



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CUADERNOS DE PLANEACION Y SISTEMAS

10



Método de los Sistemas

Felipe Ochoa Rosso

D-107

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CUADERNOS DE PLANEACION Y SISTEMAS No. 10
METODO DE LOS SISTEMAS

Felipe Ochoa Rosso

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

2a. Edición

Tiraje: 500 Ejemplares



F
1973
1820
77
811

El contenido de esta obra es responsabilidad del autor

PREFACIO

La literatura publicada en español sobre la teoría y práctica de sistemas es sumamente escasa, ya que un alto porcentaje de estas publicaciones son traducciones de libros provenientes de países cuya problemática es distinta a la nuestra, planteándose técnicas y procesos cuya aplicabilidad en nuestro medio es altamente discutible.

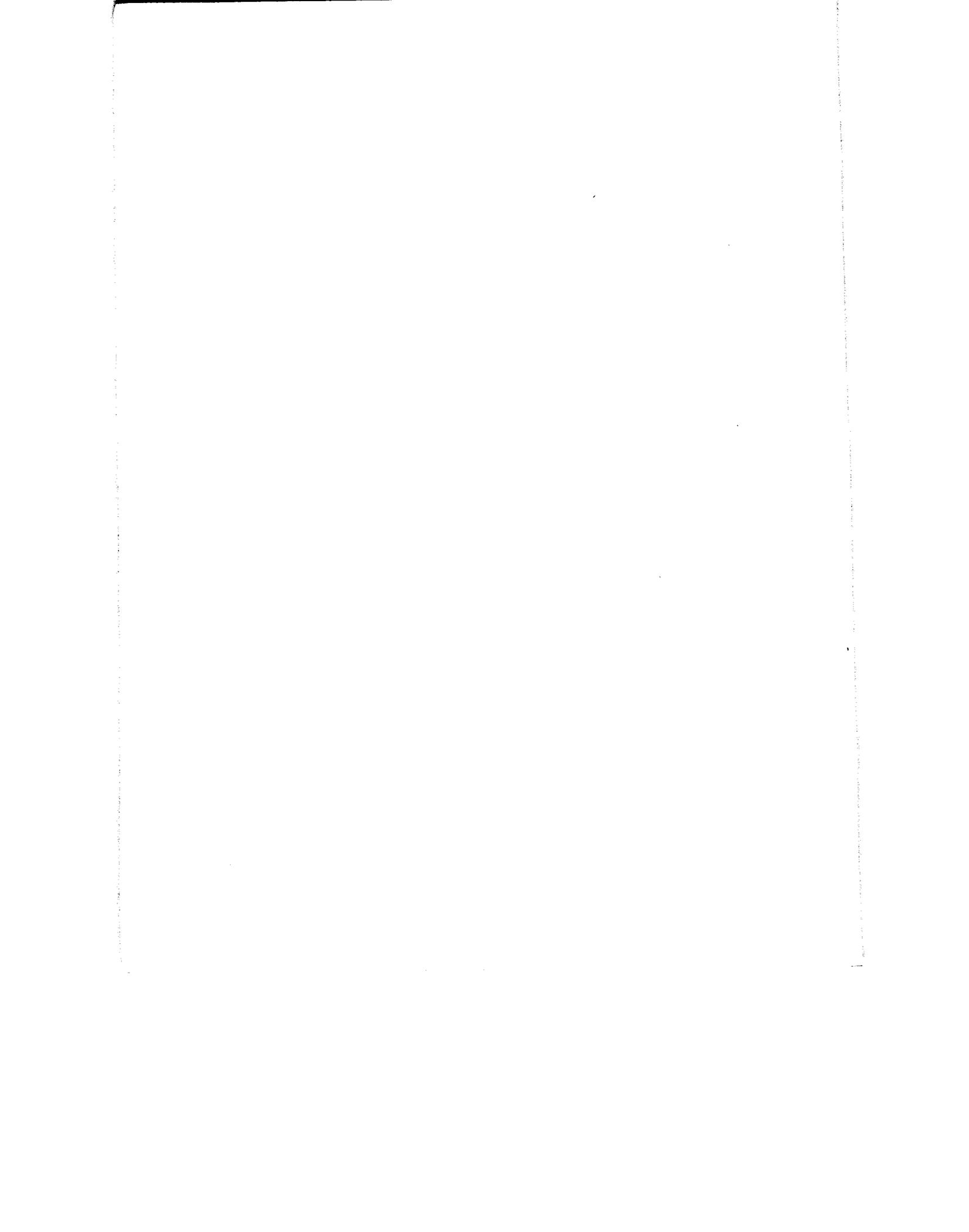
En la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de esta Universidad, se ha impartido el curso del Método de los Sistemas (Seminario de Planeación e Investigación de Operaciones), por el Dr. Felipe Ochoa Rosso, quien hace una síntesis de su amplia experiencia y conocimientos teóricos, y ha generado un proceso estructurado de solución de problemas de sistemas.

Con este motivo el alumno y ahora Maestro en Ingeniería Víctor Zárate Ramírez tuvo la iniciativa de realizar estos apuntes tratando de plasmar lo expuesto en dicha clase, para que otros alumnos cuenten con un elemento de apoyo para su mejor aprovechamiento y propiciar que estos conceptos trasciendan las aulas, y se conviertan en un texto de consulta para quienes se dedican a resolver problemas.

En la revisión técnica de la primera edición colaboró el Dr. Gabriel Sánchez Guerrero, la preparación de la segunda edición se debe a la labor del M.I. Gonzalo Negroe, la corrección de estilo a la Lic. Guadalupe Castro Díaz y la captura de la información a la Sra. Griselda Águila.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1 EL PORQUÉ DE LA COMPLEJIDAD DE LOS SISTEMAS	8
1.2 UNIFICACIÓN DE CRITERIOS Y CONCEPTOS DE SISTEMA	11
2. NECESIDAD DE UN MÉTODO SISTÉMICO	17
2.1.EL MÉTODO CIENTÍFICO Y SU OBJETO DE ESTUDIO	19
2.2 EL MÉTODO CIENTÍFICO EN UN MEDIO ALTAMENTE COMPLEJO	21
2.3 UN VIRAJE EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	23
3. EL MÉTODO DE LOS SISTEMAS	29
3.1 MODELO DE UN SISTEMA PRODUCTIVO	29
3.2 EL MÉTODO DE PLANEACIÓN	38
3.3 EL MÉTODO OPERACIONAL	51
3.4 VARIANTES DEL MÉTODO	56



CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

A medida que la ciencia avanza y la tecnología crea los medios necesarios para su aprovechamiento, la división del trabajo se presenta aceleradamente, incitando la creación de nuevas disciplinas y especialidades a tal grado que el profesionista siente cada vez más la necesidad de particularizar en cierta rama del conocimiento, y dedica la mayor parte de su esfuerzo intelectual en dicha tarea.

