



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CUADERNOS DE PLANEACION Y SISTEMAS

4



**El Enfoque de Sistemas
en la Solución de Problemas
la elaboración del modelo
conceptual**

Arturo Fuentes Zenón

D-89

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Arturo Fuentes Zenón

Profesor de Carrera
Departamento de Sistemas
División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
México, D.F., C.P. 04510

ISBN (Serie) 968-36-4510-0
ISBN (Cuaderno No. 1) 968-36-4513-5

1ª. Edición: 1990
1ª. Reimpresión: 1991
2ª. Reimpresión: 1993
3ª. Reimpresión: 1995

Tiraje: 500 ejemplares

ÍNDICE

PROLOGO	2
1. LA NECESIDAD DEL ENFOQUE DE SISTEMAS	4
1.1. COMPLEJIDAD	4
1.2. ANÁLISIS VS. SÍNTESIS	6
1.3. PAPEL DE LOS MODELOS CONCEPTUALES	9
2. LA REALIDAD COMO SISTEMA	12
2.1. ¿QUE ES UN SISTEMA?	12
2.2. TOTALIDAD Y PARCIALIDADES	16
2.3. LA NATURALEZA POLISISTÉMICA DE LOS OBJETOS	17
2.4. SISTEMA OBJETO, MODELO CONCEPTUAL Y ENFOQUE DE SISTEMAS	20
3. FORMAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL	21
3.1. LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL	21
3.2. LA CONCEPCIÓN DE CAJA NEGRA	22
3.3. LA CONCEPCIÓN FUNCIONAL	24
4. GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL	28
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	33

PROLOGO

El enfoque de sistemas ha encontrado en el campo de la solución de problemas un terreno muy fértil para su desarrollo y difusión. Cuenta con tres líneas básicas de trabajo:

- el desarrollo de conceptos y lineamientos para estudiar la realidad como un sistema (la formulación del modelo conceptual);
- el desarrollo de esquemas metodológicos para orientar el proceso de solución de problemas en sus distintas fases; y
- el desarrollo de técnicas y modelos para apoyar la toma de decisiones, así como para obtener y analizar la información requerida.

Las dos últimas líneas han recibido una mayor atención en la literatura de sistemas, en tanto que la primera ha quedado francamente rezagada no obstante su gran importancia. No es posible elaborar una adecuada explicación del funcionamiento o la dinámica de un fenómeno, problema u objeto, si no se cuenta con una adecuada descripción de los principales elementos que intervienen y de sus relaciones estáticas.

Los autores, en su gran mayoría, más que ofrecer lineamientos precisos para orientar al analista en la definición del sistema de interés, se limitan a expresar algunas generalidades del concepto de sistema y sus implicaciones inmediatas (sistema es un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad..., el todo es más que la suma de las partes..., hay que considerar al medio ambiente..., es necesaria una visión total..., etc.). Este trato, tan superficial, resulta inesperado si tomamos en cuenta que el enfoque de sistemas tiene como propósito hacer frente a los problemas cada vez más complejos que plantean la tecnología y las organizaciones modernas, problemas que por su naturaleza rebasan nuestra intuición pura y para los que es fundamental comprender su estructura y proceso (subsistemas, relaciones, restricciones del medio ambiente, etc.).

Estas reflexiones tienen sentido no sólo desde un punto de vista teórico; de hecho, llamamos la atención sobre este aspecto porque en la práctica es frecuente partir de una conceptualización del sistema bajo estudio parcial, confusa y hasta caótica, lo cual limita seriamente las posibilidades de éxito.

¿Quién puede resolver un problema o planear cuando no cuenta con los elementos necesarios para definir qué es relevante y qué irrelevante, para fijar los criterios y restricciones que deben observarse, y aún más, cuando ni siquiera tiene la capacidad para decidir en qué campos requiere de mayor información y estudio?

En estas condiciones, no es extraño que en el desarrollo de los proyectos se incurra en vicios como el levantamiento de volúmenes excesivos de información, una deficiente organización de las actividades o el pasar por alto consecuencias indeseables, todo lo cual provoca el desperdicio de recursos y retraso en la entrega de resultados.

El enfoque de sistemas se plantea como un medio para coordinar y clarificar las metas totales del sistema y para reconocer las partes, variables y relaciones que determinan su comportamiento, de tal manera que "... la toma de decisiones ocurra de manera lógica y coherente, y que no se presente ninguna de las falacias comunes en razonamientos más estrechos." (Churchman ref. 5, p. 14).

De esta serie de consideraciones nació la inquietud por estudiar este tema y explorar la posibilidad de formular una guía que oriente al analista en esta importante etapa de trabajo, esto es, en la elaboración del modelo conceptual de la realidad en que se desea actuar.

El primer capítulo de este documento refiere cómo se justifica la necesidad del enfoque de sistemas y el papel que juegan los modelos conceptuales en la solución de problemas; el segundo capítulo plantea las dificultades esenciales para representar a los objetos o fenómenos en forma de sistemas; por último, los capítulos 3 y 4 están dedicados a estructurar un procedimiento para la elaboración de los modelos conceptuales, procedimiento que esperamos resulte de interés y utilidad para el lector.

CAPÍTULO 1

LA NECESIDAD DEL ENFOQUE DE SISTEMAS

Este capítulo tiene los siguientes propósitos: presentar las consideraciones de tipo “práctico” en que se apoya la necesidad del enfoque de sistemas, revisar la fundamentación “teórica” que se le ha dado y, finalmente, comentar desde una perspectiva general el papel que juegan los modelos conceptuales en el proceso de solución de problemas.

1.1. COMPLEJIDAD

El razonamiento común para justificar la necesidad del enfoque de sistemas, consiste en señalar que en la actualidad se enfrentan múltiples problemas en la dirección de objetos cada vez más complejos. Esta complejidad se debe a que los elementos o partes del objeto bajo estudio están íntimamente interrelacionados y a que el objeto mismo interactúa en el medio ambiente con otros objetos (fig. 1.1.).

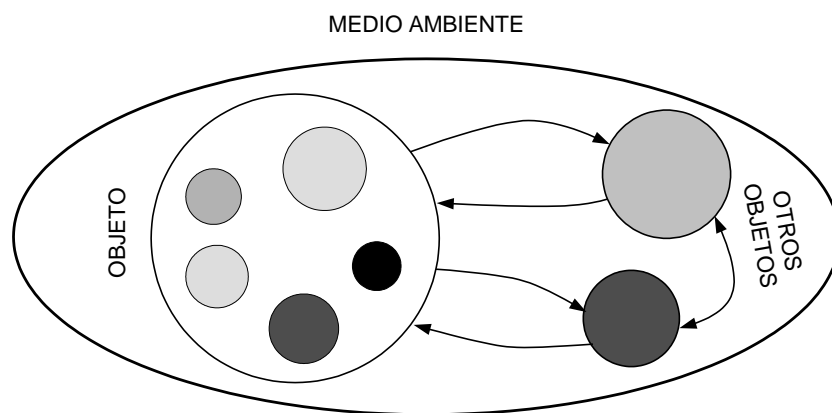


FIGURA 1.1. REPRESENTACIÓN BÁSICA DE UN SISTEMA

De lo anterior, se desprende que el adecuado funcionamiento o la eficiencia total del objeto está más allá del correcto diseño o desempeño aislado de las partes, ya que también influye la manera en que estas interactúan y ajustan entre sí y con su entorno.

Un ejemplo de estas aseveraciones es el transporte, cuyo estudio lleva a considerar no sólo equipo, infraestructura, demanda y operación, sino también variables del entorno tan diversas como tecnología, contaminación, normatividad, seguridad, reordenación y uso del suelo, factibilidad financiera, etc. (fig. 1.2.).

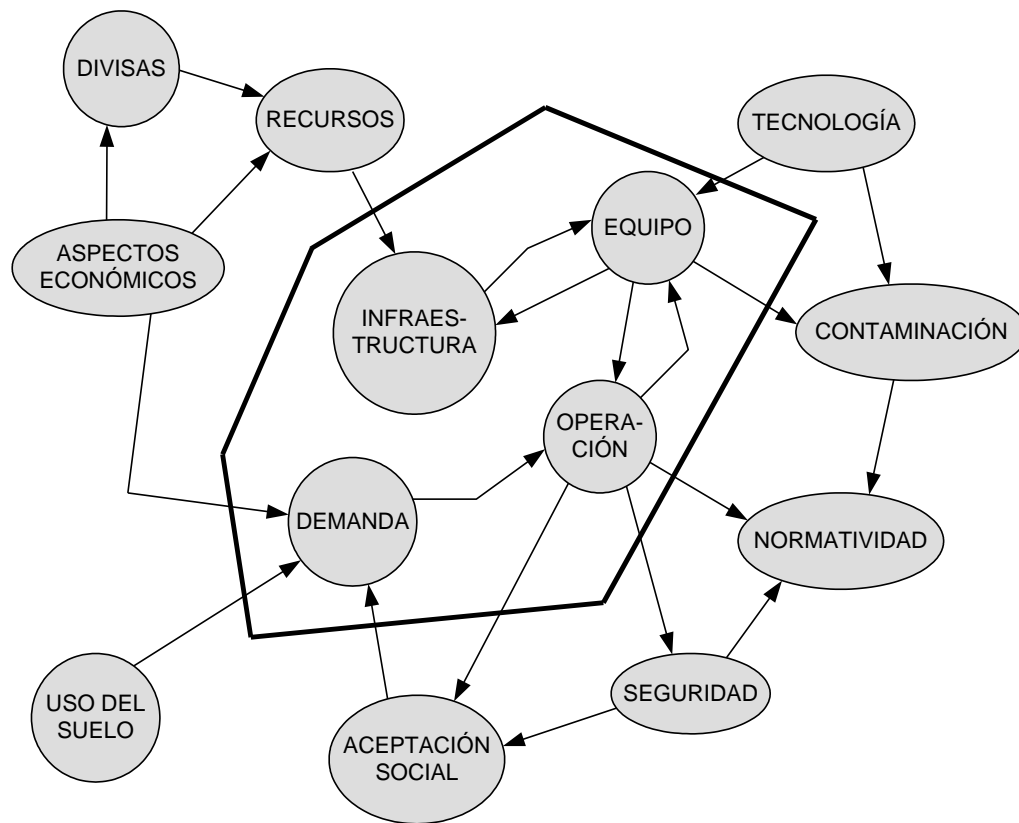


FIGURA 1.2. ALGUNOS ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL TRANSPORTE

El número de ejemplos de este tipo puede ampliarse fácilmente (una empresa, un centro de abasto o un sistema de información) e incluso llevarse a niveles macro al citar la estrecha vinculación que existe entre factores como pobreza, delincuencia, educación, salud, empleo, productividad, inflación, votos electorales, etc.

Así, de manera casi natural, se acepta la necesidad del enfoque de sistemas, ya que la idea misma de sistema (un conjunto de elementos interconexos) intenta capturar o hacer frente a esta clase de dificultades. Este argumento se refuerza al señalar que los problemas complejos incluyen factores heterogéneos que rebasan la visión de cualquier disciplina convencional y, por tanto, demandan una visión integradora (e interdisciplinaria) como la de sistemas.

1.2. ANÁLISIS VS. SÍNTESIS

Ackoff (ref. 1) va más allá de este razonamiento basado en el sentido común y pone de relieve la existencia de dos formas distintas del pensamiento: el analítico y el sintético o sistémico.

De acuerdo con el autor, 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 vivimos una era de revoluciones. Sugiere, además, que en este contexto han surgido nuevos conceptos y formas de ver el mundo que configuran el pensamiento sistémico, el cual viene a complementar y sustituir parcialmente al modo convencional del pensamiento analítico.

EL ENFOQUE ANALÍTICO

Para entender los objetos y los problemas, el enfoque analítico sigue un proceso que consta de tres etapas:

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

Para entender a las partes a su vez procede a subdividirlas tantas veces como sea necesario, posiblemente hasta llegar a partes últimas (células, átomos, elementos químicos, instintos básicos, morfemas, etc.), en la creencia de que los eventos y los objetos, sus propiedades y el entendimiento pueden ser contruidos a partir de elementos últimos (**reduccionismo**).

Cuando el todo no puede ser separado en partes independientes, introduce relaciones de causa-efecto (**mecanicismo**), causas que son necesarias y suficientes para los efectos (**determinismo**). Estas relaciones generalmente son lineales y de dos variables.

Esta postura cognoscitiva ha tenido una amplia difusión prácticamente en todas las áreas del conocimiento y en general domina la forma de razonamiento de las personas.

Sin embargo, cuando las variables son múltiples y las relaciones no son lineales, este procedimiento reduccionista-mecanicista se complica y es inválido cuando existe interacción entre las partes pues no pueden ser estudiadas por separado.¹ Estas condiciones se presentan 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.

Es así que se llama el desarrollo de nuevos conceptos y enfoques, cuya característica básica radica en que tal conjunto de elementos, relaciones y eventos deben ser tratados como un todo, esto es, como sistemas.

EL ENFOQUE SISTÉMICO

El pensamiento sistémico parte de que un sistema es un conjunto de dos o más 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 exhibe las dos propiedades anteriores.

En consecuencia, si bien un sistema (universidad, organismo, sector económico, etc.) es divisible desde un punto de vista estructural, resulta indivisible desde una perspectiva funcional ya que los conjuntos son interdependientes. (Por ejemplo, si buscamos producir un superauto armado con las mejores piezas del mercado, probablemente ni siquiera opere debido a que no ajusten, de la misma manera que en la calidad de su desempeño influyen condiciones y factores ambientales como el tipo de camino, chofer o uso al que está destinado).

Por tanto, en el pensamiento sistémico existe la tendencia de ver los sistemas como parte de sistemas mayores (**expansionismo**) y en relación con otros sistemas, más que como todos a descomponer. Esta tendencia da pie al siguiente método:

¹ Dicho en otra forma, está muy lejos el momento en que se alcancen explicaciones apropiadas en fenómenos de múltiples variables, en los que se dan conjunto de relaciones (que implicarían sistemas de ecuaciones) no necesariamente lineales, donde tanto relaciones como variables cambian con el tiempo (con lo que se hablaría de diferenciales parciales) y, por si esto fuera poco, la principal dificultad no es resolver este engendro matemático sino plantearlo.

- el todo que se desea entender es conceptualizado como parte de un todo mayor;
- se busca conocer el comportamiento y características del todo mayor;
- el todo se explica de acuerdo con el papel e influencia que tiene en el todo más amplio.

Consecuente con esta postura, las partes o subsistemas no son consideradas por separado sino en interacción con otras partes, teniendo presente el papel que juegan en el sistema que las contiene. Así, una universidad se explica primero por la función que cumple o que debe cumplir en el sistema económico-político-cultural en que está inmersa y después por la manera como cumple esa misión a través de sus escuelas y centros de investigación.

Como alternativa a la relación causa-efecto, el enfoque sistémico adopta una relación **productor-producto**. En esta relación un productor es necesario pero no suficiente para el producto, ya que también influyen otros factores: una bellota no basta para contar con un roble, pues requiere ciertas condiciones de suelo y clima.

Este tipo de relación permite introducir aspectos como albedrío, elección y objetivos, de manera tal que los fenómenos no sólo se explican por lo que los provoca sino también por el efecto que se desea producir: quien pensando en el roble, sembró y regó la semilla. (**teleología**)²

Así, lo que en el pensamiento analítico es el todo, en el sistémico pasa a ser parte y las doctrinas del reduccionismo y el mecanicismo son reemplazadas parcialmente por las del expansionismo y la teleología. Esto no significa que una forma del pensamiento sustituya a otra, más bien son formas diferentes y compatibles de estudiar a un mismo objeto o sistema.

² *telos*: fin, cumplimiento; contraria al mecanicismo, que explica el futuro y el presente en términos del pasado, la teleología explica el presente en términos del futuro.

1.3. PAPEL DE LOS MODELOS CONCEPTUALES

La figura 1.3. presenta un modelo cualitativo del proceso de solución de problemas -designado como el modelo del diamante³ - que a pesar de su apariencia simple será de mucha utilidad para comentar, desde una perspectiva general, el papel y los límites de los modelos conceptuales.

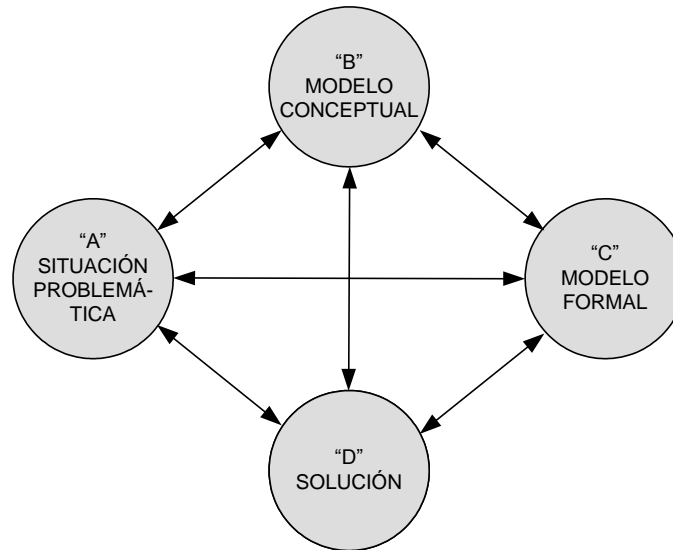


FIGURA 1.3. EL MODELO DEL DIAMANTE

A. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Toda forma de inquirir científicamente o de resolver problemas comienza en "A", la existencia de una situación problemática, que va desde el vago reconocimiento o sentimiento de que algo está mal o puede mejorarse, hasta un estado de emergencia.

En este nivel los problemas se perciben y plantean a partir de sus manifestaciones últimas (desempleo, baja productividad, inflación, etc.), formando una serie de imágenes y pensamientos desorganizados y parciales que son insuficientes para explicar el porqué de los problemas y los efectos previsibles de distintos modos de acción; aún más, con frecuencia ni siquiera existe una base sólida para definir en qué campos se requiere de mayor información y estudio.

³ Elaborado por Mitroff y otros autores (refs. 11, 12, 15 y 16)

Por ejemplo, al plantear el problema de la drogadicción vienen a nuestra mente ideas como daños a la salud, delincuencia, zonas de producción, pobreza, educación, moda, aspectos psíquicos y sociológicos, corrupción, poder, divisas, relaciones internacionales, etc. De tal suerte que no es fácil plantear dónde empieza y dónde termina el problema; qué es causa y qué es efecto; qué aspectos son los más significativos y cómo interactúan; de hecho, ni siquiera somos capaces de expresar todo lo que pensamos.

B. EL MODELO CONCEPTUAL

El Modelo Conceptual es aquella representación gráfica, escrita o mental elaborada por el analista y que emplea como marco de apoyo para situar y ordenar sus percepciones, para con ello fijar la estructura del problema, delimitar el área de interés y decidir qué aspectos son relevantes y cuáles no.

La razón de ser de los modelos conceptuales es clara: cuando el hombre se enfrenta con una situación nueva, tiene la urgente necesidad de formular una imagen o representación que le ayude a comprender su naturaleza y explicar su comportamiento. No es posible elaborar una teoría del funcionamiento o la dinámica de un objeto, fenómeno o problema si no se cuenta con una adecuada descripción de los principales elementos que intervienen y sus relaciones estáticas.

Así, los modelos conceptuales son importantes porque: obligan a ordenar el conocimiento; fuerzan a ser claros en cuanto a lo que se está tratando de estudiar, observar y medir; permiten una comunicación más amplia entre los distintos participantes; y dan bases más sólidas para el debate cuando éste es requerido.

Un símil útil para entender el papel que juegan los modelos conceptuales es el esquema de los circuitos de un aparato electrónico, cuyo seguimiento es de gran valor para que el técnico responsable identifique las fallas y haga los cambios pertinentes.

La gran diferencia es que para los problemas complejos no disponemos de ningún esquema preelaborado; de hecho, la construcción de los modelos conceptuales es un proceso iterativo gobernado por la subjetividad y una profunda intuición, partiendo de imágenes vagas que poco a poco ganan precisión conforme se adquiere mayor conocimiento.

C. EL MODELO FORMAL

Una vez que ha sido formulado el modelo conceptual, mediante la abstracción se procede a la elaboración de uno o varios modelos formales, los cuales son hostiles a la ambigüedad y la imprecisión, a diferencia de los modelos conceptuales que dependen de estos factores y de la subjetividad.

El modelo formal generalmente consiste en un conjunto de símbolos elaborados conforme a cierto sistema teórico, que requiere habilidades analíticas y poder de abstracción para establecer las relaciones y variables significativas. El analista debe vigilar la consistencia interna de estos modelos, verificar su grado de correspondencia con la realidad y evitar que salgan de un nivel “práctico”.

D. SOLUCIÓN

Esta actividad aspira a la deducción de las consecuencias de distintos modos de acción, para así apoyar la toma de decisiones y la integración de las estrategias de cambio.

Es importante tener en cuenta que las soluciones obtenidas deben mostrar congruencia con las ideas que en el modelo conceptual se tienen sobre el problema y sobre las soluciones, aspectos que a veces se pasan por alto al centrar la atención en los modelos formales y en los métodos de solución asociados a ellos.

CAPITULO 2

LA REALIDAD COMO SISTEMA

El enfoque de sistemas suele despertar reacciones extremas. Para algunos, los planteamientos no sólo parecen razonables sino innegablemente ciertos y de una importancia vital para todo aquel que se dedica a la solución de problemas.

Por tanto, dotan al enfoque de sistemas de un significado casi mágico, místico, como si su sola mención fuera garantía de que los problemas habrán de ser bien resueltos. Las dificultades empiezan cuando se demanda que las ideas sean más específicas y aplicables, pues con frecuencia no pasan de definiciones y comentarios generales. Como consecuencia, surge una corriente contraria que niega valía al enfoque: habla de todo y nada a la vez.

En principio y sin apasionamiento, esta última interpretación es acertada; sin embargo, hay que reconocer que la complejidad no es una mera invención sino algo muy real que merece atención y que en algunos trabajos de sistemas existen planteamientos muy concretos e interesantes que sin duda son de gran utilidad. Por esto último, hemos considerado conveniente revisar con detalle la pertinencia y alcance de las ideas centrales del pensamiento sistémico.

2.1. ¿QUE ES UN SISTEMA?

Resulta curioso que algo tan impreciso como la palabra sistema alcance una difusión tan amplia y raíces tan profundas pues, si revisamos el concepto -un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad- hallamos que no existe restricción alguna en cuanto al carácter de sus elementos y que tampoco delimita el tipo de integridad (igual se llama sistema al átomo y al universo, a una máquina y al

organismo, a una ciencia y a la sociedad). Así, el concepto de sistema resulta pobre y poco útil.⁴

Al añadir que los sistemas bajo estudio son sistemas con propósito no aclaramos las cosas, pues en un sentido restringido tal condición la cumple cualquier arreglo al que se le atribuya una función (como un generador, un libro o un órgano humano).

Por esta razón, todo autor está obligado a precisar el tipo o subtipo de sistema de su interés, pues en ello va implícita la clase de problemas en la que sus propuestas tienen validez.

En general, los autores más importantes en el campo de la solución de problemas coinciden en hablar de organizaciones convencionales. De esta manera, el enfoque se ocupa de casos como el de una empresa, una universidad o algún centro de abasto; y el aporte de sistemas básicamente está dado por la manera particular en que concibe el objeto (fig. 2.1.).

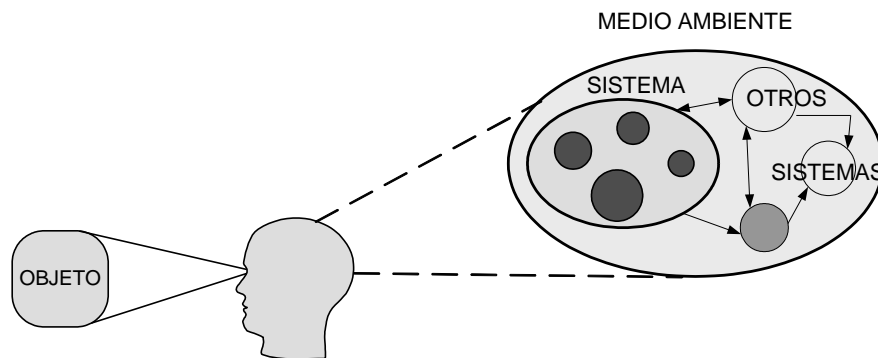


FIGURA 2.1. CONCEPCIÓN DE UNA ORGANIZACIÓN COMO UN SISTEMA

En ocasiones, se propone una estructura más simple -de caja negra- que indica los flujos de entrada y salida del sistema, lo que sirve para destacar la relación del sistema con otros sistemas y con el medio ambiente (fig. 2.2.).

⁴ A partir de esta vaguedad se produce una supuesta generalidad del pensamiento sistémico, ya que la idea de sistemas da abrigo a muy diversos fenómenos y objetos, del mismo modo que da cabida a las más variadas formas para su estudio -desde las más abstractas y teóricas hasta las que resultan de trabajos eminentemente empíricos-, lo que explica la diversidad de campos en que se nombra al enfoque y la amplia variedad de corrientes existentes en la literatura. Para mayores detalles ver: "El Pensamiento Sistémico. Caracterización y Principales Corrientes", ref. 8.

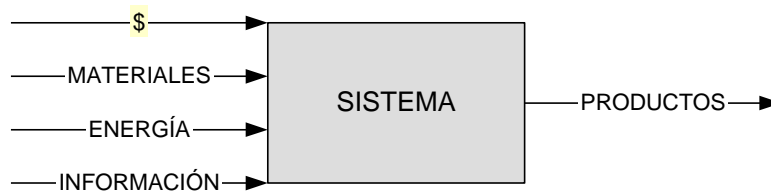


FIGURA 2.2. CONCEPCIÓN SIMPLE DE UN SISTEMA COMO UN PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

Ahora bien, estas dos representaciones no dejan en claro qué hacer para la ciencia y la tecnología de un país, las actividades transdepartamentales en una empresa o el abasto de una urbe, en los que inciden no una sino varias organizaciones, entidades o departamentos, por lo cual sería más apropiado verlos como conglomerados (fig. 2.3.) o redes (fig. 2.4.).

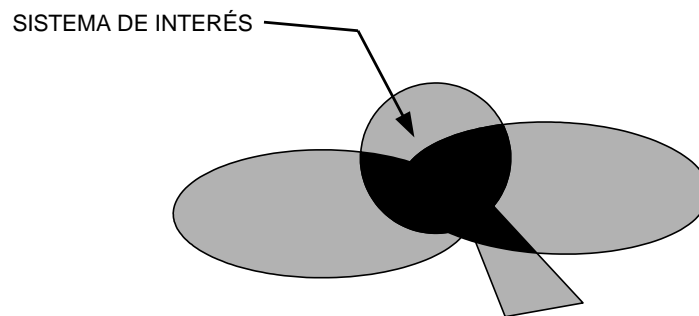


FIGURA 2.3. AGREGADO DE ENTIDADES QUE CONFORMAN UN SISTEMA

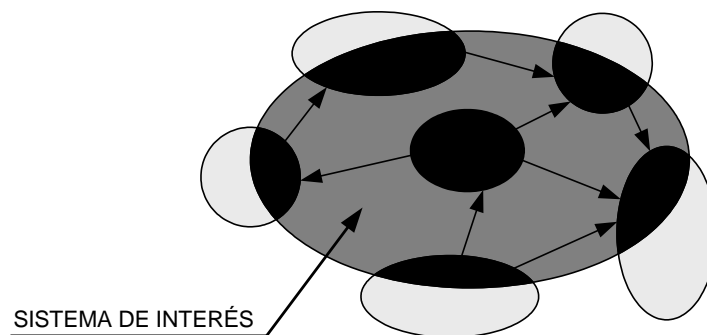


FIGURA 2.4. RED DE ENTIDADES QUE CONFORMAN UN SISTEMA

Esta dificultad se supera si el concepto de sistema considera en lugar de partes a las actividades necesarias para el cumplimiento de la función atribuida al objeto (fig. 2.5.). Así, el todo o sistema queda definido como: “aquel conjunto de actividades relacionadas unas con otras, a través de las cuales se cumple con una función o propósito general”.

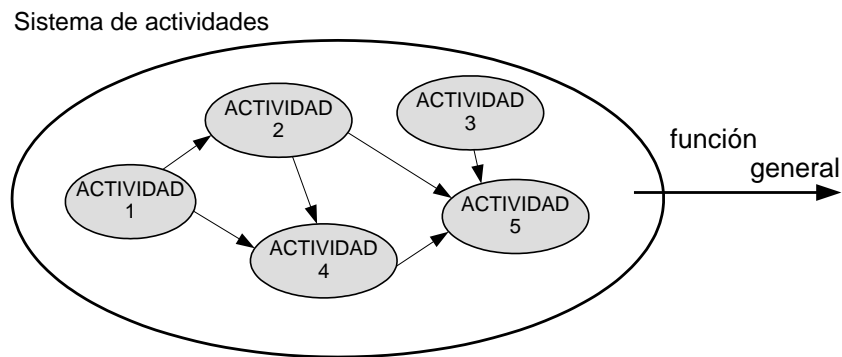


FIGURA 2.5. EJEMPLO DE UN SISTEMA DE ACTIVIDADES

De esta manera, pueden tratarse como un sistema las actividades necesarias para la producción de un bien, la ejecución de un proyecto, la construcción de una obra, un servicio de información, el lanzamiento de un nuevo producto y muchos otros problemas más, pues en el mundo existe un sinnúmero de conjuntos relacionados de actividades, mismas que se ordenan en un todo como resultado de un propósito o función común.

En resumen, se identifican tres formas básicas para la construcción del modelo conceptual -la estructural, la de caja negra y la funcional- que, como habrá de verse en los capítulos 3 y 4, tienen ventajas y desventajas y que más que ser excluyentes juegan un papel complementario.

2.2. TOTALIDAD Y PARCIALIDADES

El principal argumento en favor del enfoque de sistemas es la necesidad de una visión global o total de los problemas, ya que, como sabemos, la interacción entre las partes invalida un análisis parcial. Ackoff ilustra estas aseveraciones con el ejemplo de un superauto, que no puede ser obtenido únicamente a través de la selección de las mejores piezas del mercado.

Por su parte, Churchman (ref. 5, p. 16) refiere la historia de varios hombres ciegos, a los que se les pide que describan lo que tienen frente a sí: un elefante. De acuerdo con la parte del animal que cada uno toca, surgen diferentes versiones: un árbol, una masa informe, etc. Para el autor, lo interesante de la historia no es la desafortunada actuación de cada ciego, sino la perspectiva tan valiosa de quien narra el hecho, ya que es capaz de ver al elefante en su totalidad y, por tanto, dar cuenta de los errores de los ciegos. Con esta moraleja apoya la importancia de una visión de sistemas.

Sin embargo, Churchman mismo advierte que en esa “visión total” hay un dejo de arrogancia que no debe ser admitido sin formular un reto, para lo cual conviene pensar qué sucede cuando, en lugar de tratar con elefantes o autos, se encara un problema como el de la drogadicción.

Ante un problema de esta índole, como hemos visto, surge una serie de imágenes e ideas desorganizadas, tal que no es fácil plantear dónde empieza y dónde termina el problema, qué es causa y qué efecto, etc. En estas condiciones ¿quién podría asegurar que está tomando al todo y no sólo a las partes?, ya que a diferencia del elefante que es visible e identificable, en el problema de la drogadicción nadie sabe qué clase de monstruo está enfrente.

Algo semejante sucede en casos como el del transporte y hasta en ejemplos más simples como el de un sistema de información. Para el transporte, que afecta y es afectado por un gran número de sectores, de nada serviría decir que el sistema total incluye al conjunto de la sociedad y su economía; como tampoco tendría sentido apuntar que el sistema de información obliga a considerar todas las áreas y procesos de la empresa, así como el medio ambiente en que ésta se desenvuelve.

Aún más, los problemas pueden ser percibidos y planteados de manera distinta por distintas personas (por ejemplo, en el problema de la drogadicción fácilmente cabría esperar que no coincidieran un legista, un médico o un farmacodependiente), cada una de las cuales ocuparía el lugar de algunos de los ciegos en la historia de Churchman; ¿quién, en estos casos, tendría la valiosa perspectiva para dominar la situación y dar cuenta de los errores o aciertos de estos ciegos?

De esta discusión, se concluye que la idea de totalidad, cuando es llevada al campo de la solución de problemas, es engañosa y hasta fantasiosa, pues no es posible alcanzar la visión global que supone.

2.3. LA NATURALEZA POLISISTÉMICA DE LOS OBJETOS

La confusión anterior se debe a que pasamos por alto que las descripciones o representaciones de los objetos sólo son un conjunto de percepciones e ideas que organizamos desde algún punto de vista y que, por tanto, no son únicas o absolutas sino por el contrario múltiples y de variada índole.

Por ejemplo, desde cierta perspectiva tiene sentido decir que una silla es un conjunto de partes (patas, asiento y respaldo) que cumplen una función. Pero para un decorador esto es insuficiente e inadecuado, a él le interesa color, textura y estilo; mientras que un fabricante piensa en costos, materiales y proceso productivo; un diseñador, posiblemente en dimensiones, estabilidad y peso; un usuario, en durabilidad, comodidad y hasta valores afectivos; etc.

Así, cualquier descripción es en esencia parcial y esto se debe al carácter multifuncional de los objetos y al papel que juega el sujeto en su interpretación.

LA N-FUNCIONALIDAD DE LOS OBJETOS

En general, los objetos no cumplen una sola función sino que se diseñan y operan conforme a propósitos múltiples.

En el caso de un hospital, cuyo trabajo primario es mejorar o cuidar la salud de la comunidad, no podemos olvidar su función como centro de investigación y enseñanza o tareas como la administración, servicios de seguridad y orden, etc. A su vez, cada función puede desagregarse en un sinnúmero de funciones como servicios de urgencias, medicina preventiva, enfermedades infecciosas, control de llegadas y salidas, manejo de nómina, información, etc.

Cada función puede ser estudiada elaborando un sistema de actividades particular (fig. 2.6.), definiendo el conjunto de actividades que debidamente ordenadas se requieren para el cumplimiento del propósito considerado. En otras palabras, a un mismo objeto le corresponden no una sino varias representaciones, acorde con las distintas funciones que cumple.

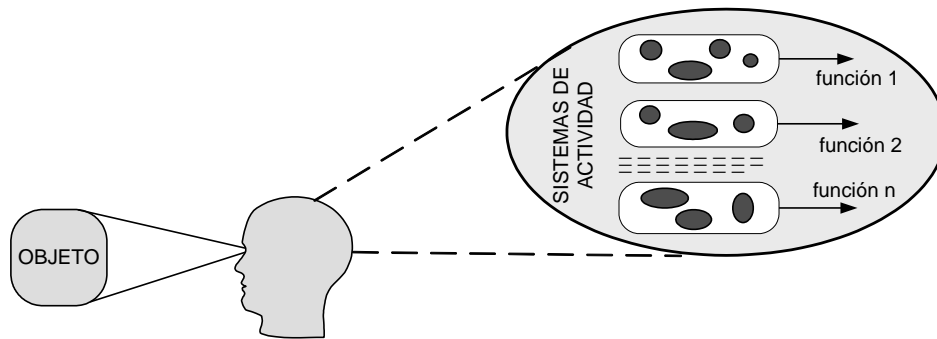


FIGURA 2.6. EL CARÁCTER MULTIFUNCIONAL DE LOS OBJETOS

LA VISIÓN DEL MUNDO

En cuanto al papel del sujeto, debemos tener presente que una misma realidad puede ser interpretada de manera distinta por distintas personas y aún una misma persona podría pensar diferente en otro lugar o en otro momento (fig. 2.7.)

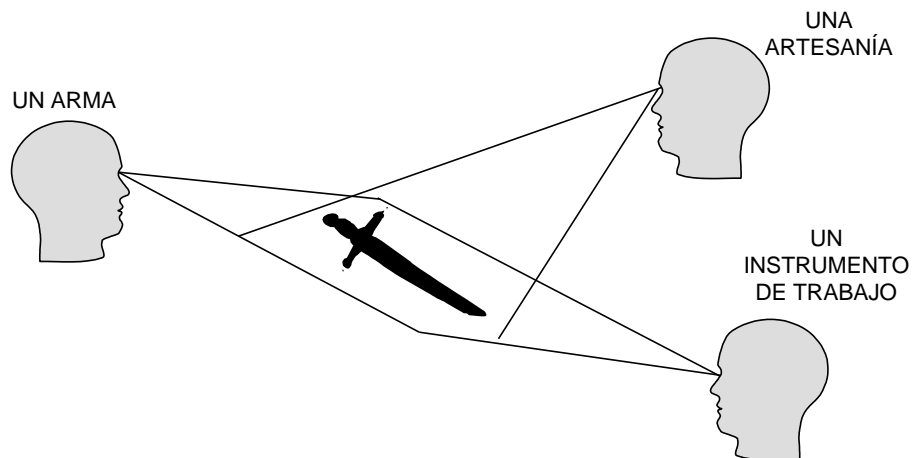


FIGURA 2.7. EL CARÁCTER MULTIVALENTE DE LOS OBJETOS

Esto se debe a que los objetos no se proyectan en una mente vacía, sino que el observador posee ciertos valores, experiencia, formación e intereses que influyen en sus juicios y que incluso lo determinan a ver lo que ve.

Un bar, por ejemplo, representa para algunos ciudadanos un antro de vicio; para otros, un centro de esparcimiento; para un sindicato, una fuente de empleos; para la economía, una actividad productiva; para el sector turismo, una clase de atractivo, etc. Donde sería absurdo preguntar qué interpretación es la real o legítima, pues las mismas coexisten en un mismo tiempo y espacio.

Para tratar operacionalmente este factor se usará el concepto de “visión del mundo”, a través del cual se harán explícitas las distintas formas en que puede ser interpretado un mismo objeto o problema. Cabe señalar que la visión del mundo incluye tanto consideraciones teóricas como aspectos subjetivos, pues no es posible desligar del todo a unos de otros.

Por la gran influencia e importancia que tiene el concepto “visión del mundo”, a continuación se expone el ejemplo de una universidad, en particular su función como formadora de recursos humanos para el ejercicio profesional.

Desde cierto punto de vista, se podría argumentar que el plan de estudios debe ser diseñado a partir de las demandas del sector empleador. Este planteamiento es criticable ya que al limitarse a satisfacer intereses inmediatos conduce a formas de enseñanza que no alientan la creatividad y el conocimiento profundo, perpetuando así prácticas viciosas y un estado de dependencia científica y tecnológica.

Además, se brindan pocos elementos que permitan al profesional adaptarse a situaciones distintas de las que aprendió, lo que es inaceptable dado el rápido crecimiento del conocimiento. Es posible que se esté capacitando al alumno en algo que no existirá cuando egrese.

Con base en estas argumentaciones, podría adoptarse una postura contraria y preparar al alumno para la creatividad, para la introducción del cambio o para los problemas del futuro, gracias a una firme base teórica y una alta capacidad crítica; actitud extremista que traería como consecuencia la formación de futuros desempleados al no poder aplicarse a cosas prácticas.

Así, vemos contrastadas dos visiones del mundo para un mismo problema: la preparación de cuadros para satisfacer las necesidades de la planta productiva -como si se tratara de esclavos- y una visión como promotores del cambio y el desarrollo. Es claro que en este caso no es posible polarizar y decidir por alguna visión olvidando la otra, sino que debe buscarse la fórmula para una síntesis: formar **esclavos críticos**.

Dadas las limitantes de la mente humana, pareciera que se está construyendo un obstáculo imposible de salvar, aunque, si se revisa el ejemplo de la silla, es claro que ante cualquier problema concreto sólo ciertas representaciones son de interés.

Esto es muy importante pues de ello se deduce que en la solución de problemas no es necesario ni suficiente esmerarse en una descripción “total o lo más completa del objeto”, sino que el esfuerzo se debe dirigir a identificar los aspectos de relevancia, bajo la advertencia de que la relevancia está dada por la clase de problema que se aborda y que por tanto no es una propiedad intrínseca de los objetos.

2.4. SISTEMA OBJETO, MODELO CONCEPTUAL Y ENFOQUE DE SISTEMAS

En las discusiones anteriores, es posible distinguir tres formas en que se utiliza la palabra sistema:

El término es usado para referirse a los objetos de investigación o dirección (una presa, el transporte, una empresa, la economía, etc.), a los que denominaremos **objeto o sistema objeto**.

Sistema también se emplea para hacer referencia a las representaciones de dichos objetos, mismas que algunos autores llaman objeto focal, objeto de estudio, sistema construido o **modelo conceptual**. En este trabajo adoptaremos esta última denominación y a la tarea de concebirlo como **construcción del sistema o construcción del modelo conceptual**.

Finalmente, sistema es utilizada para referirse a los instrumentos, procedimientos, teorías, técnicas, etc. que son empleados por el sujeto para indagar en el objeto y para la construcción del modelo conceptual. Al respecto se emplearán de manera indistinta las frases de **enfoque de sistemas, pensamiento sistémico o ideas de sistemas**.

En resumen, se usa la palabra de sistemas en relación con los objetos, las representaciones de los objetos y los instrumentos de indagación (fig. 2.8.).

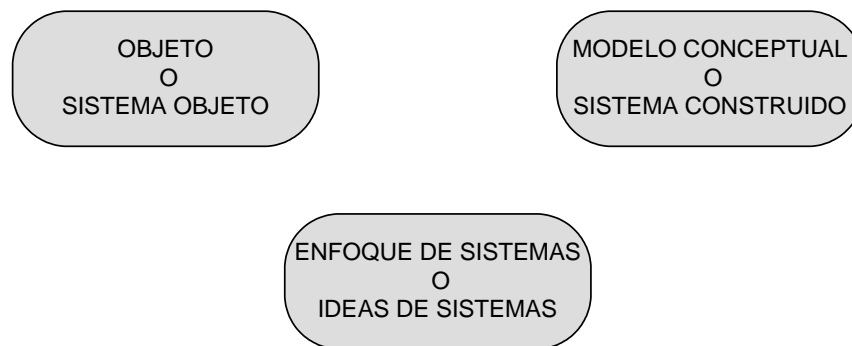


FIGURA 2.8. TRES USOS DE LA PALABRA SISTEMA

CAPITULO 3

FORMAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

En la literatura se identifican tres formas básicas para la construcción del sistema - la concepción estructural, la funcional y la de caja negra-, cuyas características se estudian en este apartado.

3.1. LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL

Si se parte de que un sistema es un conjunto de elementos interconexos que forman una integridad, casi de manera inmediata se concluye que para conocer el objeto y explicar sus propiedades basta con lo siguiente:

- a) identificar las partes o componentes del sistema objeto;
- b) conocer las características de las partes;
- c) establecer el patrón de relaciones entre las partes;
- d) reunir esta información y de ahí deducir las propiedades y comportamiento del sistema total.

Para este trabajo, en primera instancia no se advierte ninguna dificultad; sin embargo, al intentar seguir el procedimiento en cualquier caso específico, resulta que el volumen de información que demanda crece de manera explosiva, alejándose con ello de cualquier fin práctico, hecho que se ilustra con el siguiente ejemplo del turismo:

- a) Partes o componentes del sistema:
Hoteles, turistas, atractivos, transportes, agencias de viajes y Secretaría de Turismo. Organismos financieros, Secretarías de Gobernación y de Relaciones Exteriores, asociaciones de hoteleros, escuelas de turismo, organismos internacionales, restaurantes, Fonatur,...

b) Características o propiedades de las partes.

En cuanto a hotelería:

Localización, número de cuartos, categoría, niveles de ocupación, calidad de los servicios, rentabilidad, políticas de operación, personal,....

En cuanto al turista:

Origen, nivel de ingresos, edad, forma de viaje, gasto, atractivos buscados, época del año en que viaja, días de estancia,...

Ante esta situación, comúnmente se sugiere “tomar en cuenta sólo lo relevante y evitar los detalles”, pero esta decisión sería arbitraria pues el procedimiento no aporta ningún criterio para hacer esta distinción, de la misma manera que tampoco se tiene la certeza de haber incluido todo lo importante.

Desafortunadamente este tipo de concepción es la que con mayor frecuencia se practica; de ello hablan los numerosos, voluminosos y en ocasiones inútiles bancos de información que en todo lugar y para todo problema se integran.

A pesar de estos inconvenientes, no podemos olvidar que el conocimiento de los elementos y atributos es esencial para explicar el comportamiento o propiedades del objeto, la cuestión crucial es definir qué elementos y qué propiedades debemos tomar en cuenta.

3.2. LA CONCEPCIÓN DE CAJA NEGRA

El objeto es visto como una entidad que recibe ciertos insumos y los transforma en un producto, empleando para su representación diagramas de bloque (fig. 3.1.), llamados también de caja negra porque en un primer nivel de análisis no se establece cómo se lleva a cabo el proceso de transformación, es decir, qué contiene la caja.

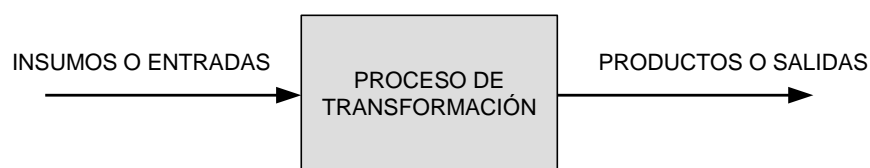


FIGURA 3.1. ESQUEMA BÁSICO DE UN MODELO DE CAJA NEGRA

Esta forma de representación, a pesar de ser muy simple, es de mucha utilidad en la solución de problemas, ya que lleva a pensar en la interacción del objeto con su entorno⁵ (fig. 3.2) y con ello a tratar temas tan importantes como son: la validez de los objetivos, la viabilidad del sistema de acuerdo con la disponibilidad de insumos, la existencia de oportunidades de desarrollo, el impacto de ciertos cambios, etc.

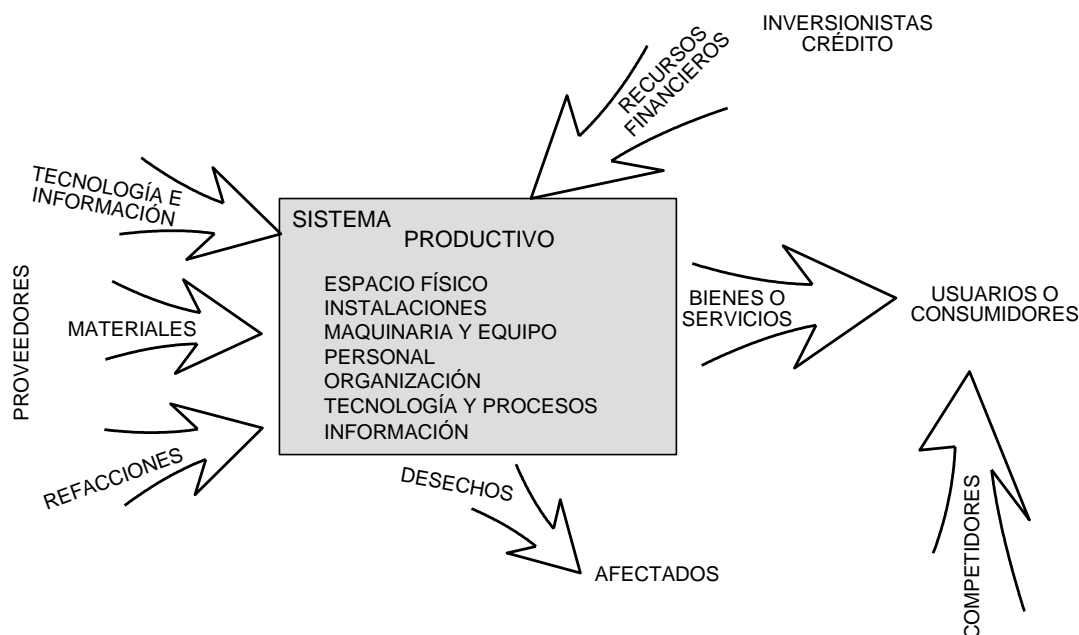


FIGURA 3.2. ESQUEMA AMPLIADO DE UN MODELO DE CAJA NEGRA

Conviene resaltar la importancia de esta concepción ya que tendemos a abundar en los detalles sin antes comprender lo más general y significativo, lo cual es motivado por la mentalidad reduccionista dominante. Sobre el particular, observe qué hacen aquellas personas calificadas como poseedoras de una gran visión y verá que eluden los detalles antes de lograr una comprensión general del problema, pensando precisamente en términos de cajas negras: ¿qué se busca y por qué?, ¿qué afecta y cómo?, etc.

⁵ Adaptado de Ochoa Rosso (ref. 13, p. 35); las entradas y salidas cambiarán según la clase de objeto estudiado.

3.3. LA CONCEPCIÓN FUNCIONAL

A diferencia de la concepción estructural que visualiza al objeto como un agregado de partes, la concepción funcional estudia dicho objeto como un proceso: como el conjunto de actividades requeridas para cumplir con una función o un propósito (fig. 3.3.): la producción de un bien, el lanzamiento de un nuevo producto, la operación de un sistema de transporte, el rediseño de un plan de estudios, etc.

Los enlaces que se indican en la figura 3.3. corresponden a relaciones de dependencia lógica o bien a flujos de información o materiales, tanto entre actividades como con el exterior del sistema.

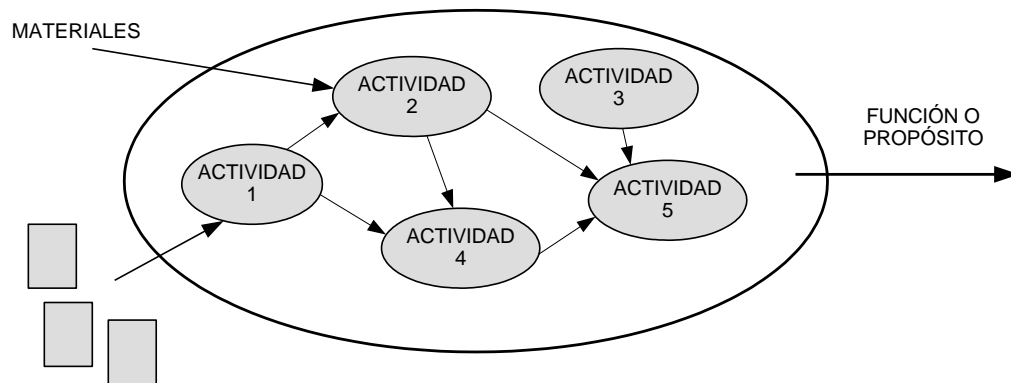


FIGURA 3.3. CONCEPCIÓN DE UN SISTEMA COMO UN SISTEMA DE ACTIVIDADES

Cada actividad puede desmembrarse en un conjunto de subactividades, de la misma manera que la función del sistema puede verse como una actividad de un sistema más amplio, lo que conduce a hablar de subsistemas y suprasistema, respectivamente. Este procedimiento de agregación o desagregación se puede seguir hasta alcanzar el nivel de detalle que se juzgue apropiado (fig. 3.4.).

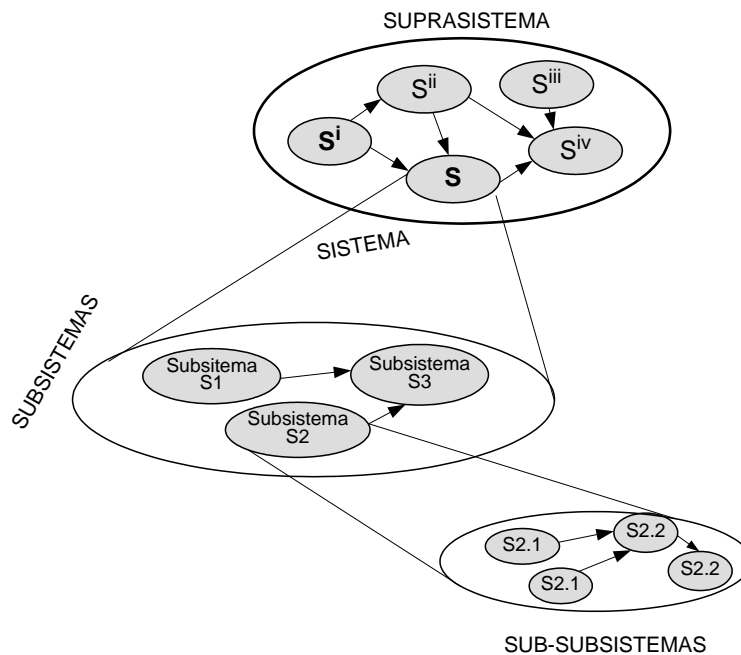


FIGURA 3.4. REPRESENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ACTIVIDADES A VARIOS NIVELES DE DETALLE

Una vez formulado el sistema de actividades, en una siguiente etapa este modelo podrá ser empleado como base para elaborar otro tipo de representaciones.

Por ejemplo, si la intención es diseñar o evaluar un sistema de información, se preguntará para cada actividad -o subactividad- lo siguiente:

¿qué información se requiere?

¿en qué forma?

¿de qué fuente? y

¿con qué frecuencia?

El modelo conceptual resultante representará flujos de información con estas características.

Si la intención es contratar personal, las preguntas serían:

¿qué perfil exige cada actividad? y

¿cuántas personas son requeridas por tipo de trabajo?

Cuando el propósito es mejorar la estructura y procesos organizacionales:

¿qué actividades son afines y conviene que queden bajo una línea de mando? y

¿en qué áreas conviene delegar autoridad y responsabilidad?

El nivel de detalle de los sistemas de actividades y la clase de preguntas por hacer están en relación directa con el o los problemas por resolver, por lo que los casos presentados sólo tienen como propósito ilustrar el papel y modo de uso del sistema de actividades.

Al elaborar un sistema de actividades -o cualquier otra versión basada en preguntas- no se intenta retratar lo que en la realidad se practica, pues esto es precisamente lo que se desea indagar. Los modelos conceptuales se formulan a partir de considerar en el terreno de la lógica qué actividades se requieren para cumplir con la función propuesta y a través de qué medios o con qué recursos se podrían ejecutar. Esto permite desarrollar una especie de lente para indagar en la realidad de manera selectiva en búsqueda de qué está mal y cuál es la razón; aunque, por supuesto, el modelo conceptual también puede ser empleado como base para el diseño del sistema objeto.

Lo que está mal puede deberse a una mala organización de actividades, a conexiones inadecuadas o a que en alguna actividad no se cumpla con lo previsto, ya sea en cantidad, calidad u oportunidad, afectando así al resto del sistema.

Para aquellas actividades que no se cumplen debidamente, se puede optar por investigar qué parte o qué elemento es el causante o, si se considera más apropiado, por hacer una desagregación de la actividad en subactividades y retomar las indicaciones del párrafo anterior.

La principal ventaja que ofrece esta concepción es evitar la recolección indiscriminada de datos o regresiones interminables (sistema, actividades, subactividades, partes, elementos, relaciones, atributos, etc.), ya que, como hemos visto, no es necesario conocer con detalle toda actividad y parte del sistema -sólo se “destapan” aquellas actividades que no operan adecuadamente.

Respecto a sus desventajas, destaca el hecho de que las organizaciones son diseñadas y operadas conforme a muchos propósitos y de muchas maneras, por lo que también pueden ser interpretadas de muchas formas, aspecto que escapa de la visión de esta concepción unifuncional y univalente.

Para mostrar el uso de la concepción funcional, considere el caso hipotético de una empresa, cuya problemática consiste en que los planes y programas de producción no se cumplen y por tanto los costos de producción se elevan al requerir turnos extra. La figura 3.5 corresponde al sistema de actividades construido para este caso.

Al contrastar este modelo con lo que en la realidad se practica, podría resultar que Ventas coloque pedidos directamente en Manufactura al no disponer de producto terminado en Almacén, pasando por alto el dar aviso a Planeación de la Producción, lo que distorsiona el programa elaborado.

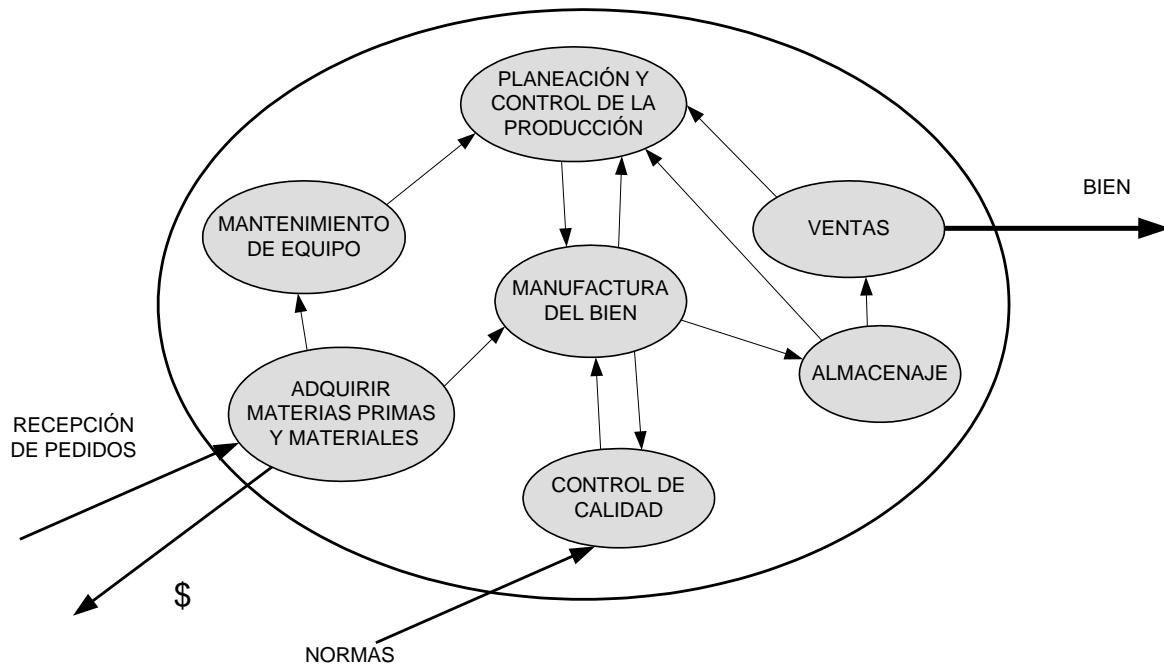


FIGURA 3.5. SISTEMA DE ACTIVIDADES EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA

Otra posibilidad es que Planeación de la Producción no tome en cuenta o no reciba con oportunidad el programa de mantenimiento y genere un programa de producción que no es factible.

El problema podría tener también un origen interno, esto es, que la actividad misma de Planeación y Programación de la Producción contenga fallas no atribuibles a enlaces o flujos externos, en cuyo caso quien estudia el problema podría analizar el proceso que se sigue y/o valorar otros factores como la experiencia del personal, volúmenes de trabajo, etc.

CAPITULO 4

GUÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

Cada una de las formas básicas para la concepción de un sistema lleva a considerar a un mismo objeto o problema desde distintas facetas. Así, la concepción estructural es útil para explicar el porqué de ciertas propiedades del objeto, la funcional para entender cómo opera y la de caja negra para aclarar el para qué, es decir, para definir el papel que juega el sistema en el entorno en que se desenvuelve.

Esto equivaldría, en el caso de un ser vivo, a lo siguiente:

- al conocimiento anatómico de sus partes;
- a la descripción funcional de sus órganos o grupos de órganos; y
- a una explicación de sus características, basada en la adaptación que ha desarrollado para sobrevivir en su medio ambiente.

A partir de esto, se genera la inquietud por desarrollar un procedimiento que sintetice estas tres formas básicas; que relacione el para qué, el cómo y el porqué en una guía única para la construcción del modelo conceptual. En la figura 4.1. se presenta una primera aproximación a tal procedimiento.

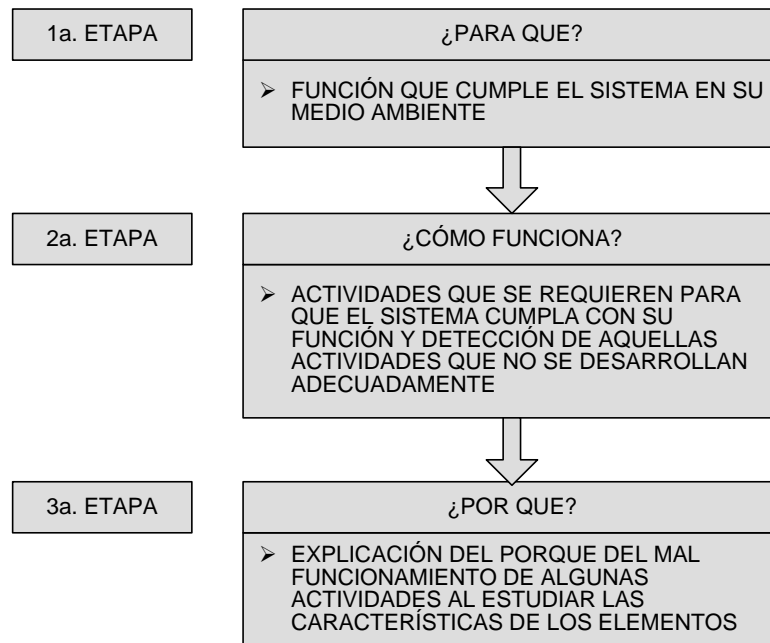


FIGURA 4.1. ETAPAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

El ordenamiento sugerido en el esquema se explica con base en el siguiente razonamiento:

Hemos comentado que en la concepción estructural -que se basa en conocer los elementos del sistema objeto, relaciones y atributos-, la principal dificultad consiste en definir qué elementos y qué atributos deben tomarse en cuenta para explicar las propiedades y comportamiento del sistema objeto.

Tales dificultades se reducen si la concepción funcional antecede a la estructural, ya que a la luz del buen o mal comportamiento de cada actividad es posible discriminar cuáles partes es necesario conocer con mayor detalle y cuáles no.

Finalmente, dado el carácter multifuncional y multivalente de los objetos, es imposible elaborar un sistema de actividades que los cubra por completo, por lo que la concepción de caja negra es útil para especificar qué funciones son de relevancia y desde qué punto de vista o visión del mundo se les estudiará.

Con base en estos comentarios, a continuación se presenta una versión más detallada del procedimiento general que se sugiere para la construcción del modelo conceptual.

PRIMERA ETAPA (basada principalmente en la concepción de caja negra)

- ⇒ Hacer una breve descripción de la problemática que se enfrenta.
- ⇒ Definir cuál o cuáles de las funciones, de entre las que se le atribuyen al sistema objeto, se relacionan con el problema planteado (ver notas 1 y 2).
- ⇒ Establecer la o las visiones del mundo desde las cuales debe ser analizado el problema, para lo cual se preguntará: ¿cuál es la razón por la que se considera importante el cumplimiento de cada función? (ver nota 3).

SEGUNDA ETAPA (basada principalmente en la concepción funcional)

- ⇒ Definir el sistema de actividades que se requiere para cumplir la función atribuida al sistema objeto, teniendo presente la visión del mundo adoptada.
- ⇒ Establecer las interconexiones entre actividades y con el exterior del sistema (fig. 4.2.).
- ⇒ Desarrollar el sistema de actividades en subsistemas hasta alcanzar el nivel de detalle requerido (fig. 4.3.).
- ⇒ En el caso de que se tengan varias funciones y/o visiones del mundo, se recomienda elaborar un sistema de actividades distinto para cada una de ellas.

TERCERA ETAPA (basada principalmente en la concepción estructural)

- ⇒ Una vez que se han formulado los sistemas y subsistemas de actividades, estos modelos se usarán como base para definir qué propiedades y qué elementos deben ser observados y estudiados para explicar el comportamiento del sistema.

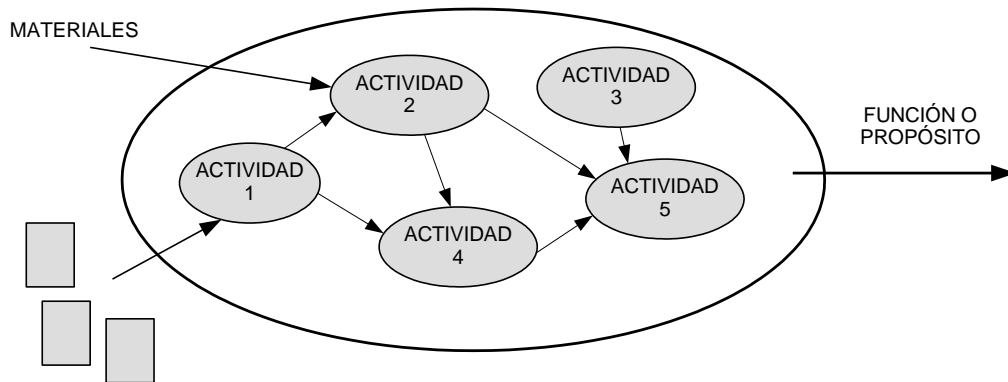


FIGURA 4.2. CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES

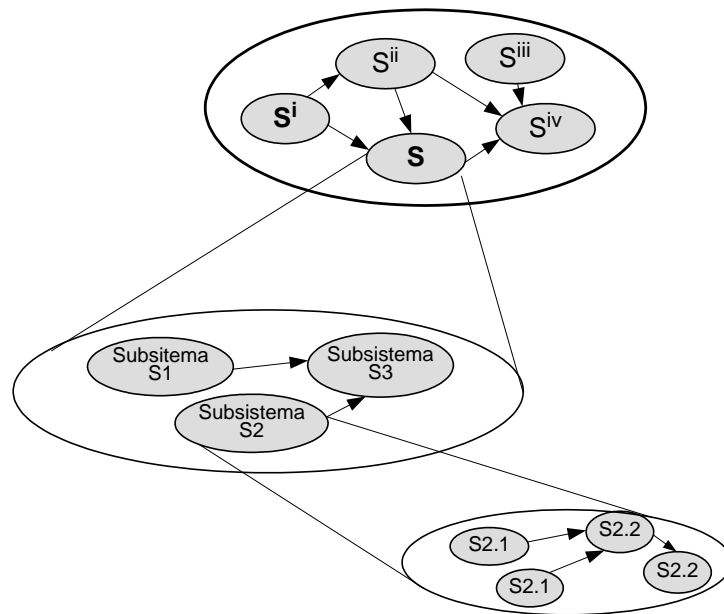


FIGURA 4.3. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE ACTIVIDADES A VARIOS NIVELES DE DETALLE

NOTA 1: El término de sistema objeto es aplicable a una entidad (empresa, centro de servicios, escuela, etc.), a un grupo de entidades en que se identifica una función o propósito común (industria del calzado, transporte, educación, etc.), o a una parte de una organización (ventas, distribución, almacén, etc.).

NOTA 2: Se entiende como una función cualquier bien, servicio u otra salida del sistema objeto. Por ejemplo, en una universidad: preparación de cuadros de profesionales, proyectos de investigación, servicios a la comunidad, un congreso, servicios de actualización, preparación de investigadores, diseños para la solución de problemas específicos, preservación de la cultura, preparación de atletas, espectáculos, etc.

NOTA 3: Por ejemplo, en una escuela-industria que tenga como funciones la producción de cierto bien y la capacitación de recursos humanos, podría pensarse en las siguientes alternativas en relación a la visión del mundo:

En cuanto a la función de producción: que el bien sea útil para la comunidad y así atraer su interés; que el bien tenga mercado para hacer autofinanciable la operación, que el bien sustituya importaciones; que el bien favorezca la integración de cierto tipo de industria; etc.

En cuanto a la función de la formación de recursos humanos: satisfacer una necesidad concreta; promover el desarrollo personal y por tanto no limitarse a aspectos técnicos; tomar en cuenta que los egresados serán futuros capacitadores en los centros de trabajo a que se adscriban; etc.

Para realizar un análisis más completo de las visiones del mundo se sugiere tomar en cuenta la opinión de los siguientes personajes:

El decisor: dueño, patrocinador o controlador del proyecto.

Los usuarios: aquellos que se verán beneficiados por el proyecto.

Los actores: las personas que llevarán a cabo las actividades necesarias para el cumplimiento de la función.

Otros: expertos, proveedores, sindicatos, etc.

Para finalizar, cabe recordar que, dado el carácter multifuncional y multivalente de los objetos, un modelo conceptual sólo es una narración entre muchas acerca de cómo interpretar un objeto y que por tanto no tiene un papel normativo, sino únicamente el de servir como medio o instrumento para indagar en los problemas y estudiar la posibilidad de introducir algún cambio.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

1. ACKOFF, Russell L. (1981) *Rediseñando el Futuro*, Limusa, México
2. CHECKLAND, Peter B. (1979) "Techniques in "soft" Systems Practice, Part 1: Systems Diagrams -Some Tentative Guidelines", *Journal of Applied Systems Analysis*, V. 6, p. 33-40
3. CHECKLAND, Peter B. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, Chichester
4. CHEN, Gordon K. C. (1975) "What is the Systems Approach?", *Interfaces*, V. 6, No. 1, p. 32-37
5. CHURCHMAN, C. West (1979) *El Enfoque de Sistemas*, Diana, México
6. FAJARDO Fajardo, Diego (1987) *La Construcción del Objeto de Estudio en la Planeación*, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México
7. FUENTES Zenón, Arturo y SÁNCHEZ Guerrero, Gabriel (1987) "Metodología de la Planeación Normativa", *Revista Contaduría y Administración*, No. 151, p. 103-118
8. FUENTES Zenón, Arturo (1989) *El Pensamiento Sistémico: Caracterización y Principales Corrientes*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México
9. GELMAN, M. Ovsei y NEGROE Pérez, Gonzalo (1982) "Papel de la Planeación como un Proceso Básico en la Conducción", *Revista de la Academia Nacional de Ingeniería*, V. 1, No. 4, p. 253-270
10. JENKINS, Gwilym M. (1969) "The Systems Approach", *Journal of Systems Engineering*, V. 1, No. 1, p. 56-82
11. KOSIK, Karel (1967) *Dialéctica de lo Concreto*, Grijalbo, México
12. MITROFF, Ian I., et al (1974) "On Managing Science in the Systems Age: Two Schemas for the Study of Science as a Whole Systems Phenomenon", *Interfaces*, V. 4, No. 3, p. 46-58

13. MITROFF, Ian I., (1977) "Towards a Theory of Systemic Problem Solving: Prospects and Paradoxes", *Int. J. General Systems*, V. 4, p. 47-59
14. OCHOA Rosso, Felipe (1985) *El Método de los Sistemas*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México
15. SACHS, Wladimir (1980) *Diseño de un Futuro para el Futuro*, Fundación Javier Barros Sierra, Centro de Investigación Prospectiva, México
16. SAGASTI, Francisco R. y MITROFF, Ian I. (1973) "Operations Research from the Viewpoint of General Systems Theory", *Omega*, V. 1, No. 6, p. 695-708
17. SUÁREZ Rocha, Javier (1989) *El Modelo del Diamante*, Cuadernos de Planeación y Sistemas, No. 5, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, México