

**EL PENSAMIENTO SISTEMICO**  
**CARACTERIZACION Y PRINCIPALES CORRIENTES**

BIBLIOTECA CONSULTA  
DE INGENIERIA Y ...  
\* SET. 2 ...  
DE ESTUDIOS DE ...  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

**EL PENSAMIENTO SISTEMICO**  
**Caracterización y Principales Corrientes**

**CUADERNOS DE PLANEACION Y SISTEMAS**

**EL PENSAMIENTO SISTEMICO**  
**Caracterización y Principales Corrientes**

**ARTURO FUENTES ZENON**

**Profesor de Carrera**  
**División de Estudios de Posgrado**  
**Facultad de Ingeniería, UNAM**

**MEXICO**

**1990**

# CUADERNOS DE PLANEACION Y SISTEMAS

## TITULOS DE LA SERIE

**1. METODOLOGIA DE LA PLANEACION NORMATIVA (2a edición)**

*Arturo Fuentes Zenón  
Gabriel Sánchez Guerrero*

**2. DIAGNOSTICO: FUNDAMENTOS, METODOLOGIA Y TECNICAS  
(2a impresión)**

*Sylvia Perales Rivera  
Arturo Fuentes Zenón*

**3. EL PENSAMIENTO SISTEMICO: CARACTERIZACION Y PRINCIPALES  
CORRIENTES**

*Arturo Fuentes Zenón*

**4. EL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA SOLUCION DE PROBLEMAS:  
LA ELABORACION DEL MODELO CONCEPTUAL**

*Arturo Fuentes Zenón*

**5. EL MODELO DEL DIAMANTE**

*Javier Suárez Rocha*

**6. EL PROBLEMA GENERAL DE LA PLANEACION: PAUTAS PARA UN  
ENFOQUE CONTINGENTE**

*Arturo Fuentes Zenón*

**7. LA PLANEACION EN EL PROCESO DE GESTION**

*Gonzalo Negroe Pérez*

Como parte de las actividades del **Seminario y Taller de Metodología** del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, nos hemos planteado el desarrollo de esta serie de **Cuadernos de Planeación y Sistemas**, en los que se tratan distintos temas relacionados con la planeación, el análisis de sistemas y la investigación de operaciones.

En estos Cuadernos hemos tomado como líneas de trabajo:

*Fundamentos de Planeación y Sistemas,*  
*Metodología para la Solución de Problemas y*  
*Técnicas y Modelos para el Análisis de Sistemas,*

abordando aquellos temas que consideramos de relevancia para las personas cuya actividad está vinculada con el campo de la solución de problemas, esto es, con la dirección de proyectos, el mejoramiento operacional en las organizaciones o la planeación en cualquiera de sus fases (diagnóstico, pronóstico, evaluación, etc.).

Agradecemos a la Comisión Federal de Electricidad y al Instituto de Investigaciones Eléctricas el apoyo prestado para la realización de este proyecto (Covenio UNAM-CFE-IIE), así como la colaboración de la licenciada Eva González Pérez en la corrección de estilo.

---

# INDICE

---

<b>INTRODUCCION</b>	<b>9</b>
<b>1. ¿LA DIVERSIDAD O LA UNIDAD?</b>	<b>13</b>
<b>2. ESTRUCTURA GENERAL DEL MOVIMIENTO SISTEMICO</b>	<b>17</b>
<b>3. EL AREA TEORICA DE SISTEMAS</b>	<b>21</b>
3.1. Teoría General de Sistemas	21
3.2. Cibernética	26
3.3. Teoría de la Información y Teoría de la Comunicación	29
3.4. Teoría Matemática de Sistemas	30
3.5. Aplicaciones de las Ideas de Sistemas en otras Disciplinas	31
<b>4. LA CORRIENTE DE LOS SISTEMAS DUROS</b>	<b>33</b>
4.1. Investigación de Operaciones\Ciencia de la Administración	34
4.2. Análisis de Sistemas\Análisis de Políticas	42
4.3. Ingeniería de Sistemas	47
<b>5. LA CORRIENTE DE LOS SISTEMAS SUAVES</b>	<b>51</b>
5.1. Limitantes de los Enfoques de Sistemas Duros	51
5.2. Planeación Interactiva (Ackoff)	54
5.3. Métodos de Inquirir (Churchman)	61
5.4. Metodología de Sistemas Suaves (Checkland)	62
5.5. Algunas Consideraciones Acerca de la Corriente de Sistemas Suaves	67
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>71</b>

# Introducción

Durante el presente siglo y en especial después de la Segunda Guerra Mundial, tiene lugar el surgimiento y rápido desarrollo de una serie de disciplinas que suelen agruparse bajo títulos tales como “enfoque de sistemas”, “investigación de sistemas”, “teoría de sistemas”, “pensamiento sistémico” o simplemente “sistemas”.

Su impacto y difusión es tal, que encontramos múltiples aplicaciones y desarrollos en campos del conocimiento tan diversos como la biología, ingeniería, psicología, administración, economía e incluso en áreas francamente insospechadas como la geografía y la historia.

Por esta razón, se llega a hablar del movimiento de sistemas como una nueva revolución del pensamiento, en los términos elaborados por Kuhn\*.

Y si bien algunos de sus planteamientos no son del todo nuevos, ello no obsta para que se les considere como un producto de nuestra época, ya que es ahora cuando se han institucionalizado y difundido ampliamente; prueba de ello es el abundante número de textos y revistas publicadas, las sociedades de especialistas a que ha dado lugar y el creciente número de programas educativos que consideran esta temática.

---

\* Thomas S. Kuhn. *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, FCE, 1981

De entre las corrientes que han emergido, las que han adquirido una mayor popularidad son las siguientes:

- Administración Científica
- Análisis de Sistemas
- Cibernética
- Dinámica de Sistemas y otras técnicas de simulación
- Ingeniería de Sistemas
- Investigación de Operaciones
- Sistemas Sociotécnicos
- Teoría General de Sistemas
- Teorías de la Información, Comunicación y Control

Al observar el amplio abanico de nombres, surgen de manera un tanto natural interrogantes como las siguientes: ¿cuál es más importante? ¿son variantes de un mismo asunto? ¿cuál engloba a cuál? ¿qué relación guardan entre sí?, etc.

Esto no tendría mayor importancia si como contrapartida se contase en la literatura con una explicación apropiada, pero esto no sucede así. Lo usual es que no se mencione nada al respecto, que se plantee sólo como un hecho curioso o bien que los autores hablen de tal variedad como una muestra de la enorme influencia que han adquirido los sistemas y con ello den mayor realce a su trabajo.

A lo anterior se añade que en ciertos casos sólo se manejan nociones muy generales y hasta nebulosas, tal como sucede al apuntar que: “un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados”, “el todo es más que la suma de las partes”, “es necesaria una visión total”, “el enfoque de sistemas es una manera de ver las cosas”, etc.

Por lo anterior, se consideró de interés ofrecer una visión general del movimiento de sistemas, que será de utilidad para que el lector despeje algunas dudas respecto a lo que el pensamiento sistémico es o no es y para que de algún orden a lo que en primera instancia resulta disperso o caótico.

Un segundo propósito, y tal vez la principal motivación de este trabajo, es el estimular un espíritu crítico tal que se consideren los pros, contras y límites de unas y otras corrientes, se les corrija y enriquezca, se cuestionen y adapten de acuerdo con los problemas por enfrentar, etc. Todo esto de especial importancia si



se tiene en cuenta que en la actividad de solucionar problemas no caben recetas únicas, dada la amplitud del campo, sus muy diversas facetas y su continua transformación.

Conforme a estos lineamientos, el trabajo se integra de la siguiente forma: el primer capítulo pone a consideración qué ha dado lugar a hablar de los sistemas como un movimiento o forma de pensamiento unificada; el segundo capítulo ofrece una explicación de como se articula este movimiento y cuáles son las principales líneas de desarrollo; finalmente, los capítulos 3, 4 y 5 contienen una breve descripción y un análisis crítico de las corrientes o disciplinas que han alcanzado mayor renombre.

## CAPITULO 1

# ¿La diversidad o la unidad?

Como se ha comentado, la palabra sistema tiene asociada una serie de nombres tales como: enfoque de sistemas, ingeniería de sistemas, análisis de sistemas, etc., por lo que de manera natural surge la duda o inquietud relativa a si esto tiene alguna razón o sentido.

Para aclarar esta situación conviene identificar primero las coincidencias entre las distintas disciplinas, que llevan a asociar o confundir a unas con otras, para después señalar qué tienen de particular, de tal suerte que se les designe con nombres diferentes.

Entre sus coincidencias, destaca que las investigaciones sistémicas se plantean como una respuesta a la insuficiencia de la tradición científica para abordar problemas complejos, ya que la misma ha sido dominada por el ideal de explicar los fenómenos de una manera reduccionista y mecanicista.

Reduccionista, porque cuando se pretende alcanzar la explicación de un todo, se procede a fragmentarlo o reducirlo en partes más simples -posiblemente hasta llegar a elementos últimos-, buscar la comprensión de las partes y finalmente agregar ese conocimiento parcial para ofrecer una explicación del problema o fenómeno originalmente planteado.

Mecanicista, dado que el ensamblaje entre partes se apoya en relaciones causa-efecto (generalmente lineales y de dos variables) como si se tratase de máquinas.

Sin embargo, este procedimiento sólo resulta válido cuando no existe interacción entre las partes y cuando las relaciones que se describen son lineales,

pues en caso contrario no sería posible separar las partes para su estudio. Estas condiciones no se cumplen en un gran número de fenómenos, especialmente en las esferas biológica y social, así como en múltiples problemas prácticos que plantean la tecnología y las organizaciones modernas.

Dicho de otra forma, está muy lejos el momento en que se alcancen explicaciones apropiadas en fenómenos de múltiples variables, en los que se dan conjuntos de relaciones (que implicarían sistemas de ecuaciones) no necesariamente lineales, donde dichas relaciones se modifican con el tiempo (con lo cual se estaría hablando de diferenciales) y, por si esto no fuera suficiente, el problema no es resolver este engendro matemático sino plantearlo.

Es así que se llama al desarrollo de nuevos conceptos y enfoques, cuya característica básica es el supuesto de que tal conjunto de elementos, relaciones y eventos deben ser tratados colectivamente, esto es, como sistemas. De esta forma, queda planteado el punto central de convergencia del movimiento sistémico, que consiste en la adopción de la idea de sistema como base de los distintos desarrollos, misma que, sin duda, ha llegado a ser muy popular por sus variadas aplicaciones y al ser citada en diversas disciplinas -incluso a nivel de principio.

Ahora bien, resulta curioso que algo tan impreciso tenga una difusión tan amplia y raíces tan profundas, pues, si se revisa el concepto de sistema que en su forma más general se concibe como "un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad", se observa que no se impone ninguna restricción en cuanto al carácter de los elementos, como tampoco se limita el tipo de integridad. Así, igual se habla de un sistema tanto en el caso de una máquina como en el de una comunidad o una ciencia, cuyos elementos son objetos, personas o conceptos.

En cuanto al tipo de integridad, ésta puede ser producto de la suma mecánica de objetos materiales o de la estructura orgánica de un ser vivo, por lo que se puede concebir como sistema una línea de ensamble, una familia o un partido político.

En consecuencia, a partir de la vaguedad se produce una supuesta generalidad del pensamiento sistémico, ya que bajo una concepción poco precisa se da abrigo a muy diversos fenómenos, problemas y objetos, y también cabida a las más variadas posturas para el estudio de tales sistemas, desde las más abstractas y teóricas hasta las que resultan de trabajos eminentemente empíricos.

Con base en lo anterior, es fácil deducir que, entre las disciplinas que se reconocen como sistémicas, son mayores las divergencias que los elementos comunes. De hecho, la mayor parte de tales disciplinas surge de manera separada, como respuesta a problemas diferentes y ofreciendo formas de estudios también distintas.

Sin embargo, dada su coincidencia en la necesidad de una visión integradora, con el tiempo se dan referencias cruzadas, préstamo de terminología e incluso el reconocimiento de pioneros y líderes comunes, de tal suerte que estas disciplinas se confunden hasta cierto grado, sin que por ello se tenga una orquestación o fusión de los distintos trabajos.

Ida Hoos (27, p. 27) hace una analogía que ilustra de manera excelente la situación que se guarda:

*"... como ahora encontramos al enfoque de sistemas, nos recuerda al fenómeno geológico conocido como 'Roxbury Pudding Stone' (Budín de Piedra de Roxbury), tanto en su historia como en su constitución. Esta formación se localiza en un suburbio de Boston, Massachusetts, siendo el resultado del movimiento glacial, el cual a través de las centurias y las millas, dragó, acumuló e incorporó un grupo muy heterogéneo de rocas, fijadas en una matriz y solidificadas en una masa conocida como aglomerado. Muchos fragmentos aún mantienen su identidad y carácter original, mientras que otros han sufrido una metamorfosis de diversos grados. De manera semejante, el enfoque de sistemas es una especie de mosaico, hecho de fragmentos y pedazos de ideas, teorías y metodologías provenientes de varias disciplinas, entre las cuales pueden distinguirse, además de la ingeniería, a la sociología, biología, filosofía, sicología y economía.*

*En cada disciplina, acorde con los problemas que enfrenta, se tiene una concepción particular de sistema, con sus propias definciones, principios, supuestos e hipótesis. Pero luego se da un movimiento que las reúne, hace de ellas una 'genialidad' y establece un parentesco mutuo."*

Así, en respuesta a la interrogante que da título a este apartado, puede concluirse que es la variedad o diversidad lo que domina entre las distintas corrientes de sistemas y que la posibilidad de representar un enfoque o forma de pensamiento unificado, es muy remota.

## CAPITULO 2

# Estructura general del movimiento sistémico\*

Una de las mayores dificultades que enfrenta quien se interesa en el pensamiento sistémico, consiste en que prácticamente no hay límite en cuanto a lo que puede estudiar, por lo que es conveniente contar con una descripción general acerca de cómo se integra este movimiento.

Con este propósito, conviene hacer primero una distinción entre lo que propiamente constituye el **“desarrollo de las ideas de sistemas como tales”** y lo que correspondería con la **“aplicación de esas ideas dentro de alguna disciplina ya establecida”**. A su vez, para la primera de estas áreas, puede plantearse una nueva subdivisión, incluyendo en un grupo a aquellas corrientes que se orientan hacia el **“desarrollo teórico de sistemas”** y en el otro a los trabajos que tienen como centro de interés el **“desarrollo y aplicación del pensamiento sistémico en la solución de problemas”**.

Dentro de este último grupo, también es posible distinguir tres áreas de trabajo, que son:

a) El área de **“apoyo a la toma de decisiones”**, que se caracteriza por su marcado énfasis en el desarrollo y aplicación de técnicas y modelos como medio para determinar las soluciones a los problemas; con frecuencia, en búsqueda de soluciones óptimas.

---

\* Las ideas básicas conforme a las cuales se elaboró este capítulo están tomadas principalmente de Checkland (12), *The Shape of the Systems Movement*

b) En la segunda área, sin dejar de lado las técnicas y modelos, se da mayor importancia al proceso de solución de problemas (formulación de objetivos, generación de alternativas, evaluación, diseño, etc.), lográndose interesantes aportes metodológicos y conceptuales en temas tales como la evaluación, diseño y análisis de costos.

Esta área surge y se desarrolla con una fuerte influencia del pensamiento ingenieril y de quienes trabajan en el campo de la programación y presupuestación, por lo cual lo concerniente al elemento humano (subjetividad, valores, necesidad de consenso y temas similares) ocupa un lugar secundario; a las corrientes aquí incluidas se les denomina **“trabajo en sistemas duros”**.

c) La tercer área se distingue por enfatizar los aspectos metodológico y conceptual, así como por tener siempre en cuenta el ingrediente del comportamiento humano. Se le denomina genéricamente **“trabajo en sistemas suaves”** y tiene una fuerte influencia del área de teoría del conocimiento y, por supuesto, de las disciplinas dedicadas al estudio de la conducta.

En la figura 1 se hace una representación esquemática de lo hasta ahora señalado:

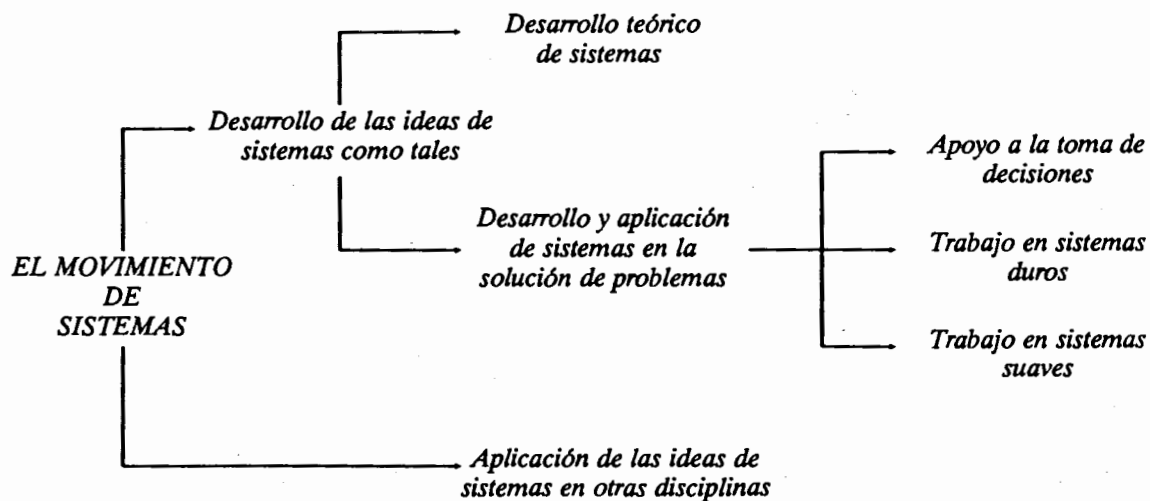


Figura 1. ESTRUCTURA GENERAL DEL MOVIMIENTO SISTEMICO

En el cuadro 1, se elabora otra versión de este mismo esquema, incluye bajo cada rama las disciplinas o enfoques que han alcanzado mayor renombre.

**Cuadro 1**  
**ESTRUCTURA GENERAL DEL MOVIMIENTO DE SISTEMAS Y**  
**PRINCIPALES CORRIENTES**

<b>EL MOVIMIENTO SISTEMICO</b>
<p><b>A. Aplicación de las ideas de sistemas en otras disciplinas</b></p> <p><i>En biología, sicología, siquiatria, economía, sociología, ciencia política, geografía, historia, etc.</i></p>
<p><b>B. Desarrollo de las ideas de sistemas como tales</b></p>
<p><b>B.1. Desarrollo teórico de sistemas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Teoría General de Sistemas</i></li> <li>● <i>Cibernética</i></li> <li>● <i>Teoría de la Información</i></li> <li>● <i>Teoría del Control, etc.</i></li> </ul>
<p><b>B.2. Desarrollo y aplicación de sistemas en la solución de problemas</b></p>
<p><b>B.2.1. Apoyo a la toma de decisiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Investigación de Operaciones</i></li> <li>● <i>Análisis de Sistemas*</i></li> </ul>
<p><b>B.2.2. Trabajo en sistemas duros</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Análisis de Sistemas*</i></li> <li>● <i>Ingeniería de Sistemas</i></li> <li>● <i>Dinámica de Sistemas</i></li> </ul>
<p><b>B.2.3. Trabajo en sistemas suaves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Planeación Interactiva (Ackoff)</i></li> <li>● <i>Metodología de Sistemas Suaves (Checkland)</i></li> <li>● <i>Diseño de Métodos de Inquirir (Churchman)</i></li> <li>● <i>Sistemas Sociotécnicos (Emery y Trist)</i></li> <li>● <i>Organizaciones de referencia, Conferencias de búsqueda, Análisis de poder, etc.</i></li> </ul>

\* Dentro del Análisis de Sistemas se dan ambas corrientes

Estos esquemas, con toda su simplicidad -o quizá gracias a ella-, resultan de mucha utilidad para comprender de mejor forma el movimiento de sistemas como un todo, así como las distintas áreas en que se desarrolla, aunque cabe aclarar que posee cierto sesgo, pues, como podrá observarse, las ramas que más se detallan son las que llevan hacia el campo de la solución de problemas.

Lo que hasta ahora se ha planteado resulta insuficiente si no se acompaña al menos con una breve descripción de las características más relevantes de los enfoques o corrientes a que se ha hecho referencia, tema que habrá de abordarse en los capítulos 3, 4 y 5.



## CAPITULO 3

# El área teórica de sistemas

### 3.1. Teoría General de Sistemas

Para estudiar la Teoría General de Sistemas (TGS) pueden tomarse como base los trabajos de Bertalanffy, ya que ellos reflejan claramente su origen, espíritu y propósitos, no sólo por los resultados que obtuvo por sí mismo, sino también por su continuo interés en elaborar recuentos de lo hecho por otros.

#### ORIGEN Y BASES DE LA TGS

El inicio de la TGS se puede ubicar hacia finales del siglo XIX y principios del siglo XX, cuando la biología estaba inmersa en una controversia entre el mecanicismo y el vitalismo.

El mecanicismo intentaba explicar la vida y los fenómenos asociados con ella, reduciéndolos a procesos físico-químicos; sin embargo, se enfrentó con severos cuestionamientos pues no alcanzaba a dar respuesta a muchos problemas que se planteaban en la biología experimental. Por ejemplo, la imposibilidad de llegar a compuestos orgánicos a partir de sustancias inertes o de explicar los resultados que se obtenían en experimentos con embriones.

Un caso típico es aquel en que si se trasplantaba tejido joven de la cola de un tritón a una pata del mismo, el tejido se desarrollaba como pata y no como cola; pero, si se hacía lo mismo con tejido más viejo, éste se desarrollaba como cola, cualquiera que fuese el lugar en que se colocara.

Incógnitas como estas y muchas otras relacionadas con el mundo maravilloso de la vida, llevaron a invocar una misteriosa “fuerza vital” para darles

explicación, fuerza que dirigía y controlaba el crecimiento de los organismos vivos y cuya aceptación implicaba una profundo resquebrajamiento de la ciencia en este campo; y si bien hoy en día la teoría del vitalismo no es popular, el debate que produjo se extendió hasta los años 30's.

En este ambiente, Bertalanffy propone que tal "fuerza vital" reside no en algo mágico o sobrenatural, sino en las características particulares de los seres vivos, cuya explicación no podía alcanzarse con base en los métodos de las ciencias físicas ya que son esencialmente problemas multivariables y porque su comportamiento está gobernado por su forma de organización.

Así, formula su popular concepto de "los sistemas abiertos" y el principio de "estado estable", señalando que los sistemas abiertos, a diferencia de los cerrados, tienen intercambio de materia y energía con su medio ambiente, lo que afecta sus componentes y que por tanto sólo pueden explicarse estudiando tanto sus relaciones internas como externas. Adicionalmente, mientras los objetos inorgánicos alcanzan un estado de equilibrio, gracias a este intercambio y a su organización, los organismos entran a un "estado estable" que les permite desarrollarse hacia estados de mayor heterogeneidad y complejidad.

Esto lo lleva a plantear la necesidad de una concepción organísmica en la biología, haciendo énfasis en la consideración del organismo no sólo como partes y procesos aislados, sino como un todo que debe tener en cuenta las interacciones dinámicas de los mismos, así como los principios de organización y orden que los unifican. Con esto, se intenta superar las limitaciones de los medios científicos en uso, sin caer en las especulaciones semimetafísicas que enarbola el vitalismo.

Los primeros enunciados de Bertalanffy datan de 1925 y 1926, aunque deja este material sin publicar hasta después de la Segunda Guerra Mundial, pues considera desfavorable el clima de opinión hasta ese momento (10, p. 93). Esta situación se explica por el gran desarrollo que anteriormente tuvo la biología molecular.

Sin embargo, el ambiente intelectual se modifica en la posguerra y Bertalanffy, con sus exposiciones, llama la atención sobre los hechos que se describen a continuación y que sirven de fundamento para postular la TGS:

- i) El autor observa que en varias disciplinas (biología, psicología, sociología, etc.) emergen concepciones y puntos de vista que van más allá de los métodos convencionales y que introducen el estudio de “totalidades”, “sistemas” o, como él prefiere denominarlas, “organizaciones”.
- ii) A lo anterior añade, con cierta admiración y sorpresa, que modelos y leyes parecidos surgen una y otra vez en campos de muy diversa índole. Por ejemplo, que la ley exponencial del crecimiento se aplica por igual a células, poblaciones de bacterias, animales, humanos, valor del dinero, etc.; que el flujo de gases o líquidos y la conducción del calor son expresados por la misma ley; que la curva logística corresponde a la curva de reacción autocatalítica en la química y a la Ley de Verhulst en la sociología (que describe el crecimiento de poblaciones con recursos limitados); etc. De lo anterior deriva el concepto de “isomorfismo”, que juega un papel central en su teoría y al que da explicación aduciendo que si bien los fenómenos difieren en cuanto a los factores causales y elementos involucrados, están gobernados por los mismos principios y, por lo tanto, se dan tales similitudes estructurales o isomorfismos en campos tan distintos.
- iii) Finalmente, encuentra que la TGS no está aislada ni constituye un capricho personal, sino que se corresponde con una tendencia del pensamiento moderno, pues surge una serie de nuevas disciplinas que coinciden en ser “teorías de sistemas”, como la cibernética, teoría de la información, ingeniería de sistemas, investigación de operaciones, etc.

De tal forma, Bertalanffy sustenta la legitimidad de una teoría ya no de sistemas biológicos o de cualquier clase particular, sino una teoría de los principios universales aplicables a las organizaciones en general, sea cual sea la naturaleza de sus elementos y de las fuerzas reinantes entre ellos.

#### **INSTITUCIONALIZACION DE LA TGS**

Para 1954, estas ideas encuentran eco y se funda la “Sociedad para el Avance de la Teoría General de los Sistemas”, que en 1957 cambia su nombre por el de “Sociedad para la Investigación General de Sistemas”; cuyos fundadores son Bertalanffy, el economista K. E. Boulding, el fisiólogo R. W. Gerard y el matemático A. Rapoport, siendo sus propósitos:

1. Investigar los isomorfismos en conceptos, leyes y modelos de varios campos y contribuir a su transferencia de uno a otro campo.
2. Estimular el desarrollo de modelos teóricos adecuados en los campos en que se carece de ellos.
3. Minimizar la duplicación de esfuerzos teóricos en distintos campos.
4. Promover la unidad de la ciencia a través del mejoramiento de la comunicación entre especialistas.

Esta organización ha publicado un anuario (General Systems Yearbook) en el cual, con el propósito de permitir la más amplia oportunidad del desarrollo de las ideas, se admite una variada gama de artículos, que van de la deducción matemática pura a la especulación filosófica, pasando por aplicaciones concretas o desarrollos en alguna disciplina.

Algunos de los términos y conceptos más usuales en la TGS son: sistemas abierto y cerrado, organización, equifinalidad, homeostasia, estado estable, regulación, equilibrio, entropía e isomorfismo.

#### CUESTIONAMIENTOS A LA TGS

Desde sus inicios, la TGS ha sido objeto de severas críticas; por ejemplo se manifiesta que representa diferentes cosas para diferentes personas, dada la ambigüedad con la que se define. Young (49) señala que existe la tendencia a "citar conceptos sin discutirlos de manera apropiada y sin usarlos operacionalmente, y que en algunos casos no van más allá de meras exhortaciones para que otros hagan uso de ellos o que simplemente se utilizan como material introductorio, sin que se profundice posteriormente en ellos".

La creencia de la unidad de las distintas corrientes de sistemas y el hecho de que se considere a la TGS como centro de ellas, tiene cierto sentido en un contexto histórico, ya que Bertalanffy es el primero en señalar que tales ideas corresponden al surgimiento de un nuevo enfoque o visión del mundo, lo que no deja de tener mucho de artificioso, pues como el mismo autor reconoce (10, p. 18) "... los enfoques no son lógicamente homogéneos y representan distintos modelos conceptuales, distintas técnicas matemáticas, distintos puntos de vista generales, ..."

Por lo que respecta a los isomorfismos, se advierte que no son sino meros ejemplos del hecho de que las matemáticas son aplicables a toda suerte de cosas y que no lleva a mayor descubrimiento la aplicabilidad de  $2 + 2 = 4$  manzanas, dineros y galaxias, y que analogías superficiales sólo conducen a conclusiones erradas. Sobre el particular, Bertalanffy (10, p. 34) responde haciendo una distinción entre analogías superficiales y homologías lógicas que conducen a isomorfismos, en lo que la TGS sirve como instrumento, aunque nunca especifica cómo hacer tal distinción.

Lilienfeld (33, p. 31) añade que la visión y los reclamos que hace Bertalanffy son repetitivos y estáticos, que incluso va de un libro a otro dando los mismos argumentos casi palabra por palabra, gracias a lo cual es al menos consistente. Además, señala que su teoría es programática en el sentido de que anuncia grandes y nuevos resultados aún cuando éstos no aparecen fundamentados y concluye que se ataca un espejismo.

Naughton (citado por Checkland (13, p. 92)) sugiere que nada hay de coherente por atacar en la TGS sino “una mezcla de ideas, teoremas, tautologías y corazonadas ...”

Checkland (13, p. 93), por su parte, señala que el problema de la TGS es que paga por su generalidad con ausencia de contenido. Considera más probable que su progreso provenga del uso de las ideas de sistemas en áreas específicas, que del desarrollo de una teoría de cobertura amplia.

En lo general, se consideran acertadas las críticas que se hacen a Bertalanffy y a la TGS, aunque debe reconocerse que su espíritu ha motivado el desarrollo de una visión del mundo de mayor alcance.

### 3.2. Cibernética

Esta época, llamada la era de las computadoras y de la información, ha servido de marco para dar un gran realce y popularidad a la cibernética, palabra que con frecuencia se ve aparejada con términos como robótica, automatización, servomecanismos, inteligencia artificial, etc. Estas correlaciones son válidas sólo parcialmente, dado que las pretensiones de la cibernética van más allá de la ingeniería y su aplicación en la construcción de máquinas que exhiban un comportamiento "inteligente".

La palabra "cibernética" proviene del griego y significa "piloto, timonel". En 1947, es propuesta por el matemático Norbert Wiener (46) para cubrir los trabajos que había estado llevando a cabo desde los inicios de los 40's, gran parte en colaboración con J. H. Bigelow y el mexicano Arturo Rosenblueth (médico de Harvard, que fue colaborador y colega de W. B. Cannon, conocido por sus estudios acerca de los procesos de control interno de cuerpo y creador del concepto de homeostasia).

Los trabajos de Wiener pueden describirse de manera esquemática en los siguientes términos:

A principios de los 40's, intenta desarrollar una máquina de cómputo para la solución de ecuaciones diferenciales parciales. Durante la Segunda Guerra Mundial participa, junto con Bigelow, en un proyecto que busca mejorar la precisión de bombas antiaéreas, lo que implica calcular la posición futura del objeto en vuelo y actualizar progresivamente estos cálculos conforme el objeto se va moviendo, para reorientar los cañones y lanzar los proyectiles en la dirección y el momento adecuado.

Al término de la guerra, Wiener continúa con este tipo de estudios y, en particular, con el desarrollo de sistemas electromecánicos para dar caza a una presa en movimiento, con lo que usurpa en cierta medida una función privativa de los seres humanos, ya que esto tiene mucho de intuitivo.

Partiendo de estas experiencias, formula el concepto de "retroalimentación", que consiste en la transmisión de información acerca del comportamiento de una máquina en un estado anterior y así ajustar su operación. Un

ejemplo sencillo de este tipo de sistemas es el que resulta de la acción de un termostato.

En la figura 2 se presenta un esquema simple de un sistema con RETROALIMENTACION, el cual comprende un RECEPTOR (una celda fotoeléctrica, un radar, un termómetro, etc.) que recibe ESTIMULOS del exterior y de la SALIDA del proceso, luego un centro CONTROLADOR donde se analiza el MENSAJE (por ejemplo, si el nivel de temperatura está dentro de los niveles establecidos), para enviar finalmente una ORDEN que active, desactive o modifique el PROCESO.

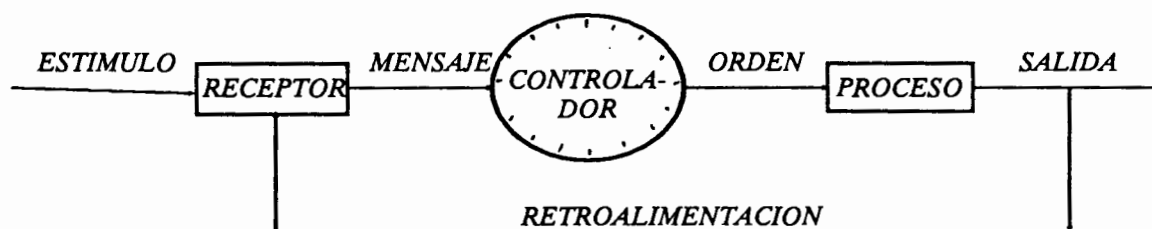


Figura 2. ESQUEMA SIMPLE DE UN SISTEMA CON RETROALIMENTACION

Más adelante, Wiener encuentra que existe una esencial similitud entre el funcionamiento de los equipos estudiados y los fenómenos de regulación que se observan en los seres vivos (control de azúcar en la sangre, operación de distintas glándulas, mecanismos neuromusculares, etc.). En particular, junto con Rosenblueth, observa que la retroalimentación excesiva en una máquina provoca un movimiento oscilatorio alrededor del comportamiento deseado, en ello reconoce un paralelismo con la condición patológica que sufren algunos hombres (temblor propositivo)\*.

Con lo anterior, Wiener extiende sus ideas de los sistemas electromecánicos al campo biológico, y no se limita a ello ya que añade que la sociedad misma (sus leyes, educación, economía, gobierno, etc.) puede ser entendida a través del estudio de los mensajes y los dispositivos de comunicación y

\* Quien sufre el temblor propositivo, cuando intenta llevar a cabo un acto simple, como tomar un lápiz, se dirige hacia el objeto con un temblor incontrolable en la mano.

control. Con esto postula la absoluta generalidad de su teoría, la cual es formulada en términos lógico-matemáticos (dado que un mensaje puede ser representado como una secuencia continua o discreta de eventos en el tiempo).

En resumen, la cibernética, fundada en los conceptos de información y retroalimentación, constituye una teoría de los mecanismos de control en la tecnología, en los organismos biológicos y en la sociedad, lo cual dicho en palabras de Wiener (1948), se entiende como "el campo total de la teoría del control y las comunicaciones, ya sea en las máquinas o en los animales", incluyendo entre los últimos al hombre y a la sociedad.

En este recuento no puede dejar de mencionarse a Ashby, principal teórico de la cibernética entre los 50's y los 60's (7 y 8) y responsable de muchos de los principios y teoremas sobre la materia. Si bien Ashby fue llevado a este campo por su interés en la aplicación de la cibernética en organismos biológicos, vuelca su esfuerzo en el desarrollo de la misma en un plano teórico, como se ilustra en la siguiente afirmación: "lo que la cibernética ofrece es un marco en el cual todas las máquinas individuales pueden ser ordenadas, relacionados y entendidas".

Así, las "máquinas" se representan por medio de modelos de ENTRADA - CAJA NEGRA - SALIDA - RETROALIMENTACIÓN. Los principales conceptos que se emplean en este campo son: estado, transformación, estabilidad, equilibrio, ciclo, invarianza, requisito de variedad, regulador, ruido, perturbadores, retroalimentación positiva y negativa, etc. Cabe señalar que con el tiempo se da un importante intercambio de conceptos e ideas entre la cibernética y la TGS.

En cuanto a los resultados de la cibernética, Checkland (13, p. 86) señala que "a pesar del ferviente entusiasmo con el que algunos devotos toman las nociones generales de la cibernética, no ha sido fácil emplear las formulaciones lógico-matemáticas para derivar proposiciones comprobables en sistemas reales."

Por su parte, Lilienfeld critica a Wiener y Ashby por hablar de la aplicabilidad de la cibernética en los más diversos casos, sin ofrecer algún argumento que la justifique, esto es, sin discutirlos y menos aún comprobarlos, concluyendo que sus planteamientos en problemas sociales constituyen sólo reclamos sin fundamento.



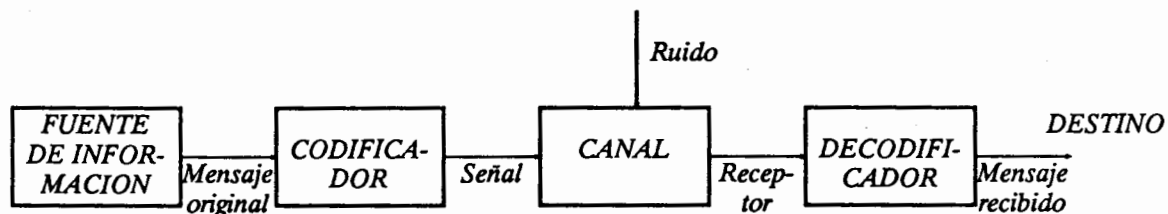
### 3.3. Teoría de la Información y Teoría de la Comunicación

En un sentido estricto, ni la teoría de la información ni la teoría de la comunicación forman parte del movimiento de sistemas; si se les ha asociado se debe más que nada a que han contribuido con sus formulaciones al desarrollo de la TGS y la cibernética.

Esta asociación también se ha reforzado porque entre la teoría de la información y la cibernética se dan coincidencias como el que Shannon y Wiener elaboren sus planteamientos prácticamente a un mismo tiempo y porque ambos dan un tratamiento cuantitativo y estadístico a la información.

Claude Shannon, ingeniero en comunicaciones de Bell Telephone Laboratories, cuya obra básica es "The Mathematical Theory of Information", parte de la siguiente conceptualización:

Una FUENTE de información produce MENSAJES, los cuales son CODIFICADOS para producir una SEÑAL. Tal SEÑAL es transmitida a través de un CANAL en el cual inevitablemente se producen perturbaciones llamadas RUIDO. Así, las señales y el ruido pasan a un DECODIFICADOR que restaura lo que queda del mensaje original para entregarlo en su destino (figura 3).



**Figura 3. DIAGRAMA BASICO DE UN SISTEMA DE INFORMACION**

El valor de este tipo de sistema está dado por la correspondencia que existe entre el mensaje original y el mensaje recibido; cómo medir las diferencias que se producen y cómo reducirlas son algunos de los problemas que plantea Shannon, pasando, por supuesto, por el análisis y diseño de los distintos sistemas de codificación y decodificación, la separación del mensaje original del ruido, etc.

Esto es objeto de un tratamiento cuantitativo que hace uso de la teoría de las probabilidades, la estadística, el análisis combinatorio, las series de tiempo, la discretización de variables continuas, etc., lo que en su conjunto constituye la aportación de Shannon y que en el terreno de la ingeniería de las comunicaciones ha representado un filón de trabajo muy importante, sobre todo con la introducción de los sistemas digitales.

Ahora bien, lo que se entiende por “información” dentro de la teoría desarrollada por Shannon, poco tiene que ver con lo que representa para la gente común, ya que para tal teoría lo mismo serían mil palabras en prosa, que las primeras mil palabras de un diccionario o las que contenga un documento mercantil. Shannon reconoce abiertamente este hecho y de manera explícita marca que trata únicamente con símbolos y con la eficiencia en la transmisión de mensajes, pero no con los contenidos.

La teoría de la comunicación\* intentaría este tipo de avances, considerando qué se buscó decir, cómo se dijo, qué se recibió y cómo se interpretó, así como las distintas formas de expresión, campo de trabajo totalmente distinto y con un carácter multidisciplinario, cuyo manejo sale por tanto del campo clásico de la ingeniería o los sistemas.

### 3.4. Teoría Matemática de Sistemas

Hoy en día, las formulaciones matemáticas están presentes en toda disciplina, ya que ciertos autores en lugar de mantenerse cerca de los casos reales y llegar al conocimiento de una manera empírico-intuitiva, prefieren pasar al otro extremo al considerar en términos abstractos y generales a los objetos y de ahí, derivar con todo rigor sus propiedades y principios.

Esta forma de estudio, si bien por una parte lleva a ganar generalidad al poder referir todo tipo de sistema, por la otra pierde contenido al carecer de los elementos concretos para explicar cualquier sistema particular. Sin abundar en el tema, es necesario que se tenga en cuenta que el desarrollo maduro de una disciplina exige una elaboración dual, tal que experiencia y pensamiento se conjuguen.

---

\* No debe confundirse la teoría de la comunicación con la ingeniería de las comunicaciones; ésta última tiene como campo de trabajo el diseño de emisores, receptores, canales, etc.

En el caso de sistemas, al partir estas teorías de un concepto poco preciso y muy amplio -un sistema es conjunto de elementos interconexos que forman una integridad-, se tiene como consecuencia que cualquier representación sea altamente abstracta, con lo que las posibilidades de relacionar teoría y realidad se reducen, es decir, la brecha entre los conceptos teóricos y los casos prácticos resulta muy grande.

Así mismo, este concepto se presta a diversas formas de representación matemática, que dependen del propósito y preferencia o sesgo de cada autor, por lo que más que hablar en singular de la "teoría" debería ser empleado el plural, esto es, las "teorías matemáticas de sistemas". Por último, conviene añadir que suelen designarse como teorías de sistemas a otros desarrollos como la teoría de las catástrofes, los conjuntos borrosos, la teoría de jerarquías, etc., que, si bien tratan temas que pudieran ser valiosos apoyos en el campo de sistemas (al igual que la probabilidad, estadística, álgebra, etc.), en rigor no constituyen una teoría de sistemas.

### **3.5. Aplicación de las Ideas de Sistemas en otras Disciplinas**

Este apartado incluye una descripción del uso de las ideas de sistemas en otras disciplinas, tema que sólo se trata de manera general, pues en caso contrario resultaría extenso y sobre todo difícil, ya que obligaría a que se contara con un conocimiento suficiente de todas y cada una de las disciplinas a que se hace referencia.

En particular, la TGS y la cibernética son los enfoques que mayor influencia han logrado en otras disciplinas, entre las que destacan las relacionadas con la esfera biosocial, hecho que resulta un tanto natural si se tienen en cuenta sus orígenes y reclamos de carácter transdisciplinario.

De esta manera, la TGS y la cibernética se inician en el campo de la biología y la fisiología, donde se cubre un variado tipo de fenómenos (metabolismo, crecimiento de especies, efecto de drogas, etc.). Del estudio de los seres vivos como entes biológicos se ha pasado a tratar su comportamiento desde la perspectiva de la psicología y la psiquiatría, áreas que generan tal cantidad de trabajos que Rapoport habla de una popularidad casi epidémica, dando pie a toda una escuela de gran importancia hoy en día.

Esta línea continúa extendiéndose y llega así al terreno de lo social y lo político, donde alcanzan renombre autores como Talcott Parsons, Walter Buckley y Robert Merton en la sociología, y Karl Deutsch y David Easton en materia de ciencia política, mismos que se se ubican en lo que genéricamente se ha designado como "el funcionalismo americano".

La teoría funcionalista ha sido objeto de muy severas críticas, ya que al ver a la sociedad como un organismo insiste en temas como mantenimiento, equilibrio, información y ajuste, estabilidad de estructuras, dirección, etc., lo que lleva a una visión conformista y conservadora, que omite el cambio y la confrontación.

Pasando a otro punto, la administración, la planeación y la ingeniería son otras disciplinas en que han logrado cierta influencia la TGS y la cibernética (por su manejo de los conceptos de información y control), aún cuando ha sido mucho mayor el impacto que han tenido los enfoques incluidos en el campo de la solución de los problemas.

En áreas como la geografía, historia, economía, etc., la aparición de trabajos de sistemas ha sido más bien de carácter marginal y no han logrado mayor popularidad.

## CAPITULO 4

# La corriente de los sistemas duros

El campo de la solución de problemas es el área en la que el pensamiento sistémico ha alcanzado mayor popularidad, incluye disciplinas como la investigación de operaciones, análisis de sistemas, ingeniería de sistemas y lo que se ha dado en llamar el pensamiento de sistemas suaves (capítulo 5). Lo que une a estas disciplinas, entre otros lazos, es el tener como centro de interés la solución de problemas o, si se prefiere, el apoyo a la toma de decisiones. Esto marca su diferencia con la TGS y la cibernética, cuyo propósito es el desarrollo de nuevos marcos teóricos para la explicación o comprensión de los fenómenos naturales y sociales, sin que de manera inmediata vaya de por medio un interés de carácter utilitario.

La relación que guardan las disciplinas de la corriente teórica y las citadas en principio es escasa, por no decir que prácticamente nula, ya que su origen es distinto y no existe una vinculación significativa durante su desarrollo. Ello se constata con sólo observar que la terminología empleada en unos y otros casos es muy diferente.

Frente a lo anterior no deja de ser un tanto sorprendente la asociación o parentesco que con frecuencia se establece, lo cual en parte se explica por la continua búsqueda de Bertalanffy de manifestaciones sistémicas en cualquier lugar, misma que lo lleva a hablar de las disciplinas aquí tratadas como un caso particular.

Sin embargo, quienes más han contribuido a dicha asociación son los múltiples autores que buscan apoyarse en la TGS y la cibernética para dar soporte teórico a sus planteamientos. No obstante, después de un primer capítulo o apartado introductorio en que presentan una serie de consideraciones generales, en los subsecuentes omiten por completo el tema y se limitan a brindar unas u otras

pautas para la solución de problemas. Con esto, se concluye que esta asociación tiene sólo un carácter cosmético.

#### 4.1. Investigación de Operaciones/Ciencia de la Administración

##### ORIGEN

El origen de la investigación de operaciones generalmente se sitúa hacia finales de los 30's, cuando la Gran Bretaña, como parte de sus preparativos de guerra, decide integrar un grupo de científicos que, en estrecha relación con oficiales y personal de la RAF, se aboca a los estudios y experimentos necesarios para el desarrollo e instalación de lo que hoy se conoce como el radar, así como para el diseño de las tácticas de defensa que más convenían. Tal experiencia resulta satisfactoria y con el tiempo se extiende la idea a otros comandos de la RAF y del área naval británica. Para 1942, también se integran grupos de este tipo en las fuerzas armadas y navales de los Estados Unidos de América y del Canadá.

Se estima que al final de la Segunda Guerra Mundial, el total de científicos involucrados en este tipo de grupos llega a ser del orden de 700 personas, principalmente físicos y matemáticos. Algunos de los que alcanzaron mayor renombre son P. M. S. Blackett (físico que posteriormente se hará acreedor al Premio Nobel por sus trabajos sobre rayos cósmicos), C. H. Waddington, P. M. Morse, G. E. Kimball, B. O. Koopman y W. Shockley (posteriormente también ganador del Premio Nobel por sus trabajos sobre transistores).

El propósito de mantener estos grupos de trabajo en estrecho contacto con los mandos militares, era ofrecer a éstos el apoyo requerido en aquellos aspectos que no podían ser manejados por sus propios servicios técnicos; los militares proporcionaban la visión general del problema y los datos requeridos por los científicos, para que éstos a su vez examinaran las evidencias disponibles, estimaran que conclusiones podían derivarse de ellas y, finalmente, presentaran las recomendaciones pertinentes.

Ahora bien, como tal trabajo no era propio para el laboratorio por pertenecer al mundo real de las operaciones, una parte importante de la estrategia consistió en la elaboración de modelos matemáticos que reprodujesen la situación bajo estudio. Así, el estilo original de la investigación de operaciones consistió en

considerar las operaciones militares típicas, para de ahí construir una "teoría" en respuesta a los problemas planteados, con un espíritu eminentemente práctico.

Tal fue el esquema general bajo el que se estuvo trabajando y que tuvo diversas aplicaciones como el desarrollo del radar, el análisis de tácticas de bombardeo, la evaluación de nuevo armamento, el diseño de las características más deseables de un convoy y muchas otras tácticas específicas. Cabe señalar que estas aplicaciones no estuvieron basadas en nuevas o avanzadas técnicas, sino en el uso novedoso de las habilidades y conocimientos ganados por los científicos en los laboratorios y las universidades, ya fuera para registrar datos, para establecer relaciones cuantitativas o para fijar distintas hipótesis sujetas a comprobación, contando como instrumentos básicos de trabajo con la probabilidad, la estadística, algunas ecuaciones diferenciales, ciertos principios de la física, etc.

#### INSTITUCIONALIZACION Y CAMBIO DE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

Al término de la Segunda Guerra Mundial, se desarrolla un movimiento cuyo propósito es extender la experiencia del análisis de problemas militares a la industria, servicios y administración pública\*. A partir de ese momento, se desarrollan las teorías matemáticas y estadísticas que vienen a formar el corazón de la investigación de operaciones, tales como la teoría de la espera, programación matemática, teoría de inventarios, flujo en redes, procesos estocásticos aplicados, etc., aunque algunas solamente se redescubren pues sus antecedentes son más tempranos, como es el caso de la teoría de inventarios y la teoría de la espera que datan de los 20's.

Es posible que de entre estos desarrollos el más importante sea la creación de la programación lineal de Dantzing, la cual ha encontrado múltiples aplicaciones en los más diversos campos y que adquiere una importancia aún mayor con la introducción de las facilidades de cómputo.

El proceso de institucionalización de la investigación de operaciones se da con una rapidez inusitada. Con la intención de dar una idea general de ello, a continuación se brindan algunos datos y fechas:

---

\* A raíz de este movimiento surge la corriente de ciencia de la administración, que guarda un fuerte paralelismo con la investigación de operaciones tanto en sus propósitos como en relación a los medios de que hace uso.

- 1948 Se funda en Inglaterra la primera sociedad que integra a especialistas en este campo: Operational Research Society (ORS).
- 1950 Se edita la primera revista periódica dedicada a la investigación de operaciones: Operational Research Quarterly.
- 1950 Se dictan cursos cortos en las universidades.
- 1952 Se funda en los Estados Unidos ORSA, esto es, Operations Research Society of America (que para 1974 cuenta con miembros de 67 países) y se edita Operations Research.
- 1953 Se funda en los Estados Unidos The Institute of Management Sciences (IMS) y se edita Management Science.
- 1954 Se editan dos nuevas revistas, una en Francia y otra en Alemania.
- 1957 Se realiza la primera conferencia internacional de investigación de operaciones en la Universidad de Oxford.
- 1959 Se funda The International Federation of Operational Research Societies (IFORS), que inicialmente incluye a tres sociedades, tres años más tarde a diez y en 1975 a 28 de Europa, Asia, América, África y Australia. Para 1975 la membresía total se calcula en 30,000 personas aproximadamente.

En lo que se refiere a los primeros libros, éstos estuvieron dedicados, como es natural, a dar cuenta de los desarrollos y aplicaciones de la investigación de operaciones en los tiempos de guerra. Algunos de ellos no estuvieron disponibles sino hasta pasados muchos años, por considerarse confidenciales; los autores de los mismos son Blackett, Morse, Kimball, Johnson, Katcher y Waddington.

A principios de los 50's los libros que se editan corresponden a memorias de reuniones, antologías de artículos y conferencias, así como los primeros tratados dedicados a algún tema (localización, teoría de juegos, teoría de inventarios, administración de la producción, programación dinámica, análisis de decisiones, programación lineal, etc.).

El primer libro de texto se edita en 1957 por parte de C. West Churchman, Russell L. Ackoff y E. Leonard Arnoff. El título es "Introduction to Operations Research", usado ampliamente con propósitos educativos; se caracteriza por hacer un rompimiento claro con los intereses militares, al abocarse básicamente a problemas industriales.



A partir de 1960, empieza un flujo continuo de libros de texto y tratados, mismo que para 1965 es abarrotante y que continúa hoy en día, prueba de lo cual es el gran número de títulos disponibles.

En 1969, se edita el célebre libro de texto "Principles of Operations Research", elaborado por Harvey M. Wagner, que estereotipa una concepción que consiste en el énfasis en modelos y algoritmos prefabricados, lo que lleva a algunos a equiparar la investigación de operaciones con un libro de recetas de cocina. En particular, en este libro sólo se dedica un capítulo ( 29 páginas) para hablar de la historia, filosofía, metodología y proceso de modelado en la investigación de operaciones y los restante 21 capítulos y tres apéndices (997 páginas) para hablar de distintas técnicas y algoritmos.

#### LA RELACION TEORIA-PRACTICA

Se ha considerado de interés esta reseña porque a través de ella se revela que en el período 1945-1960 se ha dado un cambio de gran trascendencia en la investigación de operaciones y que en términos generales tiene las siguientes características:

Blackett, Waddington y Morse, entre otros, vuelven a sus laboratorios y universidades; surge una nueva generación de analistas más interesados en los aspectos formales del modelado y con el manejo experto de las matemáticas, que sustituye el estudios de casos prácticos por el refinamiento de los algoritmos, los tópicos de la teoría de juegos o el desarrollo de los fascinantes pero irrelevantes modelos de inventarios.

Entonces cambian los estándares de evaluación y crítica, ya que se considera tan o más valioso cualquier algoritmo que mejore uno anterior, que la respuesta adecuada a un problema específico. Una muestra que confirma lo anterior se obtiene fácilmente con sólo hojear cualquiera de los últimos números de las revistas Operations Research o Management Science.

El proceso se refuerza con gran entusiasmo durante los 60's; sin embargo, en la década siguiente sobreviene una intensa crítica que puntualiza la gran diferencia que existe entre lo que se enseña y lo que se enfrenta en la vida real. Tal vez los cuestionamientos más celebrados, y al mismo tiempo los más polémicos, son

los que presentan los autores de la primera biblia en investigación de operaciones, Churchman y Ackoff.

Churchman habla de los "tristes 60's", ya que en esta década se refuerzan los programas académicos e investigaciones eminentemente teóricas, que desembocan en el distanciamiento entre la investigación de operaciones y las aplicaciones. Ackoff (3 y 4), por su parte, va más allá y plantea la necesidad de un cambio profundo en la profesión para evitar su senilidad o muerte.

Dando y Bennet (21) realizan una investigación acerca de lo publicado en Operations Research durante los 60's y 70's, y encuentran que el "gran humor optimista" de la primera década se convierte al final de la segunda en "un amplio y en ocasiones pesimista debate acerca de las posibilidades prácticas de la investigación de operaciones".

Ante esta situación y con muchísima frecuencia, se sugieren medidas que podrían resumirse de la siguiente manera: hacer más prácticos a los teóricos y más teóricos a los prácticos; lo primero como antídoto de la tendencia academicista y lo segundo para que "en la calle" se acepte más fácilmente este enfoque. Una medida clara en este sentido fue la creación de la revista Interfaces en 1974 (por parte de ORSA e IMS), que pretende ser un puente entre teóricos, prácticos y decisores.

Sin embargo, reducir el problema a una desviación provocada por los académicos resulta simplista y limitado, ya que no se consideran los vicios que en su fundamento mismo contiene la investigación de operaciones. De hecho, si el problema real fuese la relación teoría-práctica que se da en las universidades, cualquier disciplina enfrentaría dificultades similares o peores aún al contar con muchos años más de ser objeto de enseñanza.

## LA IDEALIZACION DE LOS PROBLEMAS

Con el fin de hacer un análisis más profundo del porqué del divorcio teoría-práctica, conviene partir de la concepción general que se tiene de la investigación de operaciones, que enfatiza los siguientes aspectos:

- la aplicación de los métodos de la ciencia;
- para los problemas que surgen en la dirección y administración en la industria, negocios, gobierno y defensa;
- para el efecto, se elabora un modelo a través del cual es posible predecir los resultados de las distintas opciones, para así evaluarlas y contribuir a la mejor toma de decisiones.

De esa forma, la dificultad que implica la aplicación del método de la ciencia en un campo que no se presta a la experimentación, se resuelve construyendo un modelo que refleja la situación real.

Ahora bien, esta estrategia que en principio no difiere de lo que practicaron los pioneros de la investigación de operaciones, sufre su mayor distanciamiento cuando se asume que las situaciones problemáticas son recurrentes, poseen una estructura similar y varían sólo en los detalles, de tal suerte que parece razonable concentrarse en el desarrollo de más y mejores algoritmos para dar cuenta de los distintos "problemas tipo" que se detectan, como son:

- problemas de asignación o distribución
- problemas de inventarios
- problemas de reemplazo
- problemas de líneas de espera
- problemas de secuenciación
- problemas de localización
- problemas de competencia

Ello ha favorecido la idealización de los problemas al presuponer un "caso real" y luego darle "solución" mediante un modelo y un algoritmo ad hoc. Y con el tiempo ha dado pie a que el rigor matemático se sobreponga al criterio de relevancia o utilidad de los modelos. Ahora no resulta extraño que se estudie la programación lineal o cualquier teoría porque en sí misma constituye un campo de

trabajo y no por sus posibles aplicaciones, esto es, la investigación de operaciones se tiene a sí misma como objeto de estudio.

Un ejemplo de esta situación se halla en la teoría de inventarios, que parte del supuesto de que el problema central consiste en definir cuánto y cada cuándo pedir para restablecer el inventario, de manera que se minimice la suma de los siguientes costos: el de ordenar, el de llevar el inventario y el de faltantes. El modelo más elemental, conocido como "el modelo del lote económico", supone que la demanda del bien es constante y que los costos son lineales, por lo que sin mayor dificultad se obtienen las relaciones que llevan a un óptimo. Ahora bien, de este problema básico se deriva un sinnúmero de variantes que da lugar a muchos "nuevos problemas": la demanda del bien puede tener una u otra distribución probabilística, considerar los costos como no lineales, plantear el caso de variables discretas, ampliar el problema para cuando se manejan dos o más productos, interrogarse qué hacer cuando se trata una línea de producción, etc. Cada variante o combinación de variantes da pie para la creación de un modelo distinto y, desde luego, para su publicación en alguna revista especializada.

Lo que preocupa es que gran parte de estos desarrollos se elaboran de manera independiente de los problemas que se enfrentan en la realidad y que no se reducen a definir cuánto o cuándo pedir. Algunos de estos casos son: qué características conviene que tenga el almacén en función del tipo de productos que maneja, cómo llevar el registro de los inventarios, cómo controlar las pérdidas o robos, qué hacer cuando se sobrepasa la capacidad del almacén, cómo asegurar el abastecimiento, cómo dar respuesta a las fluctuaciones de precios, etc.

Ackoff (1) hace un resumen de esta situación señalando que "hay una propensión errada a tomar como un problema lo que no es más que un ejercicio matemático".

Esta es la tradición que se ha llevado a las escuelas, a las publicaciones en revistas especializadas y a los libros de texto, y que deja a la investigación de operaciones como un conjunto de modelos para la "solución" de una serie de problemas preestablecidos y muy específicos.

Sin embargo, cuando se trata con un caso real, no es común encontrar situaciones tan bien definidas que llamen de inmediato al uso de determinada técnica, sino más bien casos donde el sólo formular qué se desea y de qué medios se

dispone para lograrlo, constituye por sí mismo un problema. A esto debe sumarse que un modelo, por sofisticado o completo que sea, sólo constituye un reflejo parcial de la realidad.

Antes de concluir conviene poner a consideración otra de las reglas de oro de la investigación de operaciones, que se refiere a la forma en que se concibe la toma de decisiones.

El analista es considerado como un científico aplicado, cuya labor consiste en una cuidadosa colección y análisis de datos para elaborar o alimentar algún modelo y de ahí derivar y poner a consideración del decisor los costos y beneficios de acciones alternativas.

Ello supone la existencia de un tomador de decisiones bien informado, capaz, que entiende de abstracciones y que está dispuesto a participar activamente, condiciones que pocas veces se satisfacen.

Así mismo, su carácter "racional", que le viene del manejo cuantitativo y del uso de criterios microeconómicos, deja fuera del análisis todo lo que concierne a la naturaleza política y humana de los problemas.

En consecuencia, se presenta a la investigación de operaciones como algo separado de la implantación, lo que, aunado a la escasa importancia que se le da a la conceptualización de los problemas y a las fases del proceso de solución, hace más fácil entender el porqué del divorcio entre teoría y práctica, que claramente no se reduce a una deficiencia del sistema educativo.

#### CONSIDERACIONES FINALES

Resulta ilógico pensar que se puede acceder a la etapa del modelado de un solo golpe e irreal que el modelo sea suficiente para orientar la toma de decisiones. Pero como esto no se tiene en cuenta, no es extraño encontrar a los analistas que, enajenados con su modelo, se vuelven inmunes a la realidad, al extremo de que bien podrían adoptar como lema "... y si la realidad no se ajusta al modelo, pues peor para la realidad". Gene Woolsey (48) ilustra esta anomalía con diversos casos, con base en los cuales califica a la investigación de operaciones como "el enfoque de las técnicas rápidas y sucias."

Para finalizar, se ha de hacer constar que en este apartado no existe la intención de negar importancia a las técnicas o a la investigación de operaciones. No debe entenderse en ningún momento insuficiencia por inutilidad, ya que se reconoce que los modelos constituyen un excelente e ineludible apoyo para la solución de problemas.

## 4.2. Análisis de Sistemas/Análisis de Políticas

### ORIGEN E INSTITUCIONALIZACION

Gracias a su aceptación, la investigación de operaciones no sólo se extendió hacia las operaciones no militares sino también al campo de lo estratégico, dando origen a lo que hoy se conoce como el análisis de sistemas.

Este movimiento tiene sus inicios en el año 1945, cuando el Departamento de Guerra y la Oficina de Investigación y Desarrollo de los EUA, plantean la conveniencia de promover un proyecto cuyo propósito es brindar asistencia en materia de planeación militar y en particular, coordinar las actividades de planeación con las decisiones en materia de investigación y desarrollo.

Surge así el proyecto Rand\*, que poco tiempo después dará lugar a la Rand Corporation, organización independiente y sin fines de lucro, que juega un papel muy importante en el desarrollo del análisis de sistemas, al grado de que frecuentemente se habla de éste como el estilo Rand para la solución de problemas.

Las primeras aplicaciones se dan en el campo de la estrategia militar y en la industria aeroespacial, recibiendo en la década de los 60's un impulso definitivo, cuando Robert McNamara introduce el uso del *análisis de sistemas/beneficio-costos/programación-presupuestación* en el Pentágono y en especial en 1965, cuando el presidente de los EUA, L. B. Johnson, lo hace obligatorio en todas las agencias federales.

Así, el análisis de sistemas pasa de las aplicaciones militares al estudio de problemas económicos y sociales\*\*, como la contaminación, energía, vivienda,

---

\* Rand es un acónimo de Research and Development

\*\* Algunos autores usan la denominación análisis de políticas en lugar de análisis de sistemas cuando se penetra en la esfera de lo social, aunque esta postura no ha ganado mucha aceptación

salud, educación, transporte, manejo de recursos hidráulicos, etc.; además de que también gana popularidad en las empresas privadas, al tener en cuenta factores financieros, técnicos y estratégicos a un mismo tiempo.

En el año de 1972, se funda The International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), con sede en Laxenburg, Austria, institución no gubernamental y financiada por 17 países del este y oeste, que reúne a científicos de más de 20 países para el estudio de problemas como la energía, alimentación, medio ambiente, etc. Su sola existencia hace evidente la importancia que ha ganado este enfoque.

El impacto que produce es tal, que muchas de las prácticas actuales, dentro y fuera de los EUA, tienen mucho que ver con el análisis de sistemas. Entre las más importantes se pueden mencionar la evaluación de proyectos, el movimiento de indicadores sociales y el presupuesto por programas.

#### RELACION ENTRE LA INVESTIGACION DE OPERACIONES Y EL ANALISIS DE SISTEMAS

Con frecuencia se dice que la principal diferencia entre el análisis de sistemas y la investigación de operaciones es únicamente de escala, la primera dedicada a lo estratégico y la segunda a lo táctico, pero que en esencia son idénticas. Sin embargo, estas aseveraciones son válidas sólo parcialmente, pues si bien en principio los métodos y el propósito son coincidentes (el apoyo a la toma de decisiones para el uso racional de los recursos, empleando modelos), la naturaleza propia de los problemas estratégicos es tal, que por fuerza el análisis de sistemas adquiere un estilo muy propio y fácilmente se le puede distinguir de la investigación de operaciones.

Mientras la investigación de operaciones se orienta hacia el perfeccionamiento de las técnicas para la solución de un conjunto de problemas preestablecidos, en el caso del análisis de sistemas esto no es posible, ya que al tratar con problemas más grandes y manejar períodos más amplios crece el número de factores y el nivel de incertidumbre, de tal suerte que estas situaciones no son fáciles de reducir a un modelo y menos tomar alguno preelaborado.

Así, el análisis de sistemas debe complementar el uso de las técnicas y modelos con un mayor y mejor manejo de elementos de carácter metodológico y

conceptual, e incluso variar de manera importante el tipo de técnicas a emplear, lo que finalmente hace a una y otra disciplinas muy distintas en la práctica.

#### EL ENFOQUE DEL ANALISIS DE SISTEMAS

En términos generales, el problema a resolver en el análisis de sistemas consiste en lo siguiente:

Dado un estado inicial y un estado u objetivo por alcanzar, definir cuál es la mejor alternativa, llevando a cabo una valoración amplia de los costos y consecuencias de cada opción, como se ilustra en la figura 4.

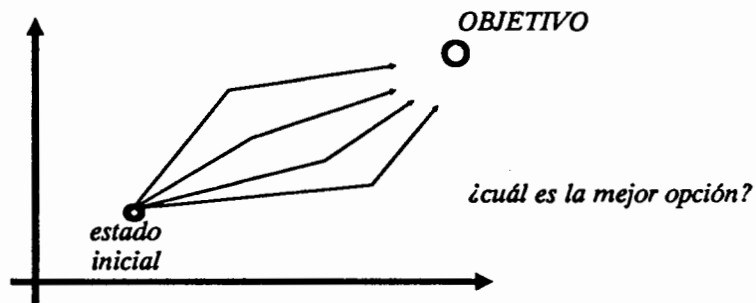


Figura 4. PROBLEMA CENTRAL DEL ANALISIS DE SISTEMAS

Lo anterior se observa en los planteamientos que hacen Charles Hitch (26) y Edward S. Quade (41), dos de los autores que cuentan con mayor influencia y reconocimiento (cuadros 2 y 3).

1. Uno o varios objetivos por alcanzar.
2. Técnicas, instrumentos o "sistemas" alternativos que permiten alcanzar el objetivo.
3. Los costos o recursos requeridos por cada sistema.
4. Un modelo o varios modelos, es decir, el marco matemático, lógico o conjunto de ecuaciones que muestren la interdependencia entre objetivos, instrumentos, ambiente y recursos.
5. Un criterio que relaciona los objetivos con los costos y recursos, para la elección de la mejor alternativa.

Cuadro 2. ELEMENTOS ESENCIALES DEL ANALISIS DE SISTEMAS  
SEGUN C. HITCH



F A S E S	D E S C R I P C I O N
<p><b>Formulación (fase conceptual)</b></p>	<p>Clarificar los objetivos, definir los aspectos de interés, llimitar el problema.</p>
<p><b>Investigación (fase de indagación)</b></p>	<p>Búsqueda de datos y relaciones, así como de programas alternativos de acción para la solución del problema.</p>
<p><b>Evaluación (fase analítica)</b></p>	<p>Construcción de modelos para predecir las consecuencias correspondientes a cada alternativa y después comparar las alternativas en términos de estas consecuencias.</p>
<p><b>Interpretación (fase de juicio)</b></p>	<p>Emplear las predicciones obtenidas a través de los modelos y, junto con cualquier otra información o criterio que se juzgue relevante, comparar nuevamente las alternativas para derivar conclusiones e indicar un curso de acción.</p>
<p><b>Verificación (fase científica)</b></p>	<p>Comprobar experimentalmente las conclusiones.</p>

**Cuadro 3 EL PROCESO METODOLOGICO DEL ANALISIS DE SISTEMAS  
SEGUN E. S. QUADE**

Puestas así las cosas, pudiera pensarse que el análisis de sistemas poco aporta, pues no constituye más que una extensión o refinamiento del enfoque de beneficio-costos, aplicado desde los años 30's, con el añadido del enfoque de modelos.

Sin embargo, la extensión o refinamiento al que se ha hecho referencia tiene como propósito enfrentar dificultades tan fuertes e importantes como las que se mencionan a continuación:

- tener en cuenta la complejidad de los sistemas, esto es, no ver los proyectos u operaciones de manera aislada o marginal, sino en interconexión con otros proyectos o elementos, así como con su medio ambiente. De hecho, esta visión constituye uno de los sellos distintivos del análisis de sistemas;
- el tratamiento explícito de la incertidumbre y riesgo, que crecen conforme se avanza en el tiempo;
- considerar las reacciones de los afectados;
- analizar el impacto actual y futuro de los proyectos e integrarlos en el marco de una estrategia;
- considerar el caso de objetivos múltiples;
- evitar el descuido de factores no económicos y no dejar de lado los intangibles; etc

De esta forma, el análisis de sistemas puede definirse en términos amplios como un enfoque que plantea el *problema general de la asignación de recursos*, problema que ha llevado a una serie de innovaciones de carácter metodológico, conceptual, de técnicas y modelos, aunque siempre con un predominio del desarrollo de las técnicas y modelos por encima de lo conceptual o metodológico. Respecto a las ramas en que se han alcanzado resultados más significativos, destacan las siguientes: pronóstico, análisis de decisiones, análisis de riesgo e incertidumbre, programación y presupuestación, y simulación de sistemas.

#### ALGUNOS CUESTIONAMIENTOS

Ida R. Hoos (*Systems Analysis in Public Police*) y Robert Lilienfeld (*The Rise of Systems Theory*) presentan en sus obras un severo cuestionamiento acerca de los resultados prácticos que, al final de cuentas, se obtienen con el análisis de sistemas. Para ello, hacen acopio de una serie de casos (proyectos en materia de salud, impuestos, crimen, contaminación, recreación, planeación urbana, etc.) encontrando múltiples situaciones en que se incurre en vicios o errores como los siguientes: colección de grandes volúmenes de información que no se emplean; estudios que no revelan nada más de lo ya conocido; modelos cuyo manejo en equipos de cómputo resulta exorbitantemente costoso; predicciones no sólo erróneas sino ilógicas; recomendaciones que son inaplicables; reportes carentes de profundidad; y muchos otros más.

Con todo esto, llegan a conclusiones nada favorables acerca de la aplicabilidad del análisis de sistemas en la esfera social y advierten que gran parte del prestigio ganado por esta disciplina se debe a que generalmente se ocultan las muchas fallas y desastres en que se ha incurrido.

En el apartado 5.1., se hace un planteamiento complementario relacionado con algunas de las limitantes intrínsecas del análisis de sistemas, que no se tratan aquí, ya que dicha discusión será empleada como base para establecer el porqué de la necesidad y los propósitos de la denominada corriente de sistemas suaves.

Por último, debido a que es muy amplio el espectro de áreas a las que se aplica el análisis de sistemas y a lo variado de los desarrollos que se hacen, no debe sorprender que tal disciplina adquiera un sabor o estilo un tanto particular, dependiendo del autor que se considere.

### 4.3. Ingeniería de Sistemas

#### ORIGEN Y CARACTERISTICAS GENERALES

La ingeniería de sistemas surge y se desarrolla casi al mismo tiempo que el análisis de sistemas. Incluye, fundamentalmente, una exposición metodológica para el diseño y creación de grandes y complejos sistemas hombre-máquina.

Esta disciplina surge en los Laboratorios Bell (Bell Telephone Laboratories, Inc.), cuando sus ingenieros y científicos buscan establecer procedimientos estandar, a través de los cuales se trasladen los nuevos conocimientos de la investigación a aplicaciones prácticas.

Con tal propósito, en 1950 se comienza a impartir un curso de ingeniería de sistemas en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, en el que se combinan el estudio para la solución de problemas reales con la elaboración de material didáctico. Como resultado de los cursos y de la experiencia ganada en los Laboratorios, se obtiene la obra hoy clásica de la ingeniería de sistemas: *A Methodology for Systems Engineering*, de Arthur D. Hall, editada en 1962.

Poco antes, se habían editado otras obras entre las cuales destacan las siguientes: "Systems Engineering" de H. H. Goode y R. E. Machol (1957); "Systems: Research and Design", de D. P. Ekman (1961); "Systems Engineering for the Process Industries", de T. J. Williams (1961); "The Design of Engineering Systems", de W. Gosling (1962); y "Operations Research and Systems Engineering", de Flage, Huggins y Roy [editores] (1960). Sin embargo, como apunta P. Keys (30), la obra de Hall ocupa un lugar distinto al de sus contemporáneos por el grado de detalle y elaboración con el cual es discutido el proceso de la ingeniería de sistemas.

Hall ve a la ingeniería de sistemas como parte de una "tecnología creativa organizada" y como "el medio por el cual se intentan acortar las dilaciones entre un descubrimiento científico y sus aplicaciones, así como entre la aparición de una necesidad humana y la producción de nuevos sistemas que satisfagan esas

necesidades" (25, p. 25); propone un proceso metodológico en el que se estructuran secuencialmente planes, proyectos y programas de acción.

Así, la ingeniería de sistemas opera en el espacio que existe entre la investigación o la identificación de una necesidad y la manufactura o los negocios, por lo que debe tratar y desarrollar a la par los aspectos técnicos del diseño y las consideraciones económicas que justifiquen el proyecto, combinación que constituye la característica más relevante de esta disciplina.

Por otra parte, se señala que la ingeniería de sistemas más que ocuparse de un componente en particular (un teléfono, por ejemplo), tiene como centro de interés el estudio de sistemas físicos y organizacionales que involucran las interacciones de muchos componentes (una compañía o una red telefónica, en el mismo ejemplo).

Jenkins (29) pone lo anterior en los siguientes términos: "... la ingeniería de sistemas es la ciencia del diseño de sistemas complejos en su totalidad, para asegurar que los distintos subsistemas que lo componen sean diseñados, ajusten y operen de la manera más eficiente".

En resumen, la ingeniería de sistemas trata con el diseño y desarrollo de nuevos y complejos sistemas, combinando aspectos económicos y técnicos a un mismo tiempo y proponiendo un proceso metodológico que sirva para orientar las distintas etapas de trabajo, concepción que prácticamente no varía de autor a autor y que de hecho es la misma desde sus inicios hasta la actualidad.

#### **EL ENFOQUE DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS**

El problema básico del análisis de sistemas consiste en definir cuál es la mejor alternativa de un conjunto para satisfacer un objetivo dado, mientras que en la ingeniería de sistemas éste sería un subproblema, ya que cubre un trabajo total que incluye la concepción, diseño, evaluación e implantación del sistema bajo consideración (figura 5).

La metodología propuesta por Hall se estructura en cinco fases que se describen en el cuadro 4: estudio de sistemas, plan exploratorio, plan de desarrollo, estudios durante el desarrollo y prosecución técnica.

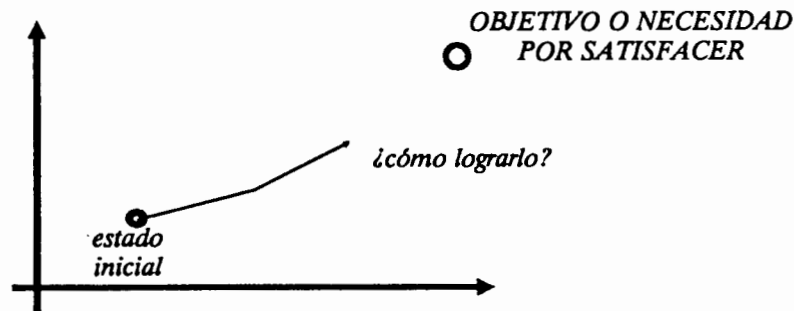


Figura 5. PROBLEMA CENTRAL DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS

<p><b>FASE 1</b></p> <p><b>Estudio de sistemas</b></p>	<p>Se persiguen dos objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) lograr la armonía en el programa total de trabajo, y</li> <li>b) crear la base de información para la planeación de proyecto específicos.</li> </ul> <p>Incluye el estudio de factores tales como proyectos presentes y futuros, datos de costos, mercado, factores de rendimiento, etc</p>
<p><b>FASE 2</b></p> <p><b>Plan exploratorio</b></p>	<p>El estudio se enfoca hacia un proyecto o problema particular, con seis funciones correlacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) determinación del problema: esencialmente definir la necesidad por satisfacer (requisitos del consumidor, condiciones económicas, políticas, tamaño del mercado, etc.)</li> <li>b) selección de objetivos: la definición del conjunto de criterios y valores con los que se juzgarán los sistemas alternativos.</li> <li>c) síntesis del sistema: identificación de las distintas alternativas</li> <li>d) análisis del sistema: determinación de las consecuencias de las distintas alternativas y valoración conforme a los objetivos</li> <li>e) selección del sistema</li> <li>f) comunicación de resultados</li> </ul>
<p><b>FASE 3</b></p> <p><b>Plan de desarrollo</b></p>	<p>Tomada la decisión acerca de la conveniencia de un proyecto, se elabora un plan de acción para su ejecución.</p>
<p><b>FASE 4</b></p> <p><b>Estudios durante el desarrollo</b></p>	<p>Incluye la actividad de diseño detallado de la alternativa hasta contar con un prototipo del sistema.</p>
<p><b>FASE 5</b></p> <p><b>Prosecución técnica</b></p>	<p>Realización del sistema y monitoreo para su ajuste o modificación, acorde con los resultados obtenidos.</p>

**Cuadro 4. FASES DE LA INGENIERIA DE SISTEMAS**  
 ELABORADO CON BASE EN LOS PLANTEAMIENTOS DE A. D. HALL

Sin embargo, al revisar la obra de Hall, es posible apreciar que su principal interés y, por tanto, sus principales aportes están puestos en el plan exploratorio.

Una de las obras en que se da un tratamiento más amplio a los problemas de diseño y desarrollo es la Blanchard y Fabrycky (11), autores que conciben a la ingeniería de sistemas de acuerdo con las siguientes funciones:

- a) identificación de la necesidad
- b) planeación del sistema
- c) investigación
- d) diseño
- e) producción y/o construcción
- f) evaluación
- g) uso del sistema y soporte logístico

Estos autores hacen particular énfasis en la cuarta de estas funciones, que a grandes rasgos incluye:

- diseño de los requerimientos
- diseño conceptual
- diseño preliminar
- diseño de detalle
- diseño del soporte logístico
- desarrollo del prototipo

La metodología de la ingeniería de sistemas ha ganado gran aceptación en la concepción, diseño y construcción de sistemas físicos de muy distinta índole, tales como presas, aeropuertos, redes de distribución, plantas manufactureras, etc. Lo que genéricamente se denomina como sistemas de gran escala.

## CAPITULO 5

# La corriente de los sistemas suaves

La corriente de sistemas suaves surge en la década de los 70's y agrupa una serie de autores como P. B. Checkland (Metodología de Sistemas Suaves), C. W. Churchman (Métodos de Inquirir), R. L. Ackoff (Planeación Interactiva); C. Eden (Mapeo Cognoscitivo), R. O. Mason e I. I. Mitroff, entre los más importantes. Estos autores, en general parten de algunas consideraciones acerca de las limitantes o puntos débiles de los enfoques de sistemas duros para formular sus propuestas.

La denominación de sistemas duros y sistemas suaves se debe a Checkland, quien emplea el primer término para referirse a la investigación de operaciones, análisis de sistemas e ingeniería de sistemas, mientras que el segundo lo aplica inicialmente a su propio trabajo; sin embargo, esta forma de referencia en poco tiempo gana aceptación y el término de sistemas suaves también cubre el trabajo de otros autores, cuyos planteamientos guardan cierta similitud con los de Checkland.

### 5.1. Limitantes de los Enfoques de Sistemas Duros

En un primer nivel de aproximación, existe una fuerte semejanza respecto al problema que se plantea en la investigación de operaciones, análisis de sistemas e ingeniería de sistemas, el cual, expuesto en forma simple, consiste en definir cuál es el mejor medio para satisfacer determinado fin.

Esta concepción trae a la mente uno de los planteamientos clásicos de Ackoff (2, p. 30):

*Las condiciones mínimas necesarias y suficientes para la existencia de un problema son:*

- 1) un individuo que tiene el problema: el tomador de decisiones*
- 2) un resultado deseado por el decisor: el objetivo*
- 3) al menos dos cursos alternativos de acción con desigual eficiencia*
- 4) un estado de duda acerca de qué selección hacer*
- 5) un ambiente o contexto del problema*

La investigación de operaciones se dedica a la construcción de un modelo para apoyar la toma de decisiones; el análisis de sistemas a hacer una valoración amplia de los costos y beneficios de las distintas alternativas; y la ingeniería de sistemas a los diseños que permitan la creación de un sistema físico.

En el caso de los enfoques de sistemas suaves, se argumenta que muchos problemas no pueden tratarse en esta forma, ya que las situaciones son más inciertas y tan sólo establecer qué se desea constituye en sí un problema.

Así, al enfrentar un problema, existe con frecuencia un mayor o menor grado de incertidumbre en cuanto a los fines que se persiguen, que en el extremo pueden resultar nebulosos, demasiado cualitativos (mejorar la imagen) y hasta equívocos o contradictorios. También es común encontrar que no se conozca con el detalle suficiente al sistema bajo estudio, de tal suerte que no hay una idea clara de cuál es la razón de las deficiencias observadas y qué posibilidades reales existen de que se modifique. Por tal motivo, se plantea que más que tratar con problemas, se trata con estados de desorden o embrollos\* que provocan insatisfacción, perplejidad o apuro; estados que en general se caracterizan por ser complejos, complicados, ambiguos, resultado de ambientes dinámicos, etc.

Este tipo de argumentos lleva a los autores de la corriente de sistemas suaves no tanto a hablar de modelos de optimización, valoración de consecuencias o del diseño de alternativas, sino más bien a elaborar una metodología para conocer la situación y en el curso definir objetivos, recursos disponibles, restricciones,

---

\* Checkland habla de problemas no estructurados, Ackoff de estados de desorden, Mason y Mitroff de problemas malvados, etc.



alternativas, etc., para sobre esta base recomendar los cambios y acciones más convenientes.

Otro cuestionamiento a los enfoques de sistemas duros y que da pie a la segunda y tal vez más importante característica de los enfoques de sistemas suaves, consiste en señalar que no es aceptable poner todo en manos de un decisor. En muchos casos, no es válido suponer que existe un decisor bien informado, quien, a la manera de un dictador benevolente, estime las utilidades, preferencias e intereses de todos los miembros y que una vez tomada la decisión, sea capaz de implantarla hasta sus últimas consecuencias.

Esta postura es ajena a la naturaleza humana y cultura organizacional, ya que no refleja la toma de decisiones como un proceso de poder, política y estilo personal, de tal suerte que las grandes decisiones no son tomadas por una persona o grupo singular, sino el resultado de negociaciones, convencimiento, compromisos, etc., entre representativos de distintos puntos de vista. Por esta razón, en los enfoques de sistemas suaves se intenta una visión plural de los problemas, incorporando términos y actividades como participación, consenso, debate, actores, subsistemas con objetivos propios, problemas de humanización, valores, etc.

El tercer aspecto distintivo de los sistemas suaves es su intento por incorporar elementos conductuales y sociales, aunque sus logros todavía son escasos.

En resumen, las características más relevantes de los enfoques de sistemas suaves son:

- a) el énfasis en el proceso metodológico de investigación de las situaciones problemáticas, buscando antes que nada el aprendizaje;
- b) el manejo plural de los problemas; y,
- c) el intento de incorporar aspectos conductuales y sociales.

## 5.2. Planeación Interactiva. Russell L. Ackoff\*

En la propuesta de Ackoff resalta la discusión sobre los siguientes puntos: la necesidad del enfoque de sistemas, el importante papel que juega la manera en que se concibe al futuro y las características que debe reunir el esfuerzo de planeación, temas que se exponen a continuación.

### ANÁLISIS VS. SÍNTESIS

De acuerdo con Ackoff, el creciente desarrollo tecnológico asociado con otros factores como la mayor complejidad social, ha traído como consecuencia que las crisis se generen con mayor rapidez y frecuencia, de tal suerte que ahora se vive una serie de cambios de índole revolucionaria en las esferas económica, política y social. En este contexto se han requerido -y, de hecho, han surgido- nuevos conceptos y formas de ver al mundo, de manera tal que la sociedad se encuentra en los albores de una revolución intelectual, la era de los sistemas, a la que equipara con soberbia al Renacimiento.

Dice que la Segunda Guerra Mundial marca el principio del fin de la edad de las máquinas, en la que el hombre aplica el proceso de análisis para entender su mundo.

Este proceso consta de tres etapas:

- a) dividir en partes lo que se desea comprender,
- b) tratar de entender cómo trabajan esas partes, y
- c) reunir el conocimiento de las partes para entender el comportamiento y propiedades del todo.

A su vez, para entender las partes se procede a subdividirlas tantas veces como sea necesario, posiblemente hasta llegar a partes últimas (células, átomos, elementos químicos, instintos básicos, etc.), en la creencia de que los eventos y los objetos, sus propiedades y el entendimiento pueden ser construidos a partir de elementos básicos (reduccionismo), cuya interacción se estudia con base en relaciones causa-efecto (mecanicismo) y donde las causas son necesarias y suficientes para los efectos (determinismo).

---

\* Otros autores que se identifican con esta postura son Hassan L. Ozbekhan y Wladimir Sachs

Contrapuesto a ello, el pensamiento sintético o sistémico parte de la idea de que un sistema es un conjunto de elementos que exhibe las siguientes características:

- las propiedades o el comportamiento de cada elemento del conjunto tienen un efecto en las propiedades o comportamiento del todo.
- las propiedades o el comportamiento de cada elemento y la forma en que afectan al todo dependen de las propiedades y comportamiento de al menos otro elemento del conjunto.
- cada subgrupo posible de elementos del conjunto exhibe las dos primeras propiedades.

En consecuencia, un sistema es divisible desde el punto de vista estructural e indivisible desde la perspectiva funcional, ya que los subconjuntos son interdependientes. Sobre esta base, en el pensamiento sintético existe la tendencia a ver las cosas como parte de sistemas mayores (expansionismo), más que como todos que se deban descomponer, lo que da pie al siguiente método:

- a) el todo que se desea entender es conceptualizado como parte de un todo mayor;
- b) se busca conocer el comportamiento y características del todo mayor;
- c) el todo se explica en función del papel que desempeña en el todo que lo contiene.

Por lo que se refiere a la relación determinística causa-efecto, Ackoff adopta una alternativa que expresa como una relación productor-producto. La diferencia básica radica en que un productor es sólo necesario para su producto, en razón de que también influyen otros productores: una bellota es necesaria pero no es suficiente para un roble, pues también son necesarias condiciones de suelo y clima.

Esto le permite desarrollar un sistema conceptual en el que pueden tratarse operacionalmente aspectos como albedrío, elección, objetivos, propósitos, etc, en el que los fenómenos se explican no sólo por lo que les provoca, sino también por el efecto que se desea producir (teleología); quien, pensando en el roble, sembró y regó la semilla.

Así, lo que en el pensamiento analítico es el todo, en el sintético pasa a ser parte y las doctrinas del reduccionismo y mecanicismo son complementadas y

reemplazadas parcialmente por las del expansionismo y la teleología. Ackoff advierte que una postura no suplanta a la otra, sino que son formas diferentes y compatibles de estudiar un mismo objeto o sistema.

Esta posición la lleva al campo de la solución de problemas, en el que hace las siguientes advertencias:

- los problemas no están dados al decisor; lo que éste en realidad experimenta son situaciones problemáticas de las cuales abstrae dichos problemas.
- los problemas no existen aislados sino que interactúan, esto es, forman un sistema de problemas y, por ello, no pueden resolverse por separado.
- los problemas son de naturaleza cambiante y su solución produce nuevos problemas.

Crea entonces el concepto de estados de desorden (messes) para englobar este tipo de situaciones y enfatiza que su manejo escapa de los enfoques que parcializan la realidad, con lo que hace ver la necesidad de un enfoque de sistemas.

#### **DISEÑO IDEALIZADO**

Tal vez la característica más relevante del enfoque de planeación propuesto por Ackoff, sea la manera en que considera a la solución de problemas y al futuro.

Argumenta que resulta de mayor valor orientarse por lo que se desea que concentrarse en remover lo que disgusta, entre otras razones porque esto último no garantiza el logro de lo primero. Así mismo, señala que deben ser los fines los que determinan a los medios y no los medios a los fines.

Conforme a ello, define a la planeación como aquella actividad que consiste primero en diseñar un estado deseado, para luego seleccionar o crear los medios que permitan su logro hasta donde ello sea posible.

El diseño idealizado del sistema es aquella representación explícita de lo que los diseñadores tendrían ahora mismo si pudieran obtener todo lo que quisieran, en cuya elaboración sólo se admiten las siguientes restricciones:

- i) debe ser tecnológicamente factible; no se excluyen extensiones de la tecnología actual o innovaciones, pero tampoco se permite llevar el diseño a un ejercicio de ciencia ficción.
- ii) debe ser operacionalmente viable; si el sistema llegara a existir, debe sobrevivir.
- iii) también, y de manera inevitable, este diseño está sujeto a restricciones adicionales derivadas de la falta de información, conocimiento, imaginación y discernimiento, así como cambios ambientales y de valores; por ello, siempre será incompleto e imperfecto y, por tanto, no debe ser considerado inamovible, sino sujeto a una continua revisión.

En cuanto a las ventajas que ofrece la elaboración de un diseño idealizado, a continuación se citan las más significativas:

- En la planeación es común que los esfuerzos se concentren en identificar y remover las deficiencias del sistema, lo que con frecuencia hace pasar por alto consecuencias negativas de mediano y largo plazo. Así mismo, al enfocarse en cada una de las deficiencias, no se toma en cuenta que éstas son producto de combinaciones de problemas, por lo que las soluciones que se ofrecen carecen de efectividad. Gracias al diseño idealizado hay más posibilidades de que se consideren efectos positivos y negativos de corto, mediano y largo plazo y de que se descubra el conjunto de acciones requeridas para modificar realmente la situación.
- Permite una amplia participación en su elaboración, ya que no se requiere de ninguna habilidad especial y es, incluso, una actividad un tanto recreativa. Esta participación lleva a tener una mayor conciencia, comprensión y compromiso al conocer la opinión de otros.
- Propicia la creatividad al relajarse restricciones que la inhiben, como es el limitarse a lo que de antemano se considere permitido.
- Se genera más fácilmente el consenso; ya que es más sencillo convenir en lo que se quiere que en lo que se está dispuesto a hacer o es más importante cambiar.

Como resultado de todo lo anterior, las fronteras de lo que se considera como factible se ven ampliadas y se da un paso firme para lograr la transformación profunda del sistema.

Una forma interesante y atractiva con la que refuerza la conveniencia del diseño idealizado, resulta de considerar las actitudes típicas del directivo ante la planeación y la solución de problemas, que para Ackoff son las siguientes:

**Inactivismo:** los que van con la corriente procurando que no se mezca el barco.

**Reactivismo:** los que van contra la corriente al preferir lo ya conocido.

**Preactivismo:** los que no van con la corriente ni contra ella, sino que tratan de viajar delante para prepararse mejor.

**Interactivismo:** los que no resisten a la corriente ni viajan con ella, como tampoco procuran adelantarse; su propósito es encauzarla hacia lo que se desea.

El cuadro 5 contiene una descripción mas detallada de las características de estos personajes, que por cierto es muy sugerente respecto a lo que cotidianamente se vive en las organizaciones.

#### **PLANEACION INTERACTIVA**

Ackoff concibe a la planeación como aquella actividad que consiste en diseñar un futuro deseable y hallar la manera de avanzar hacia él del modo más efectivo posible. A esta forma de planeación, la llama interactiva.

Para el autor existen cuatro principios operativos que debe considerar la planeación: principio de participación, principio de continuidad, principio de coordinación y principio de integridad.

**Principio de participación.** El beneficio más importante de la planeación no se deriva del uso del producto (el plan) sino de la participación en su elaboración. Los participantes llegan a entender a su organización, su ambiente, y cómo pueden mejorar el desempeño del conjunto, no sólo la parte. El planeador profesional debe entonces sólo facilitar este proceso, para que los implicados planifiquen por si mismos.

**Principio de continuidad.** Todos los planes se basan en una gran cantidad de supuestos, además de que las organizaciones y su ambiente cambian continuamente, por ello los planes deben estar sujetos a una continua revisión para su adaptación o cambio.

**Principios de coordinación e integración.** Dada la interdependencia entre las partes y niveles de la organización, es necesario contemplar la coordinación entre áreas y la integración entre niveles.

**Cuadro 5.**  
**ACTITUDES ANTE LA PLANEACION Y LA SOLUCION DE PROBLEMAS**

INACTIVISMO	REACTIVISMO	PREACTIVISMO	INTERACTIVISMO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• se encuentran satisfechos en cómo están y van las cosas .</li> <li>• son conservadores; buscan la estabilidad y la supervivencia</li> <li>• demandan que todas las decisiones se tomen "arriba"</li> <li>• utilizan palabras en lugar de acción y producen documentos de política, informes, etc.</li> <li>• para todo asunto forman comités, consejos, juntas, comisiones, etc., con responsabilidades ambiguas</li> <li>• objetan los cambios aduciendo carencias de personal y de recursos</li> <li>• sólo reaccionan ante amenazas y no ante oportunidades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prefieren un estado anterior al que se encuentran, pues creen que las cosas van de mal en peor</li> <li>• se orientan por remedios y no por aspiraciones</li> <li>• su reacción a los cambios es "ya se intento" y "no sirve"</li> <li>• confían todo al sentido común, la intuición y la experiencia.</li> <li>• dan gran valor a la inmovilidad y la madurez</li> <li>• buscan soluciones "probadas y confiables"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no se conforman con cómo están o estuvieron las cosas; creen que el futuro será mejor y que el grado de mejoría depende de lo bien que se preparen para él.</li> <li>• tratan de predecir y preparar</li> <li>• desean crecer y mejorar</li> <li>• están preocupados tanto por amenazas como por oportunidades.</li> <li>• se basan en la lógica y la ciencia más que en el sentido común y la experiencia</li> <li>• buscan cambios dentro del sistema, no cambios del sistema</li> <li>• son reformistas, no revolucionarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• no se conforman con el estado actual ni con la forma en que las cosas se desarrollan, como tampoco en cómo estuvieron.</li> <li>• diseñan el futuro que se desea e inventan formas de acercarse a él</li> <li>• no sólo explotan las oportunidades; tratan de crearlas.</li> <li>• están dispuestos a modificar la estructura, funcionamiento, organización y personal de un sistema.</li> <li>• se apoyan en la lógica y la ciencia, tanto como en la experiencia y la intuición.</li> <li>• son radicales</li> </ul>
<p><i>No creen en la planeación</i></p>	<p><i>No creen en la planeación</i></p>	<p><i>Hacen planes para el futuro; no planifican su futuro propio</i></p>	<p><i>Diseñan el futuro que se desea y planean cómo acercarse a él.</i></p>

Para llevar a cabo la planeación, el autor sugiere un proceso que consta de cinco fases, aunque advierte que están interrelacionadas y por tanto pueden ocurrir en otro orden o simultáneamente, además de que en la planeación continua ninguna se completa nunca. Estas fases son:

**1. Planeación de fines.**

En esta fase se determina lo que se quiere por medio de un diseño idealizado del sistema. De ahí se derivan ideales, objetivo y metas. Las metas son resultados que se esperan dentro del período de planeación; los objetivos, a diferencia de las metas, no pueden ser obtenidos dentro de ese período sino posteriormente, aunque se espera un progreso hacia su consecución; los ideales son inalcanzables, pero se cree posible avanzar hacia ellos durante y después del período de planeación.

**2. Planeación de medios.**

Esta fase busca definir cómo alcanzar los fines propuestos. Incluye acciones individuales, prácticas (acciones repetidas), programas (combinación de acciones dirigidas al logro de una o varias metas), estrategias (secuencias de acciones o programas para la consecución de un objetivo) y políticas (reglas para seleccionar los tipos de medios).

**3. Planeación de recursos.**

Define qué recursos se requieren, cómo obtenerlos y cómo se distribuyen.

**4. Planeación de la organización.**

Diseña o rediseña la organización que va a llevar a la práctica el plan.

**5. Implantación y control.**

Establece los pasos para la implantación del plan y la forma de mantener y mejorar al mismo.



### 5.3. Métodos de Inquirir. C. West Churchman

Intentar describir el trabajo de Churchman en unas cuantas líneas no sólo es difícil sino imposible. Ello se debe a que con gran habilidad pasa de lo que parece mera especulación filosófica a la discusión de lo cotidiano, lo casi trivial; sin embargo, durante el trayecto formula una serie de cuestionamientos que ponen en tela de juicio mucho de lo que se daba por cierto, por ya conocido.

Su propósito es poner a consideración hasta qué punto es posible lograr una real mejora en los sistemas, organizaciones, y, en general, en la sociedad haciendo uso del intelecto humano y, en su caso, definir cuál es el medio de investigación y aprendizaje del que habrá de hacerse uso.

Churchman busca respuesta a estas grandes interrogantes a través del análisis de las principales corrientes de la teoría del conocimiento. Así, empirismo, racionalismo, criticismo, dialéctica y pragmatismo, representados por Leibniz, Locke, Kant, Hegel y Singer\*, respectivamente, son empleados para dilucidar las limitantes básicas y el sentido de las distintas formas del pensamiento.

No se apoya en una narración precisa de cada corriente epistemológica, sino que las discute a la luz de una serie de preguntas concretas relacionadas con el diseño de sistemas y a través de ellas muestra que dichas corrientes son insuficientes dada la ausencia de respuestas totalmente válidas o inválidas. La siguiente definición, elaborada por él mismo, ilustra de manera excelente su conclusión: "...el enfoque de sistemas realmente consiste en un debate continuo entre distintas formas de pensar respecto a la sociedad."

Añade que lo racional tiene como límite lo "irracional" (moral, política, religión, subjetividad, etc.), ya que los "irracionales ciudadanos" con frecuencia no se sujetan a los estándares que como planificador se habían supuesto.

Este tipo de argumentaciones provoca un gran desconcierto en el lector, que en lugar de obtener de manera inmediata un mayor conocimiento acerca del enfoque de sistemas, comienza a dar más crédito a una "teoría de la decepción",

---

\* Edward Singer, discípulo de William James y, a su vez, maestro de Churchman.

aunque posteriormente se dará cuenta que su entendimiento empieza a ser más pleno, como resultado de la profunda reflexión a que ha sido llevado.

Autores como Mason y Mitroff han contribuido a llevar al terreno de lo metodológico las ideas de su maestro, a partir de una mezcla dialéctico-pragmática, por la que Churchman se inclina, aunque no abiertamente.

Cabe señalar que la forma en que se concibe la dialéctica es un tanto particular, ya que es considerada como el conflicto que surge de posturas contrarias (tesis y antítesis) y que se resuelve (síntesis) mediante la argumentación y debate.

#### **5.4. Metodología de Sistemas Suaves. Peter B. Checkland**

Uno de los autores que en la actualidad goza de un mayor reconocimiento es Peter B. Checkland, gracias a las novedosas formas de estudio que ha planteado, destacan sus aportaciones metodológicas y conceptuales para la definición del sistema bajo estudio (modelo conceptual) y el uso que da a éste en la investigación de una situación problemática.

##### **NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS Y DE LA SOLUCION DE PROBLEMAS**

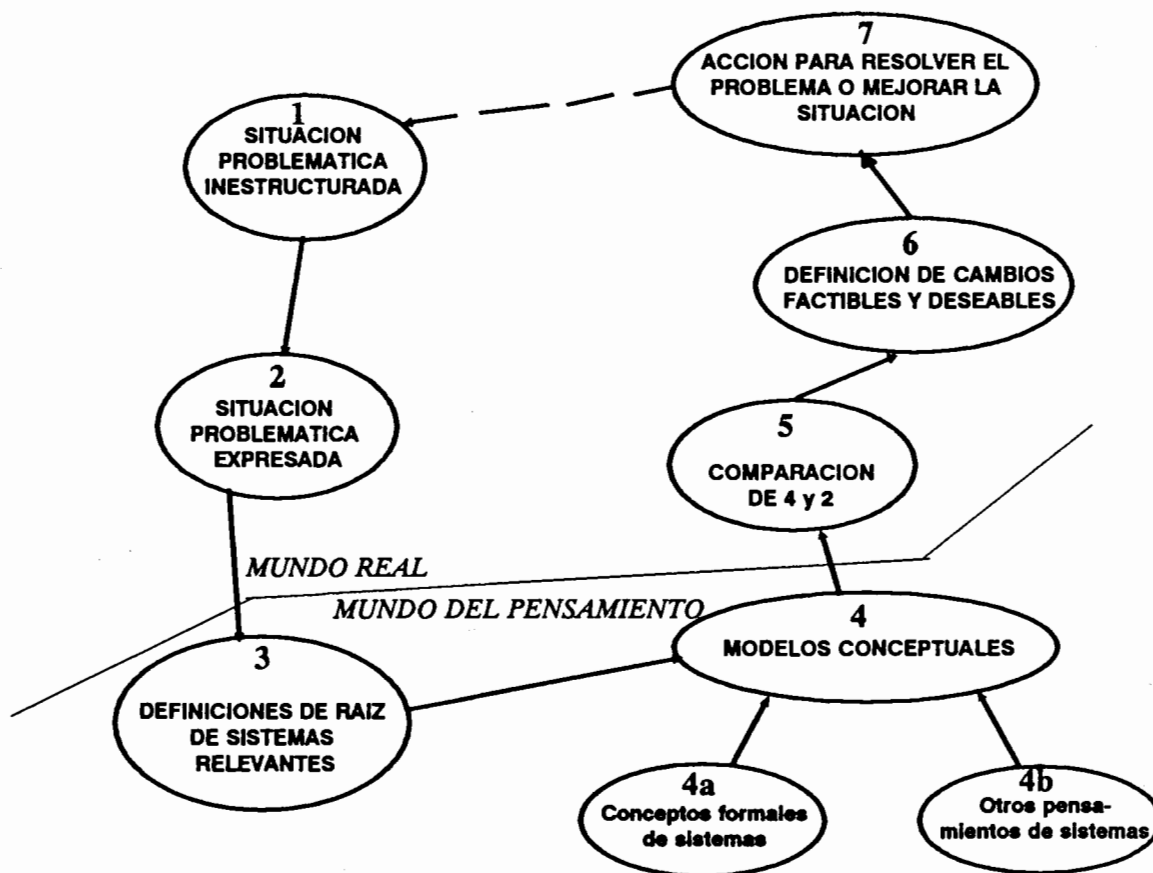
Checkland hace una distinción entre problemas estructurados y problemas mal estructurados o problemas del mundo real. Los primeros consisten en seleccionar o diseñar un curso de acción para cumplir con un objetivo definido (o que puede definirse sin grandes dificultades). En cambio, en los problemas mal estructurados el definir cuál es el problema a resolver constituye en sí un problema, ya que el punto de partida generalmente es una situación en la que se juzga o se "siente" que hay un desajuste entre lo que existe y lo que se piensa que debería existir. Y si bien estas situaciones problemáticas se reconocen de manera inmediata, eluden una definición precisa.

Así, la metodología de sistemas suaves no se orienta a indicar en exclusiva cómo mejorar una situación sino también a definir qué es lo que debe mejorarse, de tal modo que el establecer cuál es el problema que se enfrenta constituye una parte importante de la estrategia de solución.

Por otra parte, Checkland indica que en lugar del término solución de problemas es más apropiado hablar de un alivio de las situaciones, dado que los problemas del mundo real son multivariados y que, con el tiempo, se modifican tanto su naturaleza como la percepción que de ellos se tiene.

**METODOLOGIA DE SISTEMAS SUAVES**

Esta metodología está constituida por un mosaico de actividades (figura 6), a través de las cuales se gana conocimiento acerca de la situación y se exploran los posibles cursos de acción.



**Figura 6 METODOLOGIA DE SISTEMAS SUAVES**

Dentro de la metodología de sistemas suaves, se conciben dos tipos de actividad: en las etapas 1, 2, 5, 6 y 7 hay interacción con las personas involucradas en la situación, mientras que las etapas 3 y 4 tienen un carácter conceptual.

En particular, en las etapas 1 y 2 se busca contar con una descripción amplia del sistema y de la situación problemática, a través de la opinión de personas relacionadas con la situación.

Las etapas 3 y 4 (definición de raíz y modelo conceptual, respectivamente) constituyen el corazón de la metodología de Checkland; su propósito es definir los aspectos esenciales del sistema, así como el conjunto de actividades que, a partir de la lógica, se requieren para que el sistema cumpla con su función.

En términos generales, la definición de raíz es una descripción breve y precisa de lo que se considera que es el sistema y que, de acuerdo con la situación problemática estudiada, se considera relevante. Busca respuesta a las siguientes interrogantes:

*¿qué hace el sistema?  
¿quiénes ejecutan las actividades?  
¿quién decide?  
¿a quién beneficia o perjudica?  
¿qué restricciones existen? y  
¿desde qué punto de vista se le está considerando?*

El uso de la palabra considera es intencionado, ya que la realidad es muy rica y compleja, y de ella el observador extrae sólo una parte que responde al propósito o interés que tenga. En otras palabras, no se propone elaborar una descripción de la realidad misma, sino ciertas construcciones mentales que habrán de emplearse para estudiarla.

De este modo, una cárcel puede ser concebida como un centro de rehabilitación, como la "universidad del crimen", como un instrumento de represión, como un medio de protección a la sociedad, etc., de manera tal que se hace necesario seleccionar aquella visión o visiones que se consideren relevantes de acuerdo con la situación problemática (por relevante no debe entenderse deseable ni de mayor jerarquía, sino simplemente relacionado con el problema).

Una vez que se ha determinado qué es el sistema a través de la definición de raíz, se formulan los modelos conceptuales de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a) establecer el conjunto de actividades primarias o generales que, desde un punto de vista lógico, se requieren para llevar a cabo el proceso de transformación contenido en la definición de raíz.
- b) establecer las relaciones entre las distintas actividades (relaciones de dependencia lógica y flujos de información, materiales, financieros, etc.) (fig. 7).
- c) desarrollar en subsistemas hasta alcanzar el nivel de detalle requerido (fig. 8).
- d) también puede requerirse de la elaboración de una versión de "nombres" del modelo conceptual. Por ejemplo, si el propósito es diseñar un sistema de información, se pregunta para cada actividad o subactividad lo siguiente: ¿qué información se requiere? ¿cuál es la fuente?, ¿en qué forma se requiere? y ¿con qué frecuencia?

El papel que desempeñan estos modelos es análogo al del esquema de circuitos de un aparato electrónico, el cual es de gran valor para que el técnico responsable identifique las fallas del mismo y haga los cambios pertinentes, con la diferencia de que en la solución de problemas no existe ningún esquema preelaborado.

Con la participación de los interesados, en la etapa 5 se comparan los modelos conceptuales con lo que en la realidad se practica; su finalidad es identificar qué diferencias existen y cuál es la razón de las mismas. Este uso de los modelos permite conducir la investigación en forma más amplia y más ordenada, además de que hace explícitas algunas concepciones intuitivas. Todo esto contribuye a lograr mejores condiciones para la comunicación, entendimiento y debate entre los distintos involucrados en la situación problemática.

Una vez que se ha hecho tal comparación, en la etapa 6 se plantean los posibles cambios que pueden ir desde un modesto ajuste hasta el diseño e implantación de nuevos sistemas. Los cambios deben satisfacer dos requisitos: ser deseables y factibles, lo cual, en apariencia, es un tanto simple pero que en la realidad no siempre es fácil cumplir.

Finalmente, en la etapa 7 se procede a la implantación; en ella, puede suceder que se logre lo esperado, que se alivie la problemática original pero emerjan nuevos problemas, que la actividad misma de implantación sea problemática, etc. En caso de nuevos problemas, se vuelve a la etapa 1.

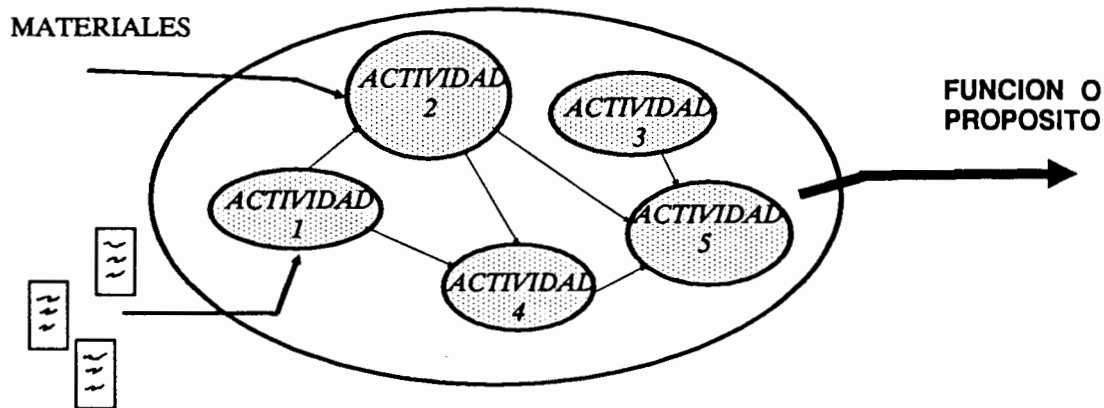


Figura 7. ILUSTRACION DE UN SISTEMA DE ACTIVIDADES

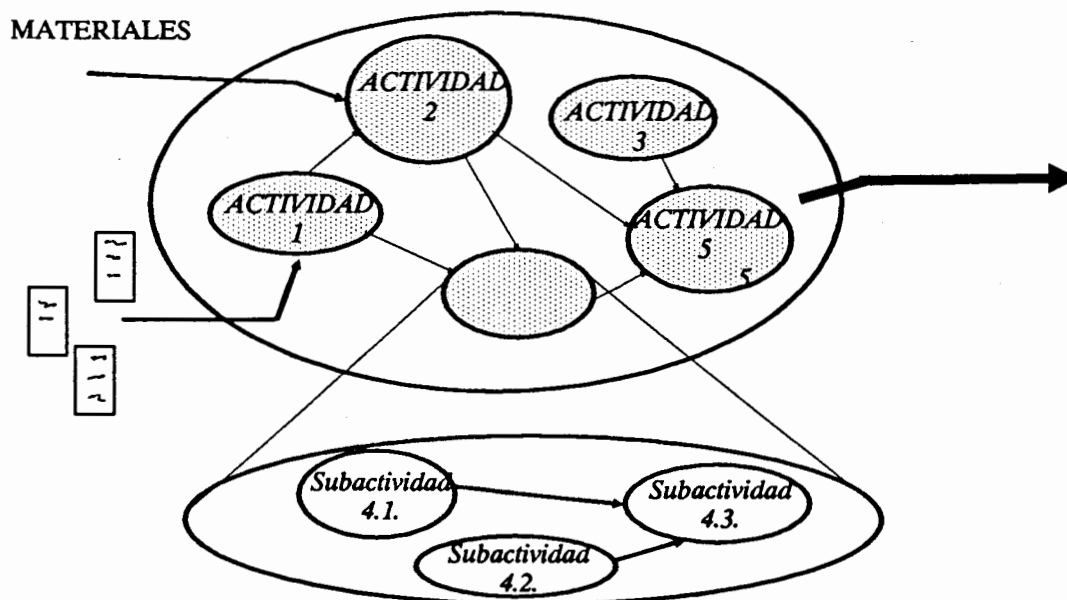


Figura 8. ILUSTRACION DE UN SISTEMA DE ACTIVIDADES  
(2do. nivel de desarrollo)

## 5.5. Algunas Consideraciones Acerca de la Corriente de Sistemas Suaves

No cabe duda que la obra de muchos de los autores de la corriente de sistemas suaves puede calificarse no sólo de interesante, sino hasta de ser un tanto seductora, lo cual ha influido en que ganen parte del reconocimiento que hoy disfrutan.

Tal atractivo radica en que, con gran habilidad expositiva, hacen aparecer los principios básicos de sistemas y a sus propias ideas y esquemas metodológicos como innegablemente ciertos, sumamente ambiciosos y de una importancia vital para todo aquél que se dedica a la solución de problemas; a esto, suman el argumento de que sus propuestas han probado dar buenos resultados en un gran número de casos.

Sin dejar de reconocer los méritos y aportaciones de cada autor, es necesario advertir un peligro: parece que en lugar de una metodología se ofrece un conjunto de reglas garantizadas para alcanzar el éxito. Esto trae como consecuencia que se les sobreestime y se forme una falsa imagen de la solución de problemas.

En atención a lo antes descrito es que se consideró conveniente hacer las siguientes acotaciones:

Primera: cualquier esquema se debe emplear flexiblemente como guía y no dogmáticamente, ya que sólo contiene procedimientos de orden general que ante cualquier problema específico deben revisarse para adecuarse a las circunstancias del momento (disponibilidad de tiempo, recursos, información, personal, apoyo de los directivos, etc.) y sobre todo, para cubrir sus particularidades. Esto demanda un importante esfuerzo, donde la experiencia, habilidad e ingenio del responsable juegan un papel definitivo.

Lo anterior cobra especial importancia si se tiene en cuenta que a veces no se pasa de planteamientos simplistas.

Segunda: resulta negativo hacer pensar que las metodologías tienen una validez universal, esto es, que son aplicables en todo tipo de problema. El diseño idealizado de Ackoff nunca podrá llevarse a la práctica cuando se enfrenta una severa crisis que pone en peligro la existencia misma de la organización. Tampoco debe aceptarse, como lo propondría Ccheckland,

que cualquier problema sea investigado y resuelto en términos de las relaciones funcionales que se dan en el sistema (algunos contraejemplos son el de la drogadicción, una negociación contractual, la corrupción, ciertas formas funestas de dominación, etc.), cuya componente social hace ingenuo el querer reducirlos a arreglos funcionales, por elaborados que sean.

Tercera: el énfasis puesto en los aspectos conceptual y metodológico llega a tal grado que parece superfluo todo manejo cuantitativo, es decir existe un marcado desbalance entre técnicas y procedimientos.

Cuarta: respecto al gran número de casos que plantean haber resuelto, convendría distinguir cuánto se debe a su capacidad personal y cuánto a sus esquemas.

Quinta: es fácil aceptar que es bueno contar con una amplia y abierta participación de todos aquéllos que se relacionan con el problema y que las decisiones sean resultado de un proceso donde se alcance el consenso. Sin embargo, no puede ignorarse por completo la realidad organizacional, donde existe una lógica interna que hace que algunos participantes tengan poder sobre otros; que no siempre se permite la participación plural; que existen soluciones de compromiso más que de consenso, etc. En resumen, las decisiones no son resultado de una investigación abstracta para el conocimiento, sino actos políticos que se siguen después de haber calculado una serie de consecuencias, donde el bien común sólo es uno de los ingredientes.

Sexta: en cierta forma y como extensión de lo que se describe en el anterior punto, no puede aceptarse que a la luz del diseño de un futuro deseado o de otros medios se produzcan cambios radicales y fundamentales.

Hay problemas de carácter estructural que son resultado de grupos con diversos intereses y es difícil pensar que un grupo dominante ceda ventajas a cambio de un objetivo común. En todo caso, cabe esperar que haga uso del poder para reforzar su posición.

Este tipo de problemas se han dejado fuera de la visión de sistemas suaves no por raros sino porque no pueden sucumbir al remedio de una simple metodología de investigación o concertación por buena y meritoria que sea.

Séptima: los enfoques dirigidos a la solución de problemas tienen un carácter complementario más que competitivo, ya que dependiendo del problema concreto que se enfrente es aplicable uno, otro, una combinación de varios o tal vez ninguno, por lo que carece de sentido buscar respuestas únicas. Así, por ejemplo, en un caso catalogado como suave porque se tienen objetivos en conflicto, es muy útil el uso de algún



enfoque cuantitativo que permita definir los efectos derivados de las políticas alternas.

En la práctica, lo que el analista requiere es moverse de los planos teóricos exclusivistas a enfoques contingentes -e incluso construir sus propios desarrollos gradualmente-, que contemplen diversos tipos de intervención de acuerdo con el problema que se estudie, se de cabida a trucos profesionales y se tenga siempre presente que la inspiración juega un papel muy importante.

El carácter crítico adoptado en esta exposición puede dar pie a creer que no se concede mérito a ningún trabajo. Pensar así sería erróneo, ya que se reconoce el notable valor de muchos de ellos; sin embargo, existe la convicción de que este valor será mayor en la medida que se tenga una mejor comprensión de sus contribuciones y se ubiquen sus límites.

Resta apuntar que ganar conocimientos no ofrece mucho si se carece de un genuino deseo de cambio. No pueden esperarse grandes resultados cuando un trabajo tiene por propósito sólo justificar decisiones tomadas de antemano, cuando se realiza con fines de promoción política o para conmemorar algún aniversario.

## Bibliografía

1. ACKOFF, Russell L. (1959) *Games, Decisions and Organization*, General Systems, V. 4, p. 145-150
2. ACKOFF, Russell L. (1962) *Scientific Method*, Wiley, New York
3. ACKOFF, Russell L. (1979) *The Future of Operational Research is Past*, Journal of the Operational Research Society, V. 30, No. 2, p. 93-104
4. ACKOFF, Russell L. (1979) *Resurrecting the Future of Operational Research*, Journal of the Operational Research Society, V. 30, No. 3, p. 189-200
5. ACKOFF, Russell L. (1981) *Rediseñando el Futuro*, Limusa, México
6. ACKOFF, Russell L. (1981) *Creating the Corporate Future*, Wiley, New York
7. ASHBY, R. (1956) *An Introduction to Cybernetics*, Chapman and Hall, London
8. ASHBY, R. (1960) *Design for a Brain*, Chapman and Hall, London
9. BERTALANFFY, Ludwig von (1972) *The History and Status of General Systems Theory*, en Klir (1972)
10. BERTALANFFY, Ludwig von (1980) *Teoría General de los Sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México
11. BLANCHARD, Benjamin S. y FABRYCKY, Walter J. (1981) *Systems Engineering and Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
12. CHECKLAND, Peter B. (1979) *The Shape of the Systems Movement*, Journal of Applied Systems Analysis, V. 6, p. 129-135
13. CHECKLAND, Peter B. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, Chichester

14. CHECKLAND, Peter B. (1983) *O. R. and the Systems Movement: Mapping and Conflicts*, Journal of the Operational Research Society, V. 34, No. 8, p. 661-675
15. CHECKLAND, Peter B. (1985) *From Optimizing to Learning: A Development of Systems Thinking for the 1990's*, Journal of the Operational Research Society, V. 36, No. 9, p. 757-787
16. CHECKLAND, Peter B. (1985) *Achieving 'Desirable and Feasible' Change: an Application of Soft Systems Methodology*, Journal of the Operational Research, V. 36, No. 9, p. 821-831
17. CHEN, Gordon K. C. (1975) *What is the Systems Approach?*, Interfaces V. 6, No. 1, p. 32-37
18. CHURCHMAN, C. W.; ACKOFF, R. L. y ARNOFF, E. L. (1957) *Introduction to Operations Research*, Wiley, New York
19. CHURCHMAN, C. West (1971) *The Design of Inquiring Systems*, Basic Books, New York
20. CHURCHMAN, C. West (1979) *El Enfoque de Sistemas*, Diana, México
21. DANDO, M. R. y BENNET, P. G. (1981) *A Kuhnian Crisis in Management Science*, Journal of the Operational Research Society, V. 32, p. 91-104
22. EDEN, Colin y GRAHAM, Robert (1983) *Halfway to Infinity: Systems Theorizing for the Practitioners?*, Journal of the Operational Research Society, V. 34, No. 8, p. 723-728
23. EDEN, Colin (1985) *Perish the Thought!*, Journal of the Operational Research Society, V. 36, No. 9, p. 809-819
24. FINDEISEN, W. y QUADE, Edward S. (1981) *The Methods of Applied Systems Analysis*, en Quade y Miser (1981)
25. HALL, Arthur D. (1981) *Ingeniería de Sistemas*, CECSA, México
26. HITCH, Charles (1965) *Una Apreciación del Análisis de Sistemas*, en Optner (1978)
27. HOOS, Ida R. (1972) *Systems Analysis in Public Policy. A Critique*, University of California Press, Berkeley
28. JACKSON, M. C. y KEYS, P. (1984) *Towards a Systems of Systems Methodologies*, Journal of the Operational Research Society, V. 35, No. 6, p. 473-486

29. JENKINS, Gwilym M. (1969) *The Systems Approach*, Journal of Systems Engineering, V. 1, No. 1, p. 56-82
30. KEYS, P. (1985) *A Step Beyond O R ...?*, Journal of the Operational Research, V. 36, No. 9, p. 864-867
31. KLIR, George J. (1969) *An Approach to General Systems*, Van Nostrand Reinhold, New York
32. KLIR, G. J. [Ed.] (1972) *Trends in General Systems Theory*, Wiley, New York
33. LILIENFELD, Robert (1978) *The Rise of Systems Theory; an Ideological Analysis*, Wiley, New York
34. MAJONE, Giandomenico (1981) *The Genesis of Applied Systems Analysis*, en Quade y Miser (1981)
35. MARCHAL, J. H. (1975) *On the Concept of a System*, Philosophy of Science, V. 42, p. 448-468
36. MASON, Richard O. y MITROFF, Ian I. (1981) *Challenging Strategic Planning Assumptions: Theory, Cases and Techniques*, Wiley, New York
37. MESAROVIC, M. D.; MACKO, D. y TAKAHARA, Y. (1970) *Theory of Hierarchical Multilevel Systems*, Academic Press, New York
38. MISER, Hugh J. (1978) *The History, Nature and Use of Operations Research*, en Moder y Elmaghraby (1978)
39. MODER Joseph J. y ELMAGHRABY, Salah. E. [Eds.] (1978) *Handbook of Operations Research: Foundations and Fundamentals*, Van Nostrand Reinhold, New York
40. OPTNER, Stanford L. [Ed.] (1978) *Análisis de Sistemas*, Fondo de Cultura Económica, México
41. QUADE, E. y BOUCHER, W. I. [Eds.] (1968) *Systems Analysis and Policy Planning: Applications in Defense*, Elsevier, New York
42. QUADE, Edward S. y MISER, Hugh J. (1981) *The Context, Nature and Use of Systems Analysis*, en Quade y Miser (1981)
43. QUADE, Edward S. y MISER, Hugh J. [Eds.] (1981) *Handbook of Systems Analysis*, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria
44. TRIST, Eric (1983) *Referent Organizations and the Development of Inter-Organizational Domains*, Human Relations, V. 36, No. 3, p. 269-284

45. WAGNER, Harvey M. (1975) *Principles of Operations Research*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
46. WIENER, Norbert (1984) *Cybernetics*, Wiley, New York
47. WILSON, Brian (1984) *Systems: Concepts, Methodologies and Applications*, Wiley, Chichester
48. WOOLSEY, Gene (1976) *Three Disgressions on the Routing of Trucks: Ice & Snow, Garbage & More Garbage*, *Interfaces*, V. 7, No. 1, p. 18-21
49. YOUNG, O. R. *A Survey of General Systems Theory*, *General Systems*, p. 61-66

F/DEPFI/CP3/1990/EJ.6



718342