En contraposición con lo anterior, la creación de nuevas disciplinas, el surgimiento de nuevas actividades económicas, la evolución del pensamiento humano y hechos similares, resultado del incremento del conocimiento de los eventos de la naturaleza, de las necesidades mundiales, y del avance tecnológico, conllevan a una situación en donde la interacción de los elementos se hace cada vez más aguda y difícil de entender. El panorama global de las cosas llega a oscurecerse a tal grado, que resulta prácticamente imposible que un especialista, en cierta rama, logre captar de una manera clara la problemática que enfrenta.

El grado de complejidad de los sistemas productivos es un tema que preocupa de singular manera en la época actual. Sin embargo, no debemos conformarnos con entender solamente que el mayor grado de complejidad de éstos estriba en la multiplicidad de las interacciones de sus componentes, cabe también cuestionar el porqué los sistemas de nuestro tiempo muestran una creciente complejidad y de nuestras limitaciones para conocerlos.

En lo sucesivo, el contenido de estas notas giran en torno a un punto central: el abordar situaciones complejas en un evento que resulta sencillo, si se tiene una mente clara y abierta y si se fomenta la capacidad de aprender de los problemas particulares sus rasgos generales. Es por esto que el lector observará de manera insistente un llamado a la formación de profesionistas con una amplia visión de los sistemas.

1.1. El porqué de la complejidad de los sistemas

El vocablo "complejo" es un término que ha sufrido un proceso de transformación semántica, que avanza conforme se incrementa la confusión y el número de componentes que convergen en un fenómeno, llámese inflación, empresa, sector, institución, etc., siendo frecuentes en todos los medios frases como: la problemática del sistema que se está estudiando, pero ha resultado ser demasiado "compleja" y en consecuencia de "muy difícil solución". Si el citado proceso continúa, es probable que en el futuro la palabra "complejo" será sinónimo de "imposible" o de "sin solución".

Esto no sería importante de no ser por los hechos que están involucrados. Nos estamos convenciendo cada vez más de que en efecto, los problemas crecen a tales magnitudes que empiezan a poner en duda la capacidad creativa de los hombres.

Es preciso detenerse un poco y reflexionar acerca del hecho y respondernos, ¿por qué los problemas continúan incrementándose y son cada vez más graves? No podemos esperar ayuda para que alguien venga de pronto y los solucione.

Si se quiere emprender la tarea, es menester comenzar por resolver el problema básico de percibir los problemas como "complejos". Para esto, es necesario indagar sobre los mecanismos y estructuras que la gente posee y que le hacen ver cosas "complejas".

El foro idóneo para enfrentarse al fenómeno y promover el cambio es sin lugar a dudas en el que estamos inmersos, esto es, ante alumnos y egresados de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, especialmente aquéllos de las maestrías y doctorados de Planeación e Investigación de Operaciones.

Si se les preguntara acerca de los tipos de sistemas que ellos conocen, las respuestas vendrían de inmediato diciendo: sistema social, solar, matemático, de transporte, económico, de información, humano, alimentario, productivo, industrial, educativo, agrícola, natural, animal, etc.

Así, observaríamos fácilmente que el listado podría haber sido prácticamente interminable. Como segunda interrogante, sería interesante preguntar acerca de los diversos tipos de problemas. Seguramente las respuestas serían problemas de: control, capacitación, recursos, sociales, planeación, inventarios, decisiones, redes, administrativos, organizativos, transporte, financieros, personal, optimización, rendimiento, mercado, línea de espera, eficiencia, información, etc.

Respecto al concepto sistema, las respuestas son:

- Conjunto de elementos que interactúan y tienen un objetivo común.
- Conjunto ordenado de procedimientos, relacionados entre sí, que contribuyen a realizar una función.
- Serie de funciones, pasos o procedimientos, que permiten obtener un resultado predeterminado.
- Conjunto de partes, elementos, componentes o funciones interrelacionados, que conducen a un fin específico.

Esta situación nos conduce a pensar que existe una enorme variedad de tipos de sistemas y una cantidad aún mayor de tipos de problemas, lo cual nos lleva a la conclusión de que para entender su estructura y dar solución a ciertos problemas que se generan en los sistemas, habrá que limitarse a un cierto tipo de ellos, lo que equivale a pensar, afirmar y justificar la existencia de los especialistas como vía indispensable para poder encararlos.

Es preciso detenerse un momento y meditar un poco acerca de los listados anteriores. Se dio como ejemplo de sistema el productivo, ¿Cuáles serían los sistemas que se incluyen en el sistema productivo?, ¿No es acaso el sistema alimentario, un sistema productivo?, si la respuesta es afirmativa, entonces ¿Cómo podemos definir lo que es un sistema productivo?

Estas dudas sirven para debilitar la clasificación anterior. Como inferencia, se puede decir que algunos sistemas contienen a otros (el sistema productivo al industrial); lo más importante de esta afirmación es el hacer sentir la necesidad de integrar los sistemas y crear un todo.

10 El método de los sistemas

Una característica que destaca en el listado es la inclusión de cierto tipo de sistemas como el solar, el natural o el animal; que mantienen una condición permanente, esto es, no han sido creados por el hombre, a diferencia de los restantes.

El listado de problemas también resulta caótico y contradictorio; por ejemplo, los problemas referentes a líneas de espera, redes o inventarios, ¿acaso no son de optimización?, los problemas administrativos, ¿no son organizativos?, o los de rendimiento, ¿no son de eficiencia?

Destaca a su vez la tendencia a asociar tipo de problemas con tipos de sistemas; por ejemplo, sistema económico con problema económico, sistema de información con problemas de información, sistemas de transporte con problemas de transporte. Estas relaciones a qué se refieren, ¿Son problemas, son sistemas o ambos?

Otra clara asociación es con respecto al tipo de problema y a la herramienta matemática utilizada, tal es el caso de inventarios, redes, líneas de espera, etc.; esto nos lleva a preguntar si podemos asociar un problema con la teoría que lo estudia; de responder afirmativamente, existiría un mecanismo o procedimiento que contribuyera a asociarlos rápidamente en el momento de enfrentar una situación real; es decir, existiría un método que garantizara la validez de relacionar un fenómeno real con un algoritmo.

Integrado a este panorama, se tienen vagas definiciones de sistemas, que parecería que no se refieren a situaciones específicas, que no dan importancia sobre lo que hace el sistema y para quien se hace.

Los problemas a que nos enfrentamos cotidianamente o aquéllos que nos afectan de un modo u otro, ya sea en el ámbito nacional o en el entorno de una pequeña empresa, siguen permanentemente acrecentándose, a tal grado que han llegado a obstaculizar gravemente el progreso del país y de las empresas e instituciones como unidades productoras. Constantemente sentimos severos fracasos profesionales por no saber o no entender cómo mejorar; sentimos la necesidad de prepararnos para poder diagnosticar situaciones más fácilmente. Se intuye que algo marcha mal, de que algo tiene que hacerse, que podemos ser más eficientes y oportunos.

Debe responderse a este confuso esquema mediante reflexiones que conlleven sistemáticamente a estructurar la visión que tenemos sobre la realidad, para así establecer un proceso que coadyuve a solucionar los problemas. En esta línea surge el cuestionamiento sobre una estructuración común de sistemas y de problemas de sistemas, para su solución.

Así, la respuesta sería a través de una conducta sólidamente fundamentada y con la idea de que la solución de problemas debe ser un proceso estructurado, elevado a rangos entendibles, fáciles y sencillos.

Debe quedar claramente establecido que la realidad compleja se alimenta también de una mentalidad también compleja, esto es que el estado caótico con el que captamos las cosas, se debe a que nuestra mente también lo es al conceptualizar la realidad. No hemos aprendido a establecer estructuras que nos conduzcan a elementos sencillos y nos ayuden a resolver los problemas, que nos permitan extraer de los sistemas sus componentes significativos y comunes.

Si somos consecuentes con este pensamiento, el contenido de estas notas se dirige a estructurar los sistemas, en su problemática y en su solución, para coadyuvar a que el generalista oriente y conduzca situaciones de su profesión.

1.2. Unificación de criterios y conceptos de sistema

La estructuración del proceso de solución de problemas de sistemas parte de un conjunto de premisas que se plasman en los conceptos utilizados en estas notas y que conforman un criterio de visión del mundo.

Obviamente, algunos de los conceptos y criterios que se exponen, así como ciertos planteamientos podrían ser cuestionados; sin embargo, es necesario aclarar que no se desea con estas notas presentar un foro abierto a discusión. Se pretende exponer una visión del mundo para obtener una manera eficiente y efectiva para enfrentar problemas; se deja a criterio del lector cualquier cuestionamiento.

Al hablar de sistema nos referimos a la forma o manera cómo un elemento o conjunto de elementos realiza una función con un objetivo determinado.

12 El método de los sistemas

Existen sistemas naturales y sistemas humanos. Los sistemas naturales son producto de diversos aspectos de la naturaleza: la lluvia, las estaciones del año, el sistema planetario solar, etc. En estos sistemas el hombre, a través de las disciplinas científicas, describe y explica los fenómenos, puede llegar a pronosticar su comportamiento aplicando como instrumento el método científico e incluso puede llegar a alterarlos para satisfacer sus necesidades.

Los sistemas humanos son aquellos diseñados por el hombre: el sistema de drenaje profundo, el sistema alimentario mexicano, el sistema de transporte, el sistema educativo, el sistema socio-político, etc. En estos sistemas el hombre, a través de los sistemistas, hombres con mentalidad sistémica, no sólo describe y explica los fenómenos, y cabe la posibilidad de alterar y predecir su comportamiento. Esta última cualidad establece la diferencia entre los sistemas natural y humano

Los sistemas humanos, sistemas hechos para el hombre y por el hombre, son el punto focal de tratamiento de estas notas, por la relación que tienen en la formación profesional y en las áreas de trabajo de interés.

Los sistemas humanos pueden ser subclasificados en: sociales y productivos, cuya similitud radica en el hecho de que participan elementos humanos y la diferencia en que los elementos físicos son componentes de mayor trascendencia en los sistemas productivos.

Son ejemplos típicos de sistemas sociales: el sistema legislativo que se encarga de establecer las leyes de un Estado para normar las actividades, actos y relaciones de sus integrantes; el sistema de producción capitalista y el sistema de producción socialista; la religión, que puede enfocarse como un sistema religioso mediante el cual el hombre intenta reconciliarse con su supuesto creador; también puede ser ejemplo de este subgrupo de sistemas, tomando al individuo como unidad social, el sistema moral, cuya esencia normativa establece reglas que el hombre ha de cumplir para ser bueno, trata sobre el deber ser; tiene componentes (conciencia, espíritu) que interactúan (autorreflexión) para lograr un objetivo (el ser bueno).

Del subgrupo de sistemas productivos, cuyo objetivo general es satisfacer necesidades materiales del hombre, se pueden enunciar como ejemplos: el sistema hospitalario nacional, el sistema agropecuario, el sistema de la industria del calzado en León, el sistema ejidal de San Pedro en Puebla, el sistema de limpieza

metropolitano, etc. Sin excepción, en todos existen elementos (espacio físico, mobiliario, tecnología) que de alguna manera cumplen una función (producir), orientada hacia un objetivo (satisfacer necesidades materiales humanas).

En los sistemas correspondientes a ambos subgrupos, existen elementos humanos significativos que sin ellos se anula o desintegra el sistema; existen elementos físicos cuya importancia relativa permite diferenciar unos de otros; en los sistemas sociales podría llegar a excluirse, en cierto momento, un elemento físico sin que necesariamente significara la desaparición del sistema (sin templos la iglesia puede seguir funcionando, sin palacio legislativo las leyes pueden seguir operando); por el contrario, el sistema desaparece cuando se excluye un elemento (sin tierras para sembrar el sistema agrícola no tiene razón de ser, cuando menos con la tecnología actual; sin maquinaria y equipo la fábrica de calzado se vería imposibilitada para producir). Vale la pena aclarar, que no se intenta minimizar, ni maximizar o anular en un momento dado los elementos físicos, sino simplemente resaltar la importancia relativa que tienen en los sistemas sociales y en los productivos.

Las diversas clasificaciones que se hacen de los tipos de sistema atienden necesidades de agrupación específicas de objetivos particulares, es decir, se adopta un ordenamiento dependiendo de la perspectiva que se tenga o se quiera. Esta clasificación se basa fundamentalmente en la tesis que sostiene que independientemente de que se ubiquen en un lugar u otro, en épocas diferentes, con magnitudes distintas y con niveles de agregación diversos, tienen mayor significado y validez las similitudes entre sistemas de un mismo grupo o subgrupo, que sus diferencias o particularidades, hecho que se remarca en los sistemas productivos; lo anterior facilita en gran medida la tarea del generalista, con la posibilidad de estructurar procesos de solución de problemas como el que se describe.

Se define sistema productivo, en términos generales, como la forma o manera de cómo un conjunto de elementos humanos, físicos y mecánicos, interrelacionados y estructurados, desempeñan la función de producir bienes o servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad. Para describir con mayor exactitud un sistema, se considera: los elementos que intervienen en la función que se realiza, los que no intervienen, los que se ven afectados de alguna forma, la liga entre los elementos que intervienen, la forma de desarrollar la función, la bondad con que el sistema desarrolla la función entre otros.

En párrafos anteriores se ha hecho referencia a dos aspectos que vale la pena considerar en esta breve unificación de criterios y conceptos: problema y proceso estructurado.

Existen tratados que dedican parte de su contenido a definir el concepto de problema, sin ahondar en ello, consideremos como definición aceptable la siguiente: problema es la contradicción entre un estado real y un estado deseado de las cosas (puede tratarse de la destrucción o moderación de algo existente pero indeseado, o bien la adquisición o logro de algo ausente pero deseado), es decir, cuando existe una contradicción entre nuestros objetivos y la realidad presente. Esta definición no pretende ser universal para todos los pensamientos, sino establecer con cierta amplitud su fundamental coincidencia genérica.

Algo que resulta de mayor interés es lograr una tipificación de los problemas. Para ello debemos conservar la condición de referirse a un tipo de problema en función de su tipo de sistema. Retomando los sistemas de interés (los productivos) es posible proceder a una subclasificación mayor, en la que se considere, por un lado la estructura ya definida y por el otro, la secuencia que siguen en el tiempo, para poder asociar tipos de problemas.

Con estas condiciones, un sistema productivo primero se crea; entonces, el primer tipo de problema que se presenta es el de crear el sistema, que aún no existe.

Posteriormente, cuando el sistema existe se inician una serie de condiciones que llevan a la aparición de problemas de diversa índole; los de operación, que pueden ser: de corrección o mejoramiento y de operación; y problemas de magnitud del sistema existente: de expansión y de contracción.

Algunos ejemplos de tipos de problemas:

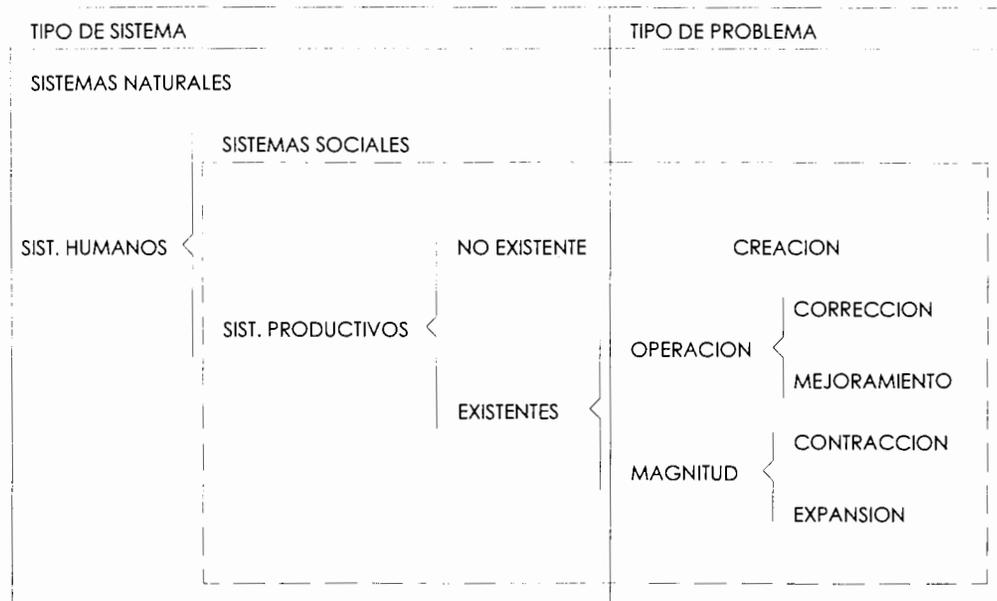
- a) Problemas de creación de sistemas. La instalación de una planta enlatadora de piña en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. El problema es crear un sistema.
- b) Problemas de corrección. La industria metal-mecánica de la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, no ha producido los bienes de capital que se había propuesto como meta para satisfacer las demandas regionales. El problema es corregir el sistema.

- c) Problemas de mejoramiento. Petróleos de Venezuela ha alcanzado las metas propuestas para el período 78-82, sin embargo, se ha observado que las utilidades pueden aún ser superiores. El problema es mejorar el sistema
- d) Problemas de expansión. D.M. Nacional, fabricantes de muebles para oficina, ha visto la posibilidad de un nuevo mercado en estantería y desea instalar una nueva línea de producción. El problema es la expansión del sistema.
- e) Problema de contracción. La industria automotriz de E.U. ha visto reducida fuertemente la demanda nacional de automóviles y ve escasas posibilidades de exportar a un precio competitivo, por lo que la mayoría de las empresas han decidido reducir su producción. El problema es la contracción de un sistema.

Por último, un proceso es un conjunto de fases de un fenómeno o bien la sucesión o secuencia de operaciones concatenadas; estructurar es ordenar las partes de un todo. De este modo, al hablar del Método de los sistemas se está haciendo referencia al Proceso estructurado de solución de problemas de sistemas productivos. Posteriormente se proponen dos métodos para realizar una adecuada tipología de problemas.

En resumen, considerando tipo de sistemas y tipo de problemas, se presenta el siguiente cuadro:

CUADRO 1. TIPOS DE SISTEMAS Y DE PROBLEMAS.



Nota: La línea punteada señala el área de aplicación preferencial del proceso.

CAPITULO 2

NECESIDAD DE UN MÉTODO SISTÉMICO

Indiscutiblemente estamos viviendo una época en la que nuestra sociedad se conduce de manera caótica. Las equivocaciones en la conducción saltan a la vista, vivimos en un mundo donde los actores permanecen inconformes e intranquilos.

Esta afirmación surge al observar algún diario de cualquier país, o bien, preguntar a una persona medianamente enterada acerca de las soluciones a cierto tipo de problemas. En México continuamente se informa sobre soluciones incompletas o parciales a problemas graves en los que estamos involucrados, al modificar una situación no deseada, se alteran elementos que en principio no causaban dificultades..

Así por ejemplo, al abastecer de agua potable a parte de la zona sur de la ciudad de México, se priva del preciado líquido a numerosos ejidos del estado de México, lo que afecta a miles de campesinos. Al construir nuevas líneas de METRO o nueva infraestructura vial, se desaloja de sus viviendas a miles de familias que obviamente son perjudicadas. Al operar cierto tipo de industrias o al construir presas en determinados sitios, se ve afectado el ecosistema de la región.

Se observa en las ciencias básicas (física y química) avances que han permitido un conocimiento y dominio amplio de sus objetos de estudio. Así también en las disciplinas técnicas, cuyo prototipo es la ingeniería, que mediante sus diversas ramificaciones han originado grandes cambios en nuestra forma de vida. En las ciencias naturales (biología y medicina) sus logros son también ampliamente reconocidos. El último grupo en esta simple clasificación lo constituyen las disciplinas económico-sociales, limitadas en su propósito para conocer y entender la realidad, predecirla o modificarla.

De lo anterior surgen algunos comentarios. Al observar los grupos en una escala cuyos extremos fueran las ciencias básicas y las disciplinas económico-sociales, el componente humano se incrementa considerablemente. Como consecuencia de este componente humano, el método de investigación utilizado denota una característica diferenciadora: mientras que las ciencias básicas se han apoyado sustancialmente en el método científico, éste no ha funcionado como debiera en algunas disciplinas técnicas y menos en las económicas o sociales. El método científico formula teorías o modelos, los verifica mediante la información de sistemas existentes; de no corresponder se vuelven a formular teorías o modelos; de suceder lo contrario los utiliza para predecir nuevas observaciones y volver a verificar con nuevos datos, refinando así el modelo iterativamente hasta que pueda preverse con confianza el comportamiento del sistema, con el margen del error esperado, dada la imprecisión de las observaciones.

Al trasladar este método al estudio de los sistemas en los que interviene con mayor proporción el hombre, se olvida que vive en constante creación, autorreflexión y modificación de su conducta, lo que origina que los modelos elaborados con el método científico no se puedan corroborar o corregir por lo repetitivo de los fenómenos.

Esta situación ha generado el enfoque de sistemas, que parte de la condición de que cualquier problema debe analizarse asociado al concepto de sistema. Consiste en una forma de pensar y de razonar en la que se abarca el todo (sistema), sin olvidarse de sus partes (subsistemas), y en el que se consideran las interacciones entre estas partes, entre las partes y el sistema, y entre el sistema y su medio ambiente; parte del criterio de que siempre existen varias alternativas y cursos de acción para escoger los que conduzcan a un sistema satisfactorio.

Asociado al enfoque de sistemas existen diversas metodologías como el proceso estructurado de solución de problemas de sistemas productivos, que se explica en el siguiente capítulo. Antes de esto es conveniente reflexionar sobre la solución de problemas.

2.1 El método científico y su objeto de estudio

Nadie se atrevería a negar los logros que la ciencia ha tenido. Evidentemente el acelerado desarrollo de nuestra forma de vida en los últimos cinco siglos (especialmente en el actual), se lo debemos fundamentalmente a la ciencia, a tal grado que puede afirmarse que ésta es probablemente el desarrollo más importante en la historia de la humanidad.

El inicio del desarrollo de la ciencia moderna lo debemos indudablemente a los griegos, a su ansia por saber, investigar el cómo y el porqué el mundo es como es. Un análisis sobre esta génesis nos remonta a tales épocas y, aún más, a los egipcios, hebreos y babilonios; sin embargo, esto no es motivo del tema que nos ocupa, la intención es sólo retomar hechos científicos que la historia ha registrado, para entender la naturaleza del pensamiento de sistemas, que se da después de la segunda mitad de este siglo.

Durante el Renacimiento se alcanza un destacado proceso intelectual que reemplaza la visión medieval del mundo con la creada por Copérnico, Kepler, Galileo y Newton; esto es, de una visión mágica de los fenómenos a una visión objetiva, científica.

Toda disciplina, cualquiera que sea, se caracteriza por tener un objeto material de estudio que es parte de la realidad que se desea estudiar, y un objeto formal que es el punto de vista desde el que se desea hacerlo; por ejemplo, la psicología y la medicina tienen el mismo objeto material de estudio, el hombre, pero difieren en su objeto formal; ya que la primera lo hace desde el punto de vista de su conducta (en la actualidad con sus implicaciones fisiológicas), mientras que la segunda desde su fisiología (con sus implicaciones psíquicas). El Sistema estudia el todo (con mayor énfasis lo hecho por el hombre y para el hombre), que constituye su objeto material, mientras que las relaciones entre sus elementos y las de éstos con el medio ambiente integran su objeto formal.

Definir formalmente los objetos de estudio de la ciencia resulta sumamente difícil si se considera que ésta abarca múltiples disciplinas que han surgido en el proceso histórico incrementándose constantemente, lo que contribuye a la conformación de disciplinas híbridas. Es más fácil y provechoso abstraer los objetos de estudio de las disciplinas significativas, que tipifican un período o época, fusionarlos, y llamarlos simplemente objeto de estudio.

20 El método de los sistemas

Como ejemplo: Copérnico orienta su capacidad hacia la astronomía; Kepler, sin comparar sus logros con los de Copérnico, se dirige hacia lo mismo; Galileo, además de la astronomía, invade los campos de la física y la matemática; Newton, además de abarcar el foco de interés de Galileo, incluye la filosofía en su visión cosmogónica.

Posteriormente se amplía a través de personajes tales como: Boyle que introduce el análisis en la química; Cavendish que estudia la composición del agua y las propiedades del hidrógeno; Darwin que crea su teoría evolucionista; y Mendel que sienta las bases de la genética.

El panorama del conocimiento a mediados del siglo pasado conduce a August Comte a situar las ciencias, en un orden natural, de la siguiente manera: matemáticas, astronomía, física, química, ciencias biológicas y sociología (que surge basada en Kant, Hegel y Marx). Comte observa un aspecto que se abordará posteriormente, abre las puertas al enfoque de sistemas, esto es, cada ciencia o disciplina resulta más compleja de aquellas que le anteceden.

En el transcurso del presente siglo, el escenario sigue modificándose. Tres hechos son sobresalientes: primero, aparece formalmente la psicología y con ello el estudio objetivo de la conducta del hombre; segundo, la acumulación de conocimientos ramifica cada vez más las ciencias; tercero, como consecuencia de lo anterior, surgen las disciplinas híbridas.

Producto de ello y a pesar de ello, la evolución sigue y el mundo se muestra cada vez más complejo.

Un análisis de los elementos comunes relevantes en las disciplinas nos permite establecer que la ciencia se desarrolla gracias a su columna vertebral, el enfoque analítico, que a su vez se representa por su método: el análisis. Este marco obviamente está determinado por un objeto de interés, que coincide en todas las disciplinas que siguen el método, con la escasa o nula intervención del hombre, se refieren en su mayoría a un objeto natural.

En estas condiciones funciona el reduccionismo y la causalidad, son las bases que sustentan el método científico. El reduccionismo sostiene que las cosas pueden ser reducidas (átomos en física, sustancias simples en química, células en biología, instintos básicos en psicología) y partiendo de ellas es posible explicar las

totalidades. La causalidad explica los fenómenos o efectos a través de las causas que los provocan. Estos dos pilares del método científico (reduccionismo y causalidad) conducen a un pensamiento determinista, es decir, la ciencia no necesita conceptos teleológicos, el mundo puede ser visto como una máquina o mecanismo cuyo comportamiento está determinado por su propia estructura, lo que se conoce como mecanicismo. Así, en la escala de valores del científico, la verdad se ubica en lo más alto.

Con estas características del objeto de estudio es posible entender, describir, explicar y tratar de predecir un fenómeno, y se hace factible el uso del método científico para abarcar la totalidad de la realidad, motivo de estudio.

Este nivel de conocimientos no es posible crear, porque cuando se crea un objetivo, y si existe éste, existe la teleología como elemento indispensable y por tanto en el método científico cae un sustento que limita cierto tipo de problemas en la ciencia. Esto es lo que provoca, sin lugar a dudas, primero la necesidad y luego el surgimiento del método de los sistemas.

De la experiencia se deriva lo siguiente: ligar dos elementos científicamente sobresalientes en su momento histórico, es el legado de Newton (las leyes de Kepler acerca del movimiento de los cuerpos celestes y las de Galileo sobre los movimientos de los cuerpos en la tierra); esto resulta sencillo de comentarlo en unas cuantas líneas, pero imaginarlo y aún realizarlo parece imposible con los recursos del hombre, a tal grado que pocos personajes pueden ser capaces de ello. Indudablemente, Newton poseía un "don" que nos han hecho creer que es privativo de los hombres de ciencia, el don de la creatividad.

2.2. El método científico en un medio complejo

En el primer capítulo se consideró el análisis del vocablo "complejo" como sinónimo de "imposible de entender"; ahora se incorpora la característica de estar integrado por "múltiples y variados elementos".

Aplicar el método de la ciencia al complejo mundo actual no es sencillo, debe considerarse lo siguiente:

El primer aspecto que resalta es la posibilidad de repetir el mismo fenómeno de interés, un número indeterminado de veces. Se puede imaginar fácilmente a un

químico mezclando dos sustancias sucesivamente hasta poder alcanzar la comprobación o refutación de sus hipótesis, pero resulta muy difícil pensar en un empresario cuyo interés sea repetir en la realidad los eventos que lo condujeron a un fracaso, o a un conjunto de economistas interesados en repetir cada uno de los pasos que condujo a una nación al desastre.

Los elementos que componen el objeto de estudio de un científico, pueden ser abordados con un pensamiento causal; la tierra, por ejemplo, puede ser expresada absolutamente en estos términos, no es posible atribuirle un objetivo o deseo, como el estar girando alrededor del sol. En cambio, en una fábrica, cada uno de sus elementos y el sistema en conjunto, tiene objetivos deseados y éstos deben ser alcanzados.

Por lo anterior, se afirma que en la mayoría de las ocasiones el objeto de estudio de la ciencia es laboratorizable, es decir, aislable de los elementos que conforman su medio ambiente, tal como el científico lo logra en su laboratorio cuando estudia el desarrollo de una comunidad bacteriana en una caja de Petri. En contraste, existen casos como los citados en los que el fenómeno no es posible de laboratizar, lo que implica, la necesidad de métodos alternativos para su estudio.

Sería fácil demostrar que a medida que nuestra civilización avanza, los períodos que transcurren entre un descubrimiento científico y un desarrollo tecnológico se acortan cada vez más. Al disminuirse este tiempo, la ciencia y la tecnología se vinculan más y se entrelazan los intereses y objetivos de una y otra. La tecnología se ha dedicado a crear los medios necesarios para el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales en favor del hombre (y en menor medida para las especies involucradas en su actividad productiva). Consecuentemente, toda tecnología ha de ser implantada en un medio cuya naturaleza indudablemente está ligada al hombre y a su actividad.

Con esta secuencia sencilla vemos la posibilidad de ligar ciencia y sociedad a través de la tecnología. Por asociación intentamos trasladar el método de las ciencias al mundo donde las innovaciones tecnológicas se dan en presencia del hombre, de su conducta, de sus relaciones de producción, de sus objetivos, los que en ocasiones son caprichos fortuitos, irrepetibles, sin posibilidad de laboratorizarlos.

Lo anterior muestra, aunque de una manera breve y parcial, la imposibilidad de trasladar el método de la ciencia a la realidad tan compleja y caótica; sin embargo, esto da pauta para que surja el método de los sistemas como herramienta complementaria para la solución de problemas.

2.3. Un viraje en la solución de problemas

Alguien dijo en una ocasión que el número de personas muertas desde la época de los egipcios hasta la actualidad es equiparable al número de personas que viven en este momento sobre la faz de la tierra. Esto da una idea de la magnitud de los recursos que se requiere para satisfacer las necesidades que imperan en la época contemporánea.

Se han dado adelantos impresionantes en la ciencia y en la tecnología. Por citar sólo algunos ejemplos: un azteca caminando para trasladarse de un sitio a otro, a una velocidad de 7 kilómetros por hora aproximadamente; en 1900 la velocidad que el hombre puede alcanzar a través de un aparato es de 130 km/h; en 1945, es de 1120 km/h; y en la actualidad, con los modernos cohetes espaciales, de 40 000 km/h; es decir, 35 veces más rápido que hace 35 años, 300 veces más rápido que a principios de siglo y 5700 veces más rápido que un azteca caminando por la gran Tenochtitlan. Comparaciones similares pueden hacerse en otros campos del conocimiento; siendo evidente en la computación, simplemente casi todos los profesores de la Facultad de Ingeniería son producto de la era de las reglas de cálculo).

Estos aspectos nos llevan a pensar e imaginar la complejidad prevaleciente y reflexionar acerca del mundo en que viviremos en los próximos 20 años.

Como paradoja de nuestra época, a medida que por una parte la complejidad de los sistemas hechos por el hombre continúa aceleradamente, por otra se observa que las disciplinas de la ciencia y el instrumental de las profesiones se especializa cada vez más. En efecto, el proceso reduccionista de análisis identifica continuamente campos específicos del conocimiento, que conducen a la especialización.

Este hecho es preocupante debido a que la múltiple interacción de los elementos que componen los sistemas productivos, su diversidad, y los campos profesionales que abarcan distintas interrelaciones, así como los impactos que generan en el

entorno, dificultan el análisis independiente y especializado de los componentes del sistema. De hecho, la comprensión de la estructura de los sistemas productivos, de su comportamiento y evolución lleva más a un ejercicio sintético de las partes, como componentes inseparables del todo, que a un proceso analítico de los componentes aislados, sin la atención debida a sus interrelaciones.

Lo anterior presenta la dificultad para manejar sistemas complejos. Por una parte se requiere un modo de pensamiento sintético, mientras que en la realidad la tendencia de las profesiones es más con un enfoque analítico de sus componentes.

Afortunadamente se ha empezado a dar respuesta a este hecho y desde la década de lo años 20 (algunos autores citan la época entre las dos guerras mundiales), han aparecido diferentes modalidades mediante las que se intenta abordar la complejidad, aunque muchas de ellas han fallado en su intento.

Como antídoto a la paradoja señalada anteriormente, se responde inicialmente con los llamados grupos multidisciplinarios, que descomponen el problema en subproblemas tratables por medio de disciplinas uniprofesionales; por ejemplo, imaginemos que se requiere construir una presa, para lo cual mandamos llamar a un grupo formado por geólogos, ecólogos, economistas, topógrafos, sociólogos, especialistas en mecánica de suelos, en estructuras y en movimiento de tierras, se les plantea el problema y a cada uno se le envía a su cubículo a trabajar en la ubicación de la presa. Al tratar de reunir las soluciones, seguramente todos ubicarían la cortina en diferentes lugares, puesto que la solución no es un punto de vista parcial, ni el centroíde de las opiniones, cuyo resultado seguramente nos llevaría a construir una presa con aspecto de canal de riego. La suma de soluciones parciales obviamente nos conduce demasiado lejos y es factible que estén alejadas de la mejor solución.

Posteriormente, paralelo a la segunda guerra mundial, los grupos interdisciplinarios optaron por no partir el sistema en componentes unidisciplinarios, sino analizarlo integralmente, con la participación coordinada de profesionales de diversas disciplinas; con frecuencia cada profesión trata de aplicar sus propios paradigmas y de explicar a los otros profesionales, con poco éxito, su proceso intelectual. En el ejemplo citado, el ecólogo trataría de convencer a los restantes miembros del grupo que el lugar más adecuado sería tal zona, donde el sociólogo podría intervenir para impedirlo proponiendo una nueva zona, así sucesivamente, cada

uno presentaría su punto de vista, y es probable que terminarían enviando la presa a un lugar no adecuado o quizá no construir nada.

Son ejemplos de estas interdisciplinas: la comunicación, la cibernética, la administración, la ciencia del comportamiento y la investigación de operaciones; en la mayoría de éstas, especialmente en la última, que intenta ajustar la realidad a un algoritmo preconcebido y no como lo indica la lógica, exactamente al contrario, en donde el algoritmo se ajusta a la situación problemática en la realidad.

En el caso de México, esta situación se agrava al importar herramientas, que si bien en su lugar de origen no han resultado satisfactorias, qué esperar de ellas en situaciones, que si bien puede pensarse semejantes, los medios para resolverlas son distintos; dos empresas similares en México y E.U. pueden tener un mismo tipo de problema, de corrección por ejemplo, pero mientras allá intentan mejorar su eficiencia del 94 al 96 por ciento, aquí interesa pasar del 20 al 60 por ciento.

Una nueva opción que se presenta en estas notas, es la manera diferente de percibir la realidad. La solución de problemas requiere del perfil propio de experiencia-conocimiento de un generalista y de un paradigma generalizado, el MÉTODO DE LOS SISTEMAS.

Al contrario con el método de la ciencia, el concepto de verdad cambia por el de utilidad, por ello el modo de resolver los problemas es pragmático. El enfoque analítico de la ciencia es sustituido por un enfoque sintético, que es la razón del enfoque de sistemas; consecuentemente, el método dominante es la síntesis, que explica los fenómenos de manera integral, en su totalidad y no en partes aisladas.

Esto se da como sustitución del marco filosófico, el reduccionismo es sustituido por el expansionismo y el determinismo por la teleología. Con el reduccionismo se niega la posibilidad de explicar el todo, el sistema, a partir de sus elementos últimos (sin considerar sus interrelaciones). Con la teleología, se da al sistema y a sus componentes la posibilidad de fijar objetivos y elegir caminos alternativos para lograrlos; en resumen, al objeto de estudio (sistema), se le da un carácter de totalidad que en sí mismo y en sus componentes no puede ser explicado sólo por las causas, sino por los objetivos que éste persigue.

Con este enfoque no se concibe la integración de un grupo como la unión de profesionistas por ellos mismos. Se destaca la importancia de los generalistas:

debiendo considerar el papel de éstos, en la corrección, mejoramiento, expansión o contracción de sistemas existentes, o en la creación de sistemas.

Primeramente veamos cómo se concibe erróneamente al generalista: una persona con saber enciclopédico, capaz de abarcar el conocimiento de las disciplinas; un coordinador o director de estudios, o proyectos que conduzcan a la solución de problemas. Es importante señalar que en nuestro medio se requieren no sólo especialistas, sino también profesionales generalistas con un enfoque de sistemas. Weinberg:¹

El desplazamiento permite al generalista integrar un proceso uniforme para solucionar problemas de sistemas productivos (independientemente de su naturaleza), esto es, integrar un solo paradigma, dado que los paradigmas para sistemas distintos son semejantes, aunque complicados por su terminología.

El generalista interesado en los problemas de administración de complejos sistemas productivos o en la planeación de nuevos sistemas debe rechazar ideas a priori no sustentadas por la evidencia, para así con libertad buscar las invariantes conceptuales asociadas a los sistemas.

En este proceso, el generalista conforma paulatinamente su perfil de experiencia-conocimiento. Se inicia en las aulas acumulando conocimientos, y en menor medida experiencia, principalmente sobre metodología y técnicas; es ahí donde debe adquirir conocimiento y experiencia sobre el método que le permite ser "viajero" en el mundo de la problemática donde inicia su conocimiento en las áreas en las que se agrupan los diversos sistemas productivos. Como generalista continúa conformando su perfil, configurándolo de acuerdo con sus necesidades y el campo de interés. En la figura 1, se presenta una analogía del conocimiento de un generalista; se compara con un archivero conformado por compartimientos (como los de una biblioteca), que representan los componentes experiencia-conocimiento en diferentes grados de calidad (profundidad de los compartimientos).

1 Weinberg, G. M. , An Introduction to General Systems Thinking, Wiley, 1975

CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA DE SISTEMAS						CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA DE METODO		CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA DE TECNICAS
SECTOR PRIMARIO		SECTOR SECUNDARIO		SECTOR Terciario		OPERACIONAL	PLANEACION	<ul style="list-style-type: none"> - Optimización - Simulación - Delphos - Probabilidad - Estadística - Teoría de decisiones - Teoría de juegos
					TRAN- PORTE FFCC AEREO MARI- TIMO	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis - Evaluación ex-post - Diagnóstico - Generación de alt. - Evaluación ex-ante - Selección - Implantación - Control 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del entorno - Generación de alt. - Evaluación ex-ante - Selección - Implantación - Operación - Control 	

FIGURA 1. PERFIL DE EXPERIENCIA-CONOCIMIENTO DEL GENERALISTA

28 El método de los sistemas

En el perfil de experiencia-conocimiento para resolver problemas de sistemas productivos, se da una analogía similar a la figura 1, con la diferencia de que mientras para el generalista representa lo que éste tiene, en cambio para el problema representa lo que se requiere para solucionarlo.

Teniendo un problema específico, habrá que reunir al número de personas mínimo para integrar el perfil requerido. Es importante considerar la tendencia y el objetivo de la persona que integra un grupo; ya que debe conjuntar los perfiles requeridos hasta lograr el necesario.

Para seleccionar un conductor de grupo se requiere saber sobre las características de liderazgo de cada uno, lo que depende de la fase del proyecto, de los perfiles de especialistas o del generalista (según sea el caso) y del problema. Esto se facilita en la práctica, al fomentar una actitud madura y positiva entre los integrantes.

CAPITULO 3

EL MÉTODO DE LOS SISTEMAS

Como se anotó en el primer capítulo, los sistemas productivos se clasifican en no existentes y existentes. Los problemas de creación atañen a los primeros, mientras que los segundos se refieren a los de corrección, mejoramiento, contracción o expansión.

El método de la ciencia es sustituido por el paradigma sistémico, al enfrentarse a problemas generales en ambientes desorganizados, que se manifiesten a través de múltiples elementos interrelacionados entre sí y con el medio. Esto parcialmente sustituye el enfoque analítico por el sintético.

En este capítulo, primeramente se establece el modelo conceptual de los elementos que corresponden a un sistema productivo, y posteriormente se describe el proceso de solución que se genere.

3.1. Modelo de un sistema productivo

Para entender los fenómenos de interés para el investigador frecuentemente se establecen esquemas que apoyan la elaboración de un concepto de la realidad. Los modelos generados en ocasiones distan de ser representaciones auténticas de la realidad, ya que los sistemas a modelar presentan características que dificultan esta tarea; tal es el caso de la inconmesurabilidad del fenómeno o de su desconocimiento. Sin embargo, un modelo que represente sistemas con estos rasgos debe construirse lo más cercano al fenómeno observable de la realidad que se desee estudiar. Para lograr este acercamiento, es indispensable la conjunción de dos hechos; primero, determinar en los objetos sus aspectos significativos que lo caractericen y determinen (lo inconmensurable se hace medible); segundo, el

modelo debe ser producto del intercambio permanente entre teoría y práctica (el desconocimiento es menor).

El modelo que se presenta no es producto de la casualidad; responde a años de experiencia; es el resultado de reunir y observar los elementos comunes que intervienen en los sistemas productivos; y considerar que estos elementos presentan una relevancia mayor en sus similitudes que en sus diferencias; es producto de que la complejidad es una actitud y no una característica intrínseca.

Si recordamos que sistema es la manera de cómo un conjunto de elementos lleva a cabo una función con un objetivo determinado. Esto queda descrito con lo siguiente.

- a) los elementos que intervienen en la función, en forma activa o pasiva,
- b) los elementos que no intervienen,
- c) los elementos que se ven afectados directa o indirectamente por la actividad productiva,
- d) la liga entre los elementos que intervienen,
- e) el mecanismo utilizado para desarrollar la función,
- f) la bondad con que el sistema desarrolla la función,
- g) los recursos empleados.

Para lograr un primer acercamiento al modelo general de un sistema productivo se emplea un concepto de uso común, conocido como caja negra.

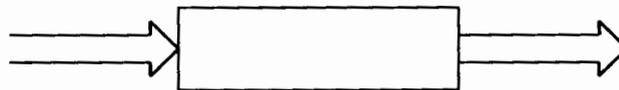


FIGURA 2. MODELO GENERAL DE UN SISTEMA PRODUCTIVO (MODELO DE CAJA NEGRA)

En efecto, cualquier sistema productivo se caracteriza por ser una estructura que mediante flujos de entrada produce flujos de salida. Este diagrama general no contribuye de manera importante al aplicarse a múltiples sistemas sean o no productivos; sin embargo, es posible obtener mediante el refinamiento de cada

bloque una estructura que particularice los sistemas de interés, y que permita visualizar los componentes esenciales de un sistema productivo.

Entre los flujos de entrada, sin pretender jerarquizarlos, destacan los recursos financieros proporcionados por los propietarios del sistema o diversas instituciones; cualquier sistema productivo, trátase de una fábrica de calzado, del sector turismo en Guadalajara o del sistema nacional de producción de semillas, requiere capital con un flujo constante para poder planear, implantar u operar un sistema. Estos recursos financieros básicamente provienen de dos fuentes: la banca y el erario público, o de los propietarios del sistema cuando se generan utilidades.

Todo sistema productivo requiere del flujo permanente de bienes o servicios producidos por otros sistemas, o por la naturaleza, como en los procesos de extracción. Los encargados de proporcionar insumos al sistema son los proveedores, que proporcionan una gama de requerimientos, que van desde refacciones, mobiliario, materia prima, etc., hasta tecnología e información.

Los bienes o servicios producidos por el sistema conforman las mercancías que han de ser comercializadas y vendidas a los usuarios, los que retribuyen al sistema el costo invertido en su elaboración, más un incremento, