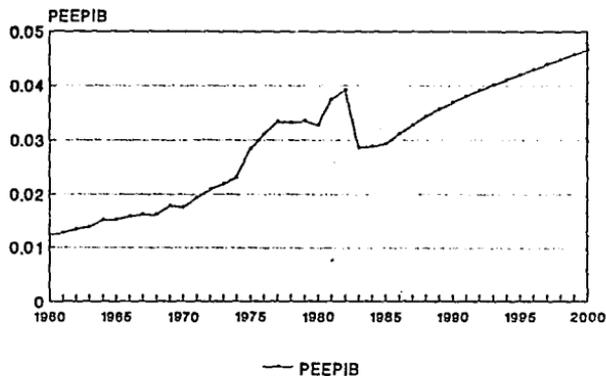
INDICE INTERCAMBIO ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



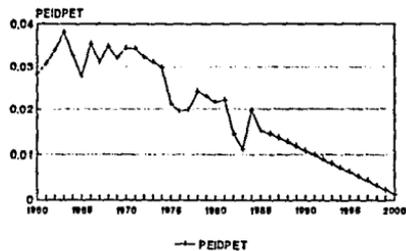
— II

Figure IV.15. VARIABLES EXOGENAS.

EDUCACION / PIB ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



I & D / PET ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



I & D / PIB ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000

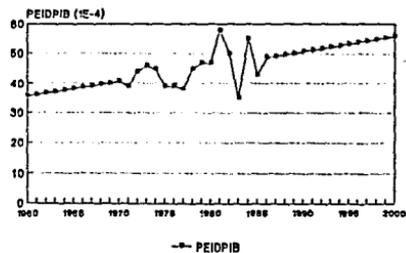
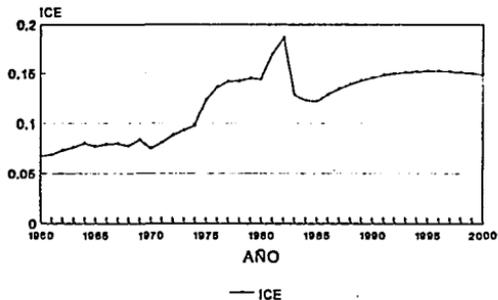
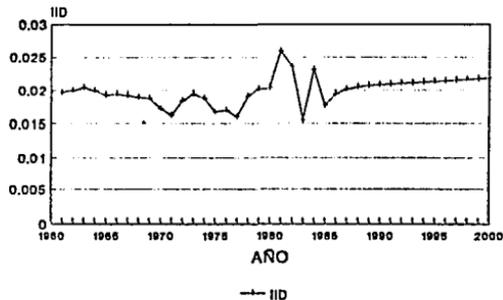


Figure IV.16. VARIABLES DECISIONALES.

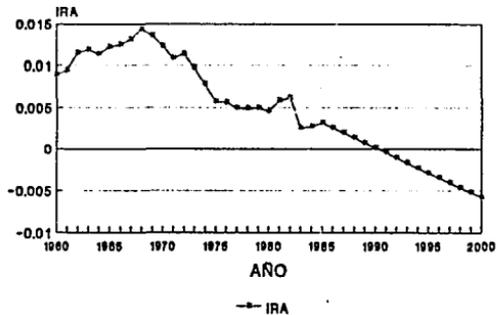
CAPACITACION Y EDUCACION ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



I & D ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



REGALIAS Y ASISTENCIA ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



CAMBIO EN PRODUCTIVIDAD ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000

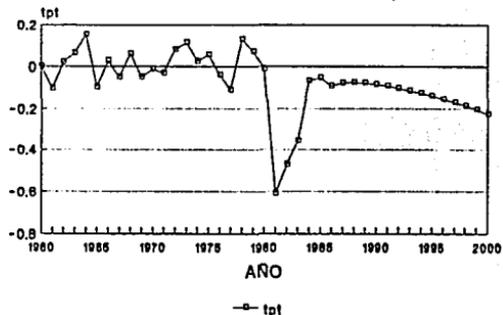
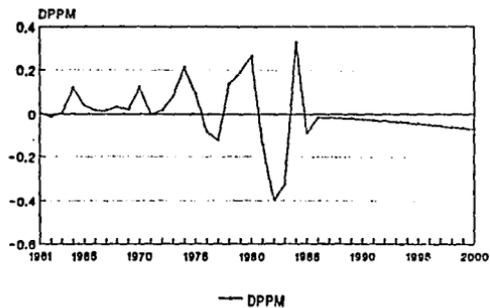


Figura IV.17. VARIABLES ENDOGENAS.

CAMBIO PARTICIPACION ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000



PARTICIPACION DE MERCADO ESCENARIO TENDENCIAL 1986-2000

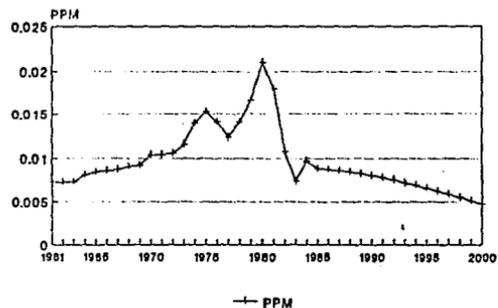


Figura IV.18. MEDIDAS DE DESEMPEÑO.

IV.3.2 Prospectiva.

En el planteamiento prospectivo que a continuación se realiza, se parte de ciertas premisas básicas, que constituyen los ideales que deberían de servir como orientación del papel de la Industria Manufacturera (sistema de transformación), dentro del gran sistema que es México. Dichas premisas se refieren a la idea más general de poder participar y gozar de una sociedad que permita a todos y cada uno de sus individuos, la oportunidad de desarrollarse. De acuerdo a tal ideal, se identifican las siguientes características generales para el sistema manufacturero:

- i. Que sea un conjunto de actividades que provea satisfactores necesarios para la sociedad, tanto en cantidad como en calidad.
- ii. Que tenga la capacidad de generar riqueza a todos los individuos que participen en sus actividades.
- iii. Que mantenga los equilibrios sanos con el medio ambiente y sus recursos, preservándolos para el futuro.
- iv. Que sea un sistema que tenga la capacidad de evolucionar, subsistiendo de manera cada vez más ventajosa respecto a otros

sistemas en competencia.

Las cuatro características mencionadas forman un conjunto interrelacionado, en el cual no puede faltar ninguna, ni puede restársele importancia a ninguna, debido a que el sistema manufacturero se desintegraría a la larga, es decir, son condiciones de existencia del sistema.

Estas condiciones se pueden reflejar en el modelo, mediante políticas de inversión sobre los rubros que afectan al desarrollo y evolución del sistema, identificados en el presente trabajo como las variables de formación humana (IC, IE) y de desarrollo tecnológico (IID, IRA). Dichas políticas deberán crear condiciones para incrementar la productividad del sistema²⁸³, y la participación del mercado manufacturero²⁸⁴ a nivel suprasistema.

a. Primer escenario alternativo, basado en variables decisionales:

²⁸³Ecuación iv.6.

²⁸⁴Ecuación iv.22.

Los factores de influencia en las inversiones en formación humana y en desarrollo tecnológico se definieron en las ecuaciones iv.18 a iv.21. En la figura IV.19 se presentan los valores de las variables decisionales (PEEPIB, PEIDPIB, PEIDPET) del modelo, que reflejen las políticas mencionadas, conformando el escenario deseado en el año 2000.

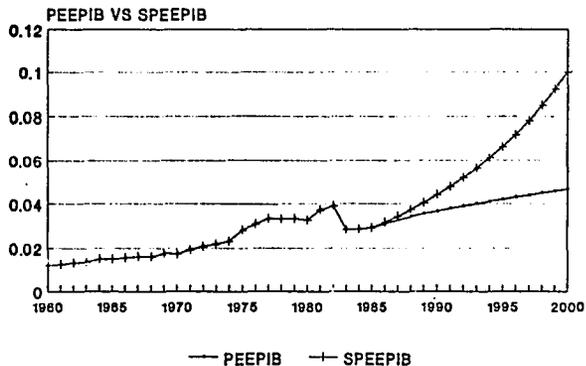
VARIABLE	VALOR
PEEPIB	0.10
PEIDPIB	0.01
PEIDPET	0.03

Figura IV.19.
Valores deseados para el año 2000,
de las variables decisionales.

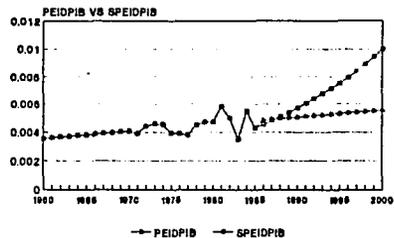
Al substituir los valores de las tres variables decisionales²⁸⁵, así como los valores tendenciales de las otras variables exógenas, se obtienen los valores de las medidas de eficiencia, es decir, la productividad primeramente y la participación en el mercado manufacturero mundial finalmente, ver figuras IV.20, 21 y 22. El valor obtenido de la variable PPM, es decir, de participación del mercado mundial manufacturero, para el año 2000, es de 2.93 %.

²⁸⁵ Considerando que cada variable tendrá dicho valor en el año 2000, a partir de una tendencia compuesta iniciando en el año 1986.

EDUCACION / PIB PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL



I & D / PIB PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL



I & D / PET PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL

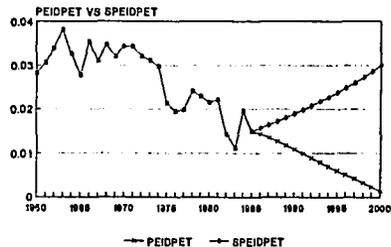
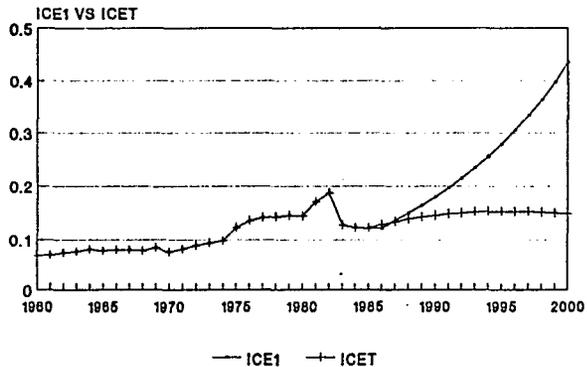
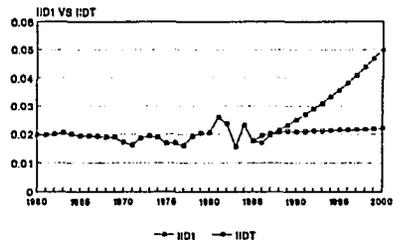


Figura IV.20. VARIABLES DECISIONALES.

CAPACITACION Y EDUCACION PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL



I & D PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL



REGALIAS Y ASISTENCIA PRIMER ESCENARIO VS TENDENCIAL

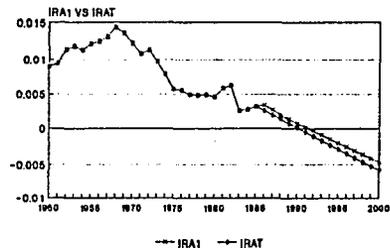
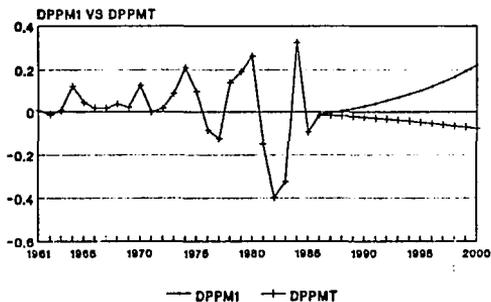


Figure IV.2.L VARIABLES ENDOGENAS.

CAMBIO EN PARTICIPACION ESCENARIO UNO VS TENDENCIAL



PARTICIPACION DE MERCADO ESCENARIO UNO VS TENDENCIAL

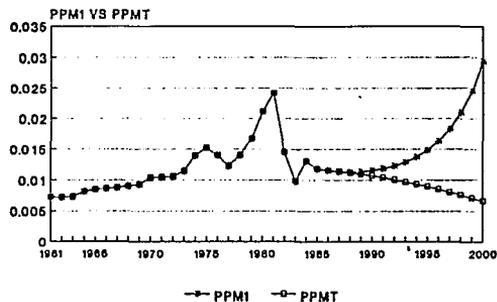


Figura IV.22. MEDIDAS DE DESEMPEÑO.

b. Segundo escenario alternativo, basado en variable endógena (medida de desempeño):

El segundo escenario alternativo está constituido por el valor deseado de la variable endógena "participación de mercado". El planteamiento se basa en la pregunta: ¿cuáles son los valores que deben de tomar las variables decisionales (individualmente) para lograr tener en el año 2000 una participación de mercado del 3 % ?. En la figura IV.23 se presentan las gráficas que reflejan dicho objetivo.

El procedimiento a seguir es en sentido contrario del utilizado para determinar el primer escenario alternativo. Al fijar el valor de 3 % para PPM en el año 2000, se mantienen los valores de todas las variables decisionales de acuerdo con el escenario tendencial, excepto la variable que se esté analizando. La figura IV.24 muestra los valores necesarios, en forma individual, de cada una de las tres variables decisionales, para lograr el 3% de participación en el mercado manufacturero mundial fijada.

PARTICIPACION DESEADA

ESCENARIO DESEADO VS TENDENCIAL

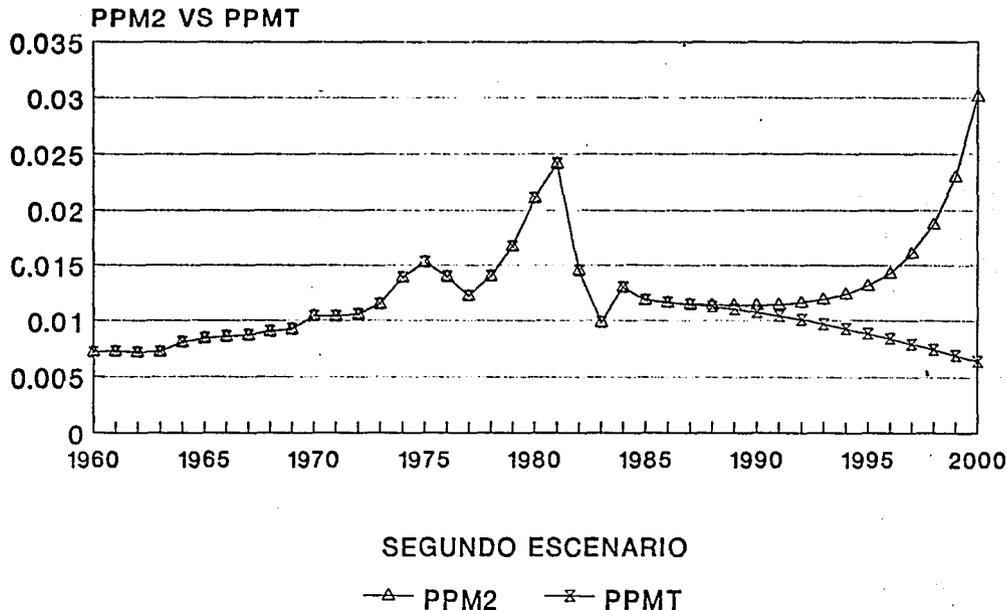
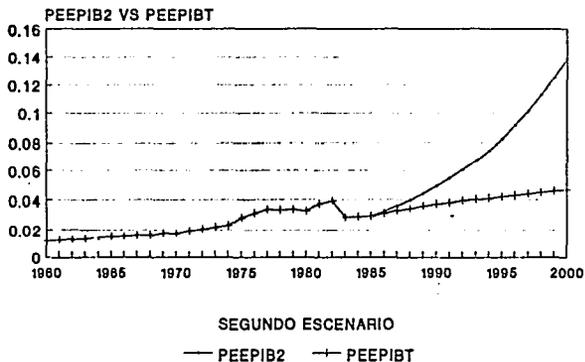
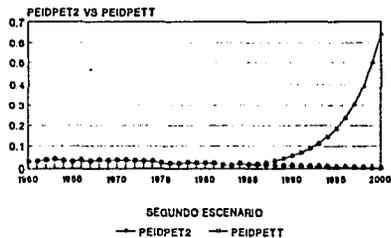


Figura IV.23. MEDIDA DE DESEMPENO.

EDUCACION NECESARIA / PIB ESCENARIO DESEADO VS TENDENCIAL



I & D NECESARIO / PET ESCENARIO DESEADO VS TENDENCIAL



I & D NECESARIO / PIB ESCENARIO DESEADO VS TENDENCIAL

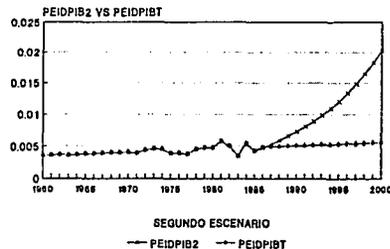


Figura IV.24. VARIABLES DECISIONALES.

La figura IV.25 muestra una tabla comparativa de los valores de cada una de las variables exógenas y de las variables endógenas, correspondientes a sus valores iniciales en el año 1985, y a los valores del escenario tendencial, del escenario basado en las variables decisionales y del escenario basado en la medida de desempeño.

	VALOR EN 1985	ESCENARIO TENDENCIAL	ESCENARIO BASADO EN DECISIONALES	ESCENARIO BASADO EN VARIABLE ENDOGENA	
				VALOR FINAL	INCREMENTO
=====					
VARIABLES EXOGENAS:					
P	223886.1	352688.3			
HE	26.51768	65.29284			
II	17.58054	15.64331			
DPHM	0.136669	0.127397			
VARIABLES DECISIONALES:					
PEEPIB	0.0292187	0.046566	0.10	0.13867	10.94 %
PEIDPIB	0.0043	0.005575	0.01	0.020161	10.85 %
PEIDPET	0.0150556	0.001373	0.03	0.639989	28.40 %

VARIABLES ENDOGENAS:					
tpt	-0.051047	-0.194512	1.219814		
ICE	0.1216642	0.146873	0.433863		
IID	0.0176357	0.021842	0.049770		
IRA	0.0032457	-0.004611	-0.004611		
DPPM	-0.090503	-0.069481	0.196412		

MEDIDA DE DESEMPEÑO:					
PPM	0.011859	0.006611	0.029328	0.03	
=====					

Figura IV.25
Tabla comparativa de escenarios tecnológicos.

Como puede observarse, los esfuerzos individuales de cada una de las tres variables decisionales son muy importantes, para lograr en el año 2000 el tres por ciento en la participación mundial manufacturera. Lo anterior resulta especialmente notorio para la variable relacionada con la I&D (PEIDPET), la cual debe de incrementarse en 28.4% anual de 1986 al año 2000, para lograr la meta deseada.

Al comparar estos resultados, con los obtenidos en el escenario uno, en el cual se combinan los incrementos de las tres variables decisionales, hasta lograr los valores indicados en la figura IV.19, resulta necesario hacer notar que el esfuerzo debe realizarse precisamente en forma conjunta (escenario uno), incrementando las inversiones tanto en formación humana (educación), como en desarrollo tecnológico (I&D). Esta combinación lograría una participación estable, con esfuerzos que pueden caer dentro del dominio de lo posible, y formando un nivel de conocimientos tal que la evolución del sistema de transformación podría seguir desarrollándose adecuadamente en el futuro.

CAPITULO V

C O N C L U S I O N E S

El aprovechamiento del potencial de desarrollo de México es un deber y un compromiso con las futuras generaciones, y el conscientizarse de la necesidad de adquirir una perspectiva de evolución en situación de competencia (cada vez más intensa), sienta las bases de una actitud o predisposición para enfrentar ese gran reto de desarrollo.

En el mundo de hoy, se vuelve cada vez más necesario el robustecimiento de las relaciones de México con la comunidad internacional. Ya no es posible pensar en posiciones aisladas, independientes o autosuficientes. La inserción en esa comunidad internacional se basa en la conveniencia de todos y cada uno de sus integrantes, pero siempre regidos por el concepto competitivo. La ampliación y acercamiento de los mercados internacionales, los incrementos de los flujos de inversión entre países, la cada vez mayor eficiencia en los sistemas de comunicación e información, y los intercambios y transferencias de conocimientos y tecnologías, son ejemplos de esta cohesión de actividades, que cada vez, y con mayor intensidad, se llevan a cabo en el mundo.

El concepto de evolución en situación de competencia, en cualquier sistema de transformación, y en particular en el

sistema manufacturero de un país, se conecta particularmente con los conceptos de conocimiento y de tecnología, debido a que estos elementos son los cimientos sobre los cuales se determinan tanto los satisfactores a lograr, como los medios para su elaboración. Si los satisfactores no son los adecuados, o si los medios para su logro no lo son, en relación a los otros sistemas de transformación en competencia, tarde o temprano habrá repercusiones negativas para el sistema de transformación en cuestión.

El conocimiento en general, y la tecnología en particular, reflejados tanto en el concepto mismo del producto, con todos sus atributos y variedades, como también en técnicas de ahorro de tiempo, materiales y recursos en general, y el incremento de la calidad en los productos, son elementos fundamentales para desarrollar estrategias competitivas exitosas, lo cual es un medio que finalmente busca el bienestar del sistema de transformación. Al decrementar los tiempos de diseño y creación del producto, es posible responder más efectivamente a las demandas de mercado, aumentando las probabilidades de aprovechar oportunidades. El incremento de la calidad en los productos no se encuentra necesariamente correlacionado positivamente con el incremento en costos, lo cual podría

impedir en una primera instancia, el flujo de fondos destinados a incrementarla. El verlo de esta manera, sobre la base de un análisis de corto plazo, podría tener repercusiones muy graves de mediano y largo plazo en el sistema, sobretodo considerando el entorno de alta competencia en el cual se encuentran los sistemas de transformación.

El incremento en la atención sobre el manejo de la variable de desarrollo tecnológico es fundamental para tener éxito en el desempeño de un ST en competencia. A nivel país este incremento de atención puede iniciarse a nivel educacional, diseñando programas que involucre áreas tanto de ingeniería y ciencia como administrativas, con el objeto de lograr visiones más completas del concepto y utilidad de la organización, su entorno y su funcionamiento. Lo anterior puede complementarse con apoyos a nivel empresarial, en programas de I&D, no solo de adaptación de tecnología, sino de programas de investigación básica, lo cual tiene repercusiones en la productividad a largo plazo.

La atención en las variables de inversión en formación humana y en desarrollo tecnológico no solo debe ser cuantitativa, sino que dicha atención debe de concentrarse también en el

mejoramiento del aprovechamiento de estas inversiones, mejorando los niveles educativos, de capacitación y de desarrollo de ciencia y tecnología en todo el país. El hablar de que en determinados países se invierte seis por ciento del PIB en educación, no solo lleva a la reflexión de que los flujos de fondos son proporcionalmente mayores que en México (2.8% del PIB en 1983), sino que también cabe la pregunta acerca del nivel de aprovechamiento de dichos fondos.

La tendencia observada en el modelo, de la participación en el mercado mundial de satisfactores de la industria manufacturera mexicana, muestra un escenario desfavorable. Si no se toma consciencia de este problema, y no se realizan esfuerzos para incrementar convenientemente la productividad y la competitividad del sistema manufacturero mexicano, éste irá quedando cada vez más alejado de la dinámica mundial, repercutiendo negativamente en el nivel de bienestar de los cada vez más numerosos mexicanos.

ANEXO I

TRES ESQUEMAS DE PLANEACION

En las figuras AI.1, AI.2 y AI.3 se presentan los esquemas de planeación de Sachs, Ackoff, y Delgado & Serna respectivamente. Dichos esquemas son equivalentes en lo esencial, es decir, parten de la percepción de un sistema, de la identificación de aspectos de interés a modificar en el sistema, de la identificación de un marco de referencia -normativo-, de la contrastación de éste con los estados factibles del sistema, de la identificación de logros a alcanzar en diferentes horizontes de tiempo, y del diseño de los sistemas para instrumentar y controlar la implantación de los resultados de la planeación. A continuación se presentan las principales ideas de cada uno de los tres autores.

El paradigma de planeación prospectiva de Sachs (1980), considera seis actividades básicas, las cuales se muestran en la figura AI.1:

1. La conceptualización de la realidad, mediante un modelo (en el sentido de representación de la realidad), que sirve como referencia o conocimiento base que el planificador tiene de la realidad. El modelo puede ser formal (matemático) o informal.
2. Instrumentos, o medios que el tomador de decisiones

puede utilizar para modificar la realidad.

3. Futuros factibles; mediante el análisis y la evaluación de los efectos que dichos instrumentos tendrían en la realidad, y basado en el modelo de la realidad del punto uno.

4. Futuro deseado, o futuro teórico que resulta del ejercicio de imaginación diseñado sin restricciones (de tendencias del sistema, de inercias del pasado), y con fuertes dosis de creatividad.

5. Selección del futuro, que consiste en la identificación del futuro más conveniente para la realidad, a partir de la contrastación del futuro deseado con los futuros factibles.

6. Decisión, que representa al conjunto de actividades que conducirán a la realidad a alcanzar el futuro seleccionado, mediante una intervención en el curso de su dinámica.

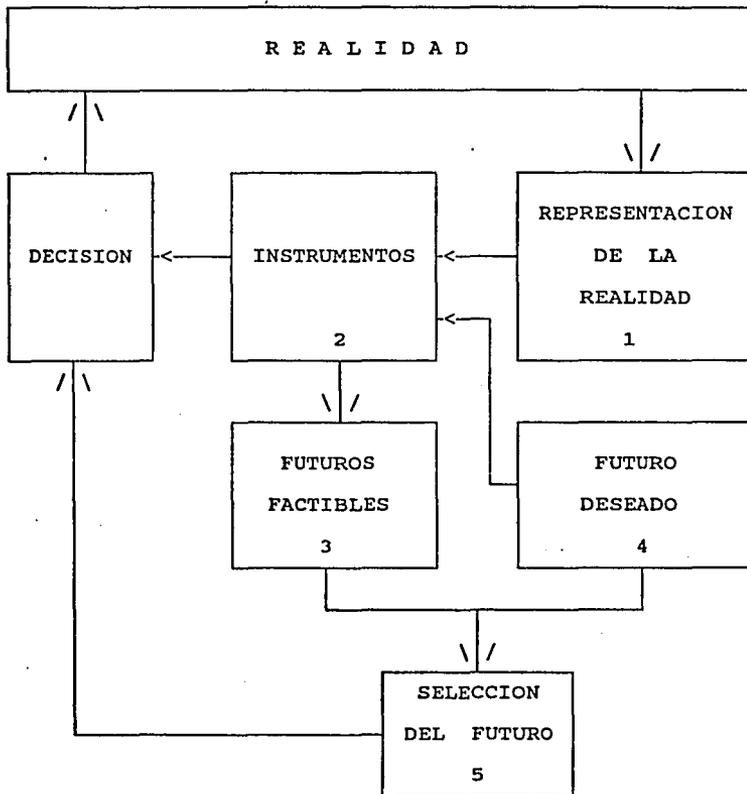


Figura AI.1
 Paradigma de planeación prospectiva.
 Fuente: Sachs (1980), p.45.

El esquema de Ackoff (1983) de planeación, denominada planeación interactiva, está dividido en cinco etapas:

1. Formulación de la problemática, en donde se identifican al conjunto de amenazas y al de oportunidades que enfrenta el sistema de interés. En esta etapa resulta de particular importancia el concepto de las proyecciones o extrapolaciones de referencia, realizadas en ciertas variables de interés, y el concepto de escenarios de referencia, como punto de referencia a futuro de lo que le sucedería al sistema si no ocurrieran cambios significativos en su dinámica o en su entorno.

2. Planeación de los fines, es decir, la especificación de los logros que se van a perseguir, mediante el diseño del futuro más deseable. Es posible identificar tres tipos de fines, correspondientes a tres niveles y horizontes de tiempo, los ideales o fines a los que el sistema ha de tender, los objetivos o los fines a los cuales el sistema ha de llegar en una fecha posterior al período planeado, y por último las metas, o fines que se esperan alcanzar dentro del período cubierto por la planeación. Los fines para un sistema nuevo se

establecen mediante un diseño idealizado, considerando solo tres tipos de restricciones, técnicamente factible, operativamente viable, y tener la capacidad de aprender y adaptarse lo más rápidamente posible. En el caso de un sistema ya existente, se utiliza el rediseño idealizado. El diseño y el rediseño idealizado son las concepciones o estados del sistema que los planificadores les gustaría que tuviese.

3. Planeación de los medios, en donde se selecciona y/o se crean los caminos o las formas a utilizar para aproximarse al futuro deseado.

4. Planeación de los recursos, en donde se determinan los tipos, cantidades, tiempos y fuentes de origen de las entradas que se requerirán para lograr los fines planteados.

5. Diseño de la implantación y el sistema de control en donde se determina quién, qué, cuándo y dónde se van a llevar a cabo las acciones y operaciones, aunado con las medidas de desempeño y la forma de monitorearlas para poder controlar el desarrollo de la implantación.

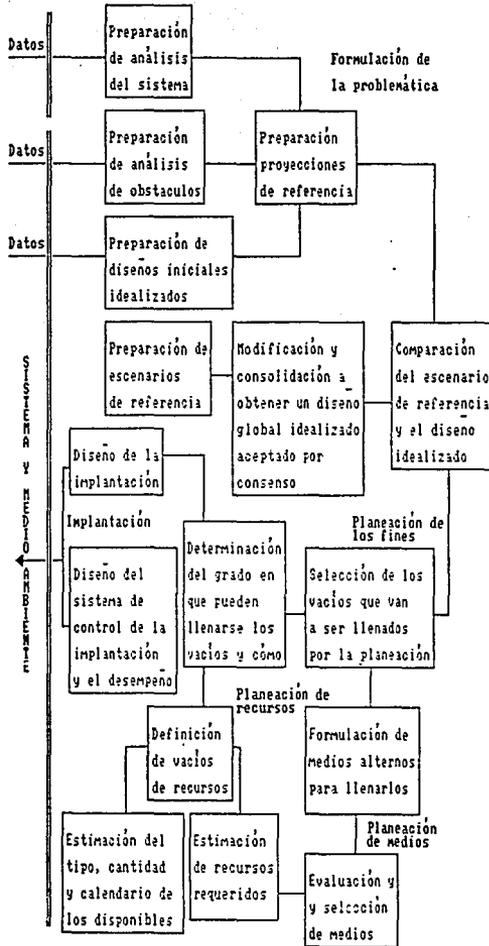


Figura A1.2
Ciclo de planeación interactiva.
Fuente: Ackoff, 1983, p.99.

Delgado & Serna (1977) plantean un esquema general de planeación normativa, incluyendo explícitamente los elementos axiológicos, tratando de sintetizar los esquemas de Ackoff (arriba presentado) y de otros teóricos de la planeación²⁸⁶, partiendo de las bases metodológicas de coincidencia de sendos planteamientos. Al identificar a la planeación normativa como un método de toma de decisiones, se identifican cinco características fundamentales:

1. Se trata con sistemas de problemas, con sistemas que mantienen interrelaciones entre ellos y también con su medio ambiente;
2. Supone sistemas de participantes en el proceso de planeación;
3. Se enfrenta con una problemática permanente y no momentánea;
4. La distinción entre fines y medios es relativa;
5. La implantación de los resultados de la planeación no acontece de acuerdo con un patrón prefijado, sino que involucra aprendizaje y adaptación.

²⁸⁶Ozbekhan, Friedmann, Emery & Trist y Bennis, en Delgado y Serna (1977).

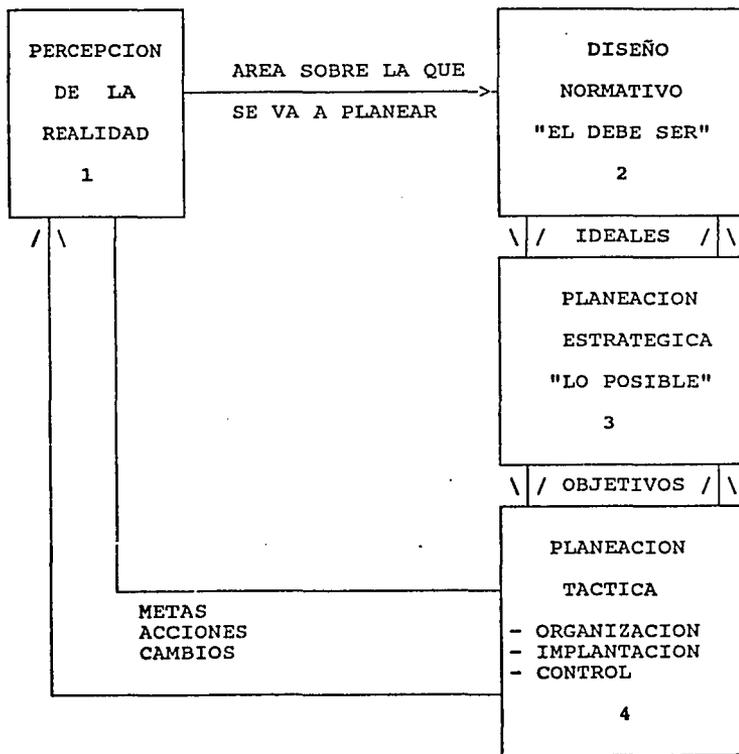


Figura AI.3
Esquema general de planeación normativa.
Fuente: Delgado & Serna (1977), p.6.

Estos tres esquemas de planeación se encuentra dentro de la categoría de la planeación activa, debido a que suponen que toda acción humana, realizada a través de procesos de toma de decisiones o elección de opciones, se encuentra orientada al logro de un futuro que es por lo menos parcialmente manejable, y que dichas acciones depender de la interrelación de tres elementos: de la percepción o forma de conceptualizar el fenómeno de interés; de los valores o preferencias respecto a lo que se debe o no realizar, y respecto a la forma de lograrlo; y del nivel de conocimiento de las opciones para alcanzar los propósitos, en términos de sus efectividades y eficiencias relativas.

ANEXO II

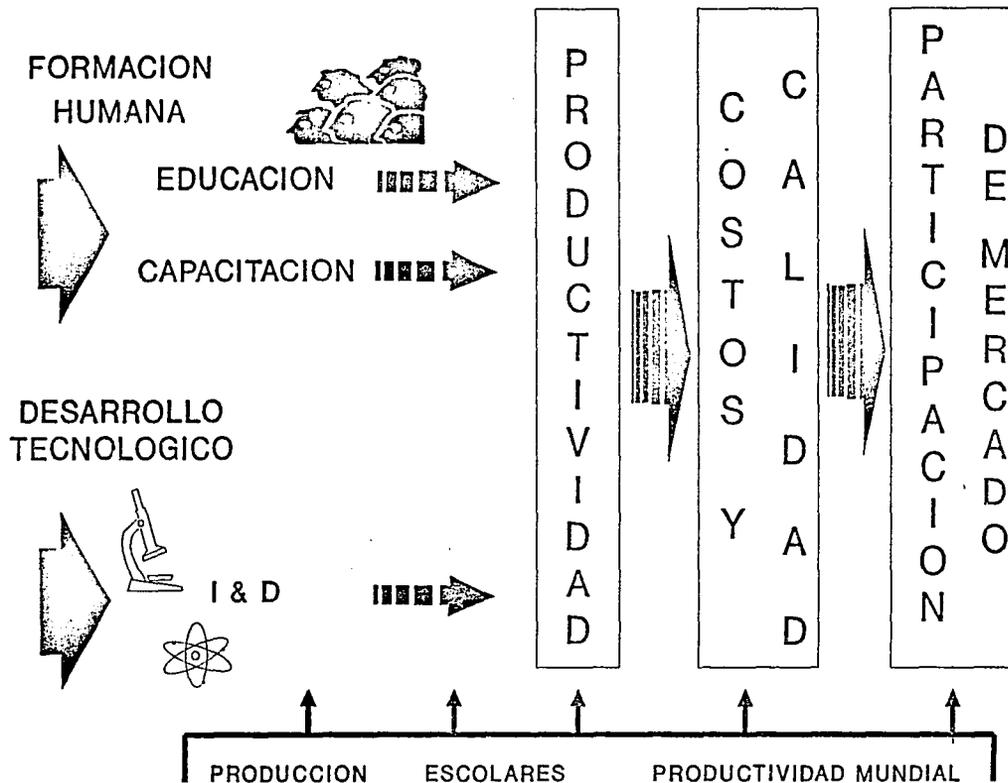
EL MODELO EN FORMA ESQUEMATICA

En la figura AII.1 se presenta la estructura general, en forma de esquema, del modelo formulado y utilizado en las simulaciones de escenarios tecnológicos. En dicho esquema, se destacan las variables decisionales, la medida de desempeño y las variables exógenas.

Respecto a las variables decisionales, ubicadas del lado izquierdo del diagrama, se pueden reconocer los dos subconjuntos principales: la formación humana (educación y capacitación), y el desarrollo tecnológico (I & D). Las variables exógenas, se encuentran ubicadas en la parte inferior del esquema, las cuales afectan la dinámica del modelo en base a supuestos de comportamiento tendencial. La medida final de desempeño del sistema se ubica en la parte derecha del esquema, es decir, la participación de mercado del sistema de transformación en cuestión.

La medida de desempeño, variable dependiente, se encuentra afectada tanto por las variables decisionales como por las exógenas, teniendo como paso intermedio, la variable endógena de productividad, que se refleja en los costos y en la calidad de las salidas del sistema de transformación.

VARIABLES DECISIONALES Y MEDIDAS DE DESEMPEÑO



**ESTIMACION DE ECUACIONES
SIMULTANEAS**

Al considerar un conjunto de ecuaciones interrelacionadas, en donde se pretende determinar un conjunto de variables endógenas, asociadas a un conjunto de variables predeterminadas, se está tratando con un sistema de ecuaciones simultáneas. Dicho sistema de ecuaciones constituye un modelo que trata de representar el conjunto de interrelaciones de los diferentes elementos relevantes que constituyen al sistema objeto de estudio, y que son medidos a través de las diferentes variables consideradas. En esencia, se trata con un sistema de relaciones. A continuación se presentan, brevemente, los diferentes conceptos a utilizar en la presente investigación²⁸⁷.

A. Tipos de variables; resulta conveniente modificar los términos que usualmente se utilizan para clasificar las variables en los modelos de regresión, es decir, la variable dependiente y las independientes, por una nueva terminología acorde a los modelos constituidos por un conjunto de

²⁸⁷ Por ejemplo en Pindyck, R. & Rubinfeld, D., Econometric Models and Economic Forecasts, McGraw-Hill, 2a. edición, 1981; Gujarati, D., Econometría Básica, McGraw-Hill, 1978; Johnston, J., Econometric Methods, McGraw-Hill, 3a. edición, 1984; Maddala, G.S., Econometría, McGraw-Hill, 1977; Kmenta, J., Elements of Econometrics, Macmillan Publishing Co., Inc., 1971.

ecuaciones.

- Endógenas o variables determinadas por el modelo.
- Predeterminadas (endógenas rezagadas y exógenas)
o determinantes.

B. Tipos de sistemas de ecuaciones; el tipo de sistema de ecuaciones a utilizar se encuentra determinado fundamentalmente por la conceptualización que se realice del sistema objeto de estudio, en donde se consideran elementos como las líneas de causalidad entre variables o entre bloques de variables, los rezagos entre las causas y los efectos, e incluso, el objetivo básico del modelo, del cual se derivan las variables decisionales, las no-decisionales y las medidas de desempeño del sistema.

- Sistemas de ecuaciones simultáneas: si resulta imposible resolver el sistema para alguna variable endógena, sin tener que resolver todo el sistema de ecuaciones simultáneamente.

- Sistemas de ecuaciones recursivas: si cada una de las variables endógenas puede ser determinada secuencialmente.

- Sistemas de ecuaciones de bloques recursivos: es un

conjunto de ecuaciones que pueden subdividirse en grupos tal que las ecuaciones en cada bloque son simultáneas pero los grupos entre los bloques son recursivas.

- Sistemas de ecuaciones aparentemente no-relacionadas: es un tipo especial de modelo recursivo, que consiste en un grupo de variables endógenas que se consideran como tal, ya que forman una relación conceptual estrecha entre ellas (por ejemplo, ecuaciones de inversión).

C. Formas de presentación del sistema de ecuaciones;

C.1 Forma estructural (o ecuaciones estructurales o de comportamiento), que pretende reflejar la estructura del sistema objeto de estudio.

El sistema general de ecuaciones, en forma estructural, puede representarse en forma matricial de la siguiente manera:

$$(1) \quad \mathbf{B} \mathbf{y}_t + \mathbf{G} \mathbf{x}_t = \mathbf{u}_t$$

En donde:

- B** : matriz de coeficientes de dimensión (E x E)
G : matriz de coeficientes de dimensión (E x K)
y : vector de variables endógenas (E x 1)
x : vector de variables predeterminadas (K x 1)
u : vector de fluctuaciones aleatorias (E x 1)
t : período de tiempo
u_t = N(0, S)
E(u_tu_s) = 0 para periodos t ≠ s
S = matriz varianza covarianza (E x E)

C.2 Forma reducida: obtenidas en base a las ecuaciones estructurales, en donde la variable dependiente de cada ecuación es la única variable endógena que aparece en dicha ecuación, y se encuentra solamente en función de variables predeterminadas, es decir, se resuelve el sistema para las variables endógenas. Esta forma muestra de manera explícita, la manera de dependencia conjunta de las variables endógenas, respecto a las variables predeterminadas y las fluctuaciones aleatorias del sistema. En notación matricial se tiene:

$$(2) \quad Y_t = P x_t + v_t$$

En donde:

P : matriz de coeficientes de dimensión $(E \times K)$

v_t : vector de fluctuaciones aleatorias $(E \times 1)$

La relación entre la forma estructural y la forma reducida se obtiene resolviendo la ecuación uno:

$$(3) \quad y_t = -B^{-1} G x_t + B^{-1} u_t$$

$$(4) \quad P = -B^{-1} G$$

$$(5) \quad v_t = B^{-1} u_t$$

D. El problema de la identificación se refiere a la estimación de los coeficientes de las ecuaciones estructurales, a partir de los coeficientes estimados de la forma reducida. Si es posible dicha estimación, la ecuación está identificada, pudiendo estar exactamente identificada o sobreidentificada; de otra manera, la ecuación no estará identificada (también denominada subidentificada).

Cuando la ecuación se encuentra exactamente identificada, existe un solo conjunto de valores de los coeficientes estructurales, obtenidos a partir de los valores de los coeficientes reducidos.

En el caso de la sobreidentificación se cuenta con demasiada información, lo cual da lugar a que existan varios conjuntos de valores de coeficientes, que cumplan con las ecuaciones estructurales, sin poder determinar cuál es el conjunto válido en relación al sistema objeto de estudio.

Al hablar de la subidentificación, se está tratando con un sistema de ecuaciones que no contiene suficiente información para poder llegar a estimar los coeficientes buscados.

El problema de identificación puede ser tratado, comprobando la condición de identificación, la cual se refiere a la independencia lineal de la ecuación a tratar, respecto a las otras ecuaciones del sistema. Para tal fin es posible realizar dos pruebas, la de rango y la de orden, tomando como base la forma reducida de las ecuaciones.

Si E es el número de variables endógenas, y es igual al número de ecuaciones reducidas, la condición de orden, la cual es una condición necesaria pero no suficiente, indica que una ecuación está exactamente identificada si el número de variables que no aparecen en ella es igual a $(E-1)$; sobreidentificada si es mayor que $(E-1)$; y subidentificada si es menor a $(E-1)$. La

condición de rango, condición necesaria y suficiente, es en esencia, la comprobación de la dependencia lineal de una ecuación respecto al resto de las ecuaciones que conforman el sistema de ecuaciones. Si es posible formar una matriz de rango $(E-1)$, a partir de la matriz obtenida al eliminar la ecuación a tratar, y formándola con las columnas del resto de las ecuaciones, correspondientes a las variables cuyos coeficientes en la ecuación fuesen ceros, la ecuación será idendificable, en caso contrario no lo será.

E. Métodos para la estimación.

E.1 Cuadrados Mínimos Ordinarios (CMO); en el caso de que el sistema de ecuaciones sea recursivo, ya que existe una línea de causalidad, la cual permite ir calculando en forma independiente cada ecuación, de otra forma, la técnica de CMO no es adecuada debido a que viola uno de sus supuestos, es decir, el que se refiere a la independencia de la(s) variable(s) explicatoria(s) y la perturbación estocástica.

E.2 Cuadrados Mínimos Indirectos (CMI); para ecuaciones exáctamente identificadas, se obtienen las regresiones para cada ecuación en forma reducida, mediante la técnica de cuadrados mínimos ordinarios. Posteriormente se obtienen los

coeficientes estructurales originales a partir de los estimados de la forma reducida.

E.3 Cuadrados Mínimos en Dos Etapas (CM2E); aplicable a ecuaciones sobreidentificadas y exáctamente identificadas. Se realiza la regresión por CMO de cada variable endógena, que se encuentre como independiente, en función de todas las variables predeterminadas, con la finalidad de eliminar la correlación entre éstas y el error de la correspondiente ecuación que forma parte. Al obtener los coeficientes, se calcula la variable estimada con el modelo obtenido, conformando una variable instrumental, que se substituye en la ecuación original, en donde se estiman los coeficientes mediante CMO, sin el problema de la correlación de la variable instrumental con el error estocástico.

E.2 Para sistemas de ecuaciones.

A pesar de que las técnicas para estimación de modelos de una sola ecuación logran obtener parámetros consistentes, éstos pueden resultar ineficientes debido básicamente a dos situaciones; 1. en el proceso de estimación, no se utiliza toda la información contenida en el sistema de ecuaciones, y 2. pueden estar correlacionados los errores de las ecuaciones para

cada observación. Al estimarse simultáneamente los parámetros de todas las ecuaciones, el problema de ineficiencia se elimina.

R E F E R E N C I A S

- Acar, William;
Model and Design: Toward a New Paradigm for O.R. and M.S.;
Journal of Applied Systems Analysis, vol.8;
Lancaster, England; 1981.
- ---;
Toward a Consistent Terminology for Management Theory Building;
Systems Research, vol.4, no.2, pp.119-125;
Great Britain, 1987.
- Ackoff, Russell L. ;
Progress in Operations Research;
ORSA, vol.1, no.5;
Editorial John Wiley & Sons;
U.S.A.; 1961.
- ---;
Scientific Method: Optimizing Applied Research Decisions;
Editorial John Wiley & Sons;
U.S.A.; 1962.
- ---;
Operational Research and National Science Policy, Decision Making in National Policy;
Edited by De Reuck, et.al.;
J & A Churchill Limited;
London; 1968.
Referido en Sagasti, 1972.
- ---;
Beyond Problem Solving;
General Systems, vol.19;
1974.
- ---;
El Arte de Resolver Problemas;
Editorial Limusa, S.A.;
México; 1981.
- ---;
Planeación de la Empresa del Futuro;
Editorial Limusa, S.A.;
México; 1983.
- ---;
Un concepto de Planeación de Empresas;
Editorial Limusa, S.A.;
México, 1985.

- ---;
Management in Small Doses;
Editorial John Wiley & Sons;
U.S.A.; 1986.
- Ahumada Lobo, Ivico M.;
La productividad laboral en la industria manufacturera;
Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
México, 1987.
- Alvarez Soberanis, Jaime;
Lineamientos para una nueva Política de Desarrollo
Tecnológico Industrial;
Compilado en Pérez, 1986.
- Antología de la Planeación en México, 1917-1985;
Secretaría de Programación y Presupuesto;
Editorial Fondo de Cultura Económica;
México; 1985.
- Babbie, Earl.;
The Practice of Social Research;
Wadsworth Publishing Company, Inc.;
U.S.A.; 1975.
- Baker, Norman R.; Green, Stephen G. and Bean, Alden S.;
The Need of Strategic Balance in R&D Proyect Portafolios;
Research Management;
U.S.A.; 1986.
- Banathy, Bela H.;
Matching Design Methods to System Type;
Systems Research, vol.5 no.1;
Pergamon Press; Great Britain; 1988a; pp.27-34.
- ---;
Systems Profile: The Evolution of a Systemist;
Systems Research, vol.5 no.1;
Pergamon Press; Great Britain; 1988b; pp.77-83.
- ---;
The Characteristics and Acquisition of Evolutionary
Competence;
General Systems Yearbook, ISSS, vol.XXXI, 1988;
International Society for the Systems Sciences;
USA; 1989; pp.21-29.

-
- Beare, John B.;
Macroeconomics;
Editorial Macmillan Publishing Co.;
U.S.A.; 1978.

 - Beck, Heinrich;
Filosofía de la Cultura en la Epoca de la Técnica;
Conferencia dictada en el ITAM;
México; Noviembre 1987.

 - Beckmann, Martin, J. & Ryuzo, Sato;
Aggregate Production Function and Types of Technical Progress;
A Statistical Analysis;
The American Economic Review;
vol.59, no.1, 1969; pp.88-101.

 - Bernstein, Jeffrey I. & Nadiri, M. Ishaq;
Interindustry R&D Spillovers, Rates of Return,
and Production in High-Tech Industries;
AEA Papers and Proceedings, vol.78, no.2;
May 1988.

 - Bertalanffy, Ludwig von;
Teoría General de los Sistemas;
Fondo de Cultura Económica;
México; 1976.

 - Bertoglio, Johansen O.;
Introducción a la Teoría General de Sistemas;
Editorial Limusa, S.A.;
México; 1982.

 - Bienayme, Alain;
Technology and the Nature of the Firm;
International Journal of Technology Management,
vol.3, no.5;
1988.

 - Boulding, Kenneth E.;
General Systems Theory: The Skeleton of Science;
Management Science, vol.2, no.3;
April 1956.

-
- Bueno Ziri6n, Gerardo M.;
Los Condicionantes del Desarrollo en M6xico en el Largo Plazo;
Comercio Exterior, vol.38, no.12;
M6xico; diciembre 1988.
 - Bunge, Mario;
La Investigaci6n Cient6fica;
Editorial Ariel, S.A.; segunda edici6n;
M6xico; 1983.
 - ---;
Teor6a y Realidad;
Editorial Ariel, S.A.;
Barcelona; 1985.
 - Cadena, Gustavo; Casta6os, Arturo; Machado, Fernando;
Solleirc, Jos6 Luis & Waissbluth, Mario;
Administraci6n de Proyectos de Innovaci6n Tecnol6gica;
UNAM, CONACYT;
M6xico; 1986.
 - Capron, H.;
Implementation of Macromodels with Endogenous Technological Change;
Management of Technology II;
Tarek Khalil and Bulent Bayraktar, editors;
Institute of Industrial Engineers;
Switzerland; 1989; pp.535-544.
 - Centron, Marvin J. & Goldhar, Joel D.; compiladores;
The Science of Managing Organized Technology;
Gordon and Breach, Science Publishers, Inc.;
U.S.A.; 1970.
 - Correa, Carlos Mar6a;
Propiedad intelectual, innovaci6n tecnol6gica y comercio internacional;
Comercio Exterior, vol.39, no.12;
M6xico; diciembre de 1989; pp.1059-1082.
 - Chatterjee, Samprit & Price, Bertram;
Regression Analysis by Example;
John Wiley & Sons;
U.S.A., 1977.

-
- Checkland, Peter;
Systems Concepts and Systems Practice;
Editorial John Wiley & Sons;
U.S.A.; 1981.

 - ---;
O.R. and the Systems Movement: Mappings and Conflicts;
Journal of the Operational Research Society, vol.34, no.8;
U.K.; 1983

 - ---;
Images of Systems and the Systems Image;
General Systems Yearbook, ISSS, vol.XXXI, 1988;
International Society for the Systems Sciences;
USA; 1989; pp.13-20.

 - Chiavenato, Idalberto;
Introducción a la Teoría General de la Administración;
Editorial McGraw-Hill;
Colombia; 1981.

 - Daft, Richard L.;
The Evolution of Organization Analysis in Administrative Science;
in Administrative Science Quarterly, (1957-1979);
Cornell University;
U.S.A.; 1980.

 - Delgado, Raúl & Serna, Napoleón;
Procedures of Normative Planning;
Fundación Javier Barros Sierra;
Cuadeno Prospectivo no.11a;
México; mayo 1977.

 - Dertouzos, Michael L.; Lester, Richard K. & Solow, Robert M.;
Made in América: Regaining the Productive Edge;
The MIT Commission on Industrial Productivity;
The MIT Press;
U.S.A.; 1989.

 - Dorgham, M.A.;
Editorial;
International Journal of Technology Management,
vol.1, no.1;
1986.

- Eilon, Samuel; Gold, Bela & Soesan, Judith;
Applied Productivity Analysis for Industry;
Pergamon International Library;
Great Britain; 1976.
- Eppen, G.D., Gould, F.J. & Schmidt, C.P.;
Introductory Management Science;
U.S.A.; Prentice Hall; third edition, 1991.
- Ewell;
Reportado en Williams, E.;
Research Expenditures and Economic Growth:
What Should we Expect?;
in Criteria for Scientific Development,
Public Policy and National Goals;
Edited by E. Shils;
MIT Press; 1969.
Reportado en Sagasti, 1972.
- Fischer, Stanley;
Symposium on the Slowdown in Productivity Growth;
Journal of Economic Perspectives, vol.2, no.4;
Fall 1988.
- Forrester, Jay W., Mass Nathaniel J. & Ryan Charles J.;
The System Dynamics National Model: Understanding Socio-
Economic Behavior and Policy Alternatives;
Sloan School of Management, MIT;
U.S.A.; 1975.
- Forrester, Jay W.;
Industrial Dynamics;
MIT Press; tenth printing;
Cambridge MA; 1980.
- Foster, C.D.;
Cost-Benefit Analysis in Research;
Decision Making in National Science Policy;
J & A Churchil Limited; 1968;
Referido en Sagasti; 1972.
- Garduño, Ochoa Raúl & Carvajal, Raúl;
Biología y Pensamiento de Sistemas;
CONACYT;
México; 1985.

-
- Gelman, Ovsei;
Formalization of Mathematical Modelling Processes as one of the Ways of Building the General Systems Theory;
In Collection "Problems of Logic and Methodology of General Systems Theory";
Tbilisi, 1967, pp.25-29.
 - Gelman, Ovsei & Macías, Santiago;
Uso de Modelos en el Pronóstico de Fenómenos Destructivos para su Prevención y Mitigación: Aspectos Metodológicos;
Instituto de Ingeniería, UNAM;
México; 1982.
 - Gelman, Ovsei & García, J.I.;
Formación y Axiomatización del Concepto de Sistema General;
Instituto de Ingeniería, UNAM;
México; 1988.
 - Gieseemann Fink, Karol;
México: El Desarrollo Como Reflejo de la Tecnología;
ITAM; Tesis Profesional;
México; 1988.
 - Gigch van, John P.;
Teoría General de Sistemas;
Editorial Trillas; segunda edición;
México, 1987.
 - Gollás, Manuel; Escamilla, Alma y García Benavides, Roberto;
Opciones futuras del gasto en ciencia y tecnología;
Ciencia y Tecnología; CONACYT;
México; No.45; 1982.
 - Griliches, Zvi;
Notes on the Role of Education in Production Functions and Growth Accounting;
NBER;
New York, U.S.A.; 1970.
Compilado en Griliches, 1988b.
 - ----;
Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth;
The Bell Journal of Economics, vol.10, no.1, pp.92-116;
1979.

- ----;
R&D and the Productivity Slowdown;
 American Economic Association, vol.70, no.2;
 1980.
- ----;
Comparing Productivity Growth;
 European Economic Review 21, pp.89-119;
 1983.
- ----; edited;
R&D, Patents and Productivity;
 National Bureau of Economic Research;
 The University of Chicago Press;
 U.S.A.; 1984.
- ----;
Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation;
 Journal of Economic Perspectives, vol.2, no.4;
 Fall 1988.
- ----;
Technology, Education, and Productivity;
 Editorial Basil Blackwell;
 Great Britain; 1988b.
- Griliches, Zvi, & Jorgenson, D.W.;
The Explanation of Productivity Change;
 Review of Economic Studies, vol.XXXIV(3), no.99;
 July 1967.
 Compilado en Griliches, 1988b.
- Griliches, Zvi & Mason, William M.;
Education, Income, and Ability;
 en Structural Equation Models in the Social Sciences;
 editado por Arthur S. Goldberg & Otis Dudley Duncan;
 Seminar Press;
 London; 1973.
- Grosse, Robert & Kujawa, Duane;
International Bussines;
 Editorial Richard D. Irwin, Inc.;
 U.S.A.; 1988.

- Gujarati, Damodar;
Econometría Básica;
Editorial McGraw-Hill;
México; 1981.
- Hernández Laos, Enrique;
La Productividad y el Desarrollo Industrial en México;
Editorial Fondo de Cultura Económica;
México; 1985.
- Hessen, Juan;
Teoría del Conocimiento;
Espasa Calpe Mexicana, S.A.; Colección Austral;
México; decimoctava edición; 1985.
- Hillier, Frederick & Lieberman, Gerarld J.;
Introducción a la Investigación de Operaciones;
Editorial Mc-Graw Hill;
México; 1982.
- Inversión Extranjera y Transferencia de Tecnología en México;
Asociación Nacional de Abogados de Empresas, A.C.;
Asociación Tecnos, S.A.;
México; 1973.
- James, Dilmus D.;
Acumulación y uso de la capacidad tecnológica interna del tercer mundo;
Coercomercio Exterior, vol.38, no.12;
México; diciembre 1988.
- Johnson, Ellis & Striner, Herbert;
Research and Development, Resurces Allocation and Economic Growth;
International Federation of Operational Research Societies;
Aix-en- Provence; France; 1960; Referido en Sagasti, 1972.
- Johnston, John;
Econometric Methods;
Singapore; McGraw-Hill, 3rd printing; 1985.
- Jones, Hywel;
Introducción a las Teorías Modernas del Crecimiento Económico;
Editorial Antoni Bosch; Barcelona; 1975.

- Jorgenson, Dale; Gollop, Frank & Fraumeni, Bárbara;
Productivity and U.S. Economic Growth;
Harvard University Press;
U.S.A.; 1987.
- Jorgenson, Dale W.;
Technological Innovation and Productivity Change in Japan
and the United States;
AEA Papers and Proceedings, vol.78, no.2;
May 1988.
- Jorgenson, Dale W. & Landau, Ralph, editors;
Technology and Capital Formation;
The MIT Press;
U.S.A.; 1989.
- Kantrow, Alan M., editor;
Sunrise. Sunset, Challenging the Myth of Industrial
Obsolescence;
Harvard Business Review Executive Book Series;
Editorial John Wiley & Sons, Inc.;
U.S.A.; 1985.
- Kaplan, Marcos;
Ciencia, Sociedad y Desarrollo;
UNAM;
México; 1987.
- Kast, Fremont E. & Rosenzweig, James E.;
Organization and Management: a systems approach;
Editorial Mc-Graw Hill, 2nd. edition;
1974.
- Keys, Paul;
A Methodology for Methodology Choice;
Systems Research, vol.5, no.1, pp.65-76;
Great Britain; 1988.
- Kinston, Warren;
A Total Framework for Inquiry;
Systems Research, vol.5, no.1, pp.9-25;
Great Britain; 1988.

-
- Klir, G.J. & Folger, T.A.;
Architecture of Systems Problem Solving;
Plenum Press;
U.S.A. NY; 1985.
 - Klir, G.J.;
Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information;
Editorial Prentice Hall, Englewood Cliffs;
U.S.A, NJ; 1988.
 - Knowles, Henry P. & Saxberg, Borge O.;
Human Relations and the Nature of Man;
Harvard Business Review;
U.S.A; mar-apr 1967.
 - Kuhn, Thomas S.;
La Estructura de las Revoluciones Científicas;
Editorial Fondo de Cultura Económica, 6a. reimpresión;
México; 1985.
 - Lagana, Antonio & Galán, Mauricio;
Un modelo multisectorial de planeación del sistema educativo,
oferta de mano de obra y la economía global;
México; Universidad Nacional Autónoma de México; FCA; 1985.
 - Lagana, Antonio & Domenge, Rogerio;
R&D, Innovation and Productivity Change in the Mexican
Manufacturing Industry;
Artículo presentado en el II congreso COPE,
Congress of Political Economists,
Boston, MA; 1991.
 - Landau, Ralph;
Technology and Capital Formation;
Compilado en Jorgenson & Landau, 1989.
 - Lazlo, Ervin;
The Systems View of the World;
Braziller;
New York; 1972.
 - Lichtenberg, Frank;
R&D Proyect Data and Theories of R&D Investment;
NBER Working Paper Series, no.2720;
U.S.A.; 1988.

-
- Lillienfeld, Robert;
Teoría de Sistemas, Orígenes y Aplicaciones en Ciencias Sociales;
Editorial Trillas;
México; 1984.
 - Link, Albert N.;
Technological Change and Productivity Growth;
Harwood Academic Publishers;
U.S.A.; 1987.
 - Llano C., Carlos;
Análisis de la Acción Directiva;
Editorial Limusa, S.A.;
México; 1982.
 - Machado, Fernando M.;
La guerrilla tecnológica;
Compilado en Pérez, 1986.
 - Maddala, G.S.,
Econometría;
España; Mc-GrawHill; 1985.
 - Mansfield, Edwin;
Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing;
American Economic Review, vol.70, no.5, pp.863-873;
U.S.A.; december 1980.
 - ---;
R&D and Innovation: Some Empirical Findings;
Compilado en Griliches, 1984.
 - ---;
Industrial R&D in Japan and the United States:
A Comparative Study;
American Economic Association, vol.78, no.2, pp.223-228;
U.S.A.; may 1988.
 - María de y Campos, Mauricio;
México frente a los retos de la nueva revolución tecnológica;
Comercio Exterior, vol.38, no.12;
México; diciembre 1988.

-
- Martino, Joseph P.;
Technological Forecasting, an Overview;
Management Science, vol.26, no.1;
january 1980.
 - McConell, Cambell R.;
Why is U.S. productivity slowing down?;
Harvard Business Review;
U.S.A.; march-april 1979.
 - McGinn, Noel;
Asignación de Recursos Económicos en la Educación Pública en México;
Fundación Javier Barris Sierra, A.C.;
México; 1983.
 - Meadows, Donella H.;
Los Límites del Crecimiento;
Editorial Fondo de Cultura Económica;
México; 1972.
 - ---;
Whole Earth Models & Systems;
The Coevolution Quarterly;
Hungary, 1980.
 - Mefford, Robert N.;
Introducing Management into the Production Function;
The Review of Economics and Statistics;
U.S.A.; 1986; pp.96-104.
 - Miller, James G.;
Living Systems;
USA; McGraw-Hill; 1978.
 - Mohen, Pierre A.; Nadiri, M. Ishaq y Prucha, Ingmar R.;
R&D, Production Structure, and Productivity Growth in the US, Japanese and German Manufacturing Sectors;
NBER working paper series, no.1264;
Cambridge, MA; january 1984.
 - Nadiri, M. Ishaq;
Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey;
Journal of Economic Literature;
1970; pp.1137-1177.

-
- Nadiri, M. Ishaq;
Sectorial Productivity Slowdown;
American Economic Association, vol.70, no.2;
may 1980.
 - Negroe, Gonzalo;
Papel de la Planeación en el Proceso de Conducción;
Tesis; División de Estudios de Posgrado;
Facultad de Ingeniería, UNAM; 1981.
 - Ozbekhan, Hasan;
Towards a General Theory of Planning;
en Eric Jantch, Perspectives of planning;
Organization for Economic Cooperation and Development;
París; 1969; pp.46-155.
 - Pakes, Ariel & Shankerman, Mark;
An Exploration into the Determinants of Research Intensity;
National Bureau of Economic Research;
Cambridge MA; January 1980.
 - Pérez Lizaur, Marisol; Castaños, Arturo y Esteva, José Antonio;
Articulación Tecnológica y Productiva;
Centro para la Innovación Tecnológica, UNAM;
México; 1986.
 - Phillips, D.C.;
Holistic Thought in Social Science;
Stanford University Press;
U.S.A.; 1976.
 - Piggioli, P.; Hemptinne Y. & Vi Cong, L.;
National Development Technological Innovation and Research Programming;
Symposium on Science Policy and Research Administration;
Yaunde Cameron, 1967.
Referido en Sagasti, 1972.
 - Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994;
La Jornada;
México; 1 de junio 1989.

-
- Porter, Michael E.;
Estrategia Competitiva;
Editorial CECSA;
México; 1982.

 - ---;
Technology and Competitive Advantage;
The Journal of Business Strategy;
U.S.A.; 1985.

 - ---;
Competition in Global Industries;
Editorial Harvard Business School Press;
U.S.A.; 1986.

 - Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico
84-88;
Poder Ejecutivo Federal;
CONACYT, 2a. edición;
México; 1984.

 - Quinn, James Brian;
Technological Forecasting;
Harvard Business Review;
U.S.A.; march-april 1967.

 - ---;
The Positive Sum Strategy;
by R. Landau and N. Rosenberg;
National Academy Press;
Washington, U.S.A.; 1986.
Referido en Landau, 1989.

 - Rapoport, Anatol;
Methodology in the Physical, Biological, and Social Sciences;
General Systems, vol. XIV, 1969.

 - Rapp, Friedrich;
Filosofía Analítica de la Técnica;
Editorial Alfa;
Barcelona; 1981

- Reséndiz Núñez, Daniel;
Una visión prospectiva del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología;
Ciencia y Tecnología; CONACYT;
México; No.58; 1984.
- Ricardo, David;
The Works of David Ricardo;
London; Murray; 1988.
- ---;
La Crisis y el porvenir de la ciencia en México;
Ciencia y Tecnología; CONACYT;
México; No.71; 1986.
- Rivera Meana, Ma. del Rocío;
Análisis Comparativo de Productividad en Instituciones de Seguros;
ITAM, Tesis Profesional;
México; 1988.
- Rivera Porto, Eduardo;
Enfoques y Futuro de los Escenarios en Administración Estratégica;
Contaduría y Administración, UNAM;
México; 1986, septiembre-octubre, pp.69-92.
- Rivera Porto, Eduardo & Briceño López, Lilia;
Tecnología y Desarrollo;
Contaduría y Administración, UNAM;
México; 1986, enero-febrero, pp.85-101.
- Roberts, Edward B. ;
Strategies for Effective Implementation of Complex Corporate Models;
University of Cologne;
Germany; march 1972.
- Sabag Sabag, Adip;
Prospectiva: Ideología y Práctica;
Contaduría y Administración, UNAM;
México; 1982, marzo-abril, pp.59-117.

-
- Sachs, Ignacy & Vinaver, Krystina;
La Integración de la Tecnología en la Planeación para el Desarrollo. Un Criterio Normativo;
Compilado en Sagasti & Araoz, 1988.
 - Sachs, Wladimir M.;
Diseño de un Futuro para el Futuro;
Fundación Javier Barros Sierra, A.C., 2a. edición;
México; 1980.
 - Sagasti, Francisco R.;
A Systems Approach to Science and Technology Policy-Making and Planning;
Regional Scientific and Technological Development Program;
Department of Scientific Affairs;
Regional Secretariat of the Organization of American States;
Washington, U.S.A.; 1972.
 - ---;
Ciencia, Tecnología y Desarrollo Latinoamericano;
Editorial Fondo de Cultura Económica;
México; 1981.
 - Sagasti, Francisco R.; Chaparro, Fernando; Paredes, Carlos E. y Jaramillo, Hernan;
Ciencia y Tecnología en América Latina;
Comercio Exterior, vol.34, no.12;
México; diciembre 1984.
 - Sagasti, Francisco R.;
Crisis y desafío: ciencia y tecnología en el futuro de América Latina;
Comercio Exterior, vol.38, no.12;
México; diciembre 1988.
 - Sagasti, Francisco R. & Araoz, Alberto, compiladores;
La Planeación Científica y Tecnológica en los Países en Desarrollo;
La Experiencia del Proyecto STPI;
Editorial Fondo de Cultura Económica;
México; 1988.

- Saldaña, Juan José & Peña, Luis Medina;
La Ciencia en México (1983-1988);
Comercio Exterior, vol.38, no.12;
México; diciembre 1988.
- Sato, Kazuo;
Production Functions and Aggregation;
North-Holland Publishinmg Company, LTD;
Netherlands; 1975.
- Schultz, Theodore W. ;
Investment in Human Capital;
U.S.A.; The Free Press; 1971.
- Shchedrovitzky, G.P. ;
Metodological Problems of Systems Research;
General Systems Year Book, vol.XI;
1966.
- Smith, Adam;
An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations;
A. Strahan and T. Cadell;
London, 1776.
- Smothers, Norman P. ;
The High Frontier of Global Competitiveness: Systems Research Into Strategies of Knowledge and Cooperation;
Systems Research, vol.6, no.2, pp.153-163;
Great Britain; 1989.
- Starr, Martin K. ;
Management Science and Management;
Contemporary Management: Issues and Viewpoints;
Editorial Prentice-Hall, Inc. ;
U.S.A.; 1974.
- ---;
Managing Production and Operations;
Editorial Prentice-Hall, Inc. ;
U.S.A.; 1989.

-
- Steiner, George A.;
Top Management Planning;
Editorial Macmillan Publishing Co., Inc.;
U.S.A.; 1969.
 - Taborga Torrico, Huascar;
Concepciones y Enfoques de Planeación Universitaria;
Cuadernos de Planeación Universitaria, no.7, UNAM;
México; 1980.
 - Ten Kate, Adriaan & de Mateo Venturini, Fernando;
Apertura Comercial y Estructura de la Protección en México;
Comercio Exterior, vol.39, no.6;
México; junio 1989.
 - Terleckyj, Nestor E.;
Effects of R&D on the Productivity Growth of Industries;
An Exploratory Study;
National Planning Association;
U.S.A.; 1974.
 - Thom, René;
Estabilidad Estructural y Morfogénesis;
Ensayo de una teoría general de los modelos;
Editorial Gedisa, S.A.;
España; 1987.
 - TSP, User's Manual;
Quantitative Micro Software; McGraw-Hill Book Company;
U.S.A.; 1984.
 - Vemuri, V.;
Modeling Complex Systems;
Editorial Academic Press;
U.S.A.; 1978.
 - Vernon, Raymond;
International Investment and International Trade in the
Product Cycle;
Quarterly Journal of Economics;
U.S.A.; may 1966.
 - Waissbluth, Mario;
Hacia una Metodología de Planeación del Desarrollo
Tecnológico y Productivo;
Compilado en Férrez, et.al., 1986.

- Warman, José;
Desarrollo Tecnológico en México: un sueño quajiro:
Expansión; México; 15 de marzo 1989.
- Wheelwright, Steven C. & Makridakis, Spyros;
Forecasting Methods for Management;
Editorial John Wiley & Sons, Inc.;
U.S.A.; 1973.
- Wilson, Brian;
The Design and Improvement of Management Control Systems;
Journal of Applied Systems Analysis, vol.6;
England; 1979.
- ---;
Systems: Concepts, Methodologies and Applications;
Editorial John Wiley & Sons;
U.K.; 1984.
- Wionczek, Miguel S.;
La Planeación Científica y Tecnológica en México y su
Pertinencia para otros Países en Desarrollo;
Compilado en Sagasti & Araoz; 1988.
- World Development Report 1988;
for The World Bank; Oxford University Press;
U.S.A.; 1988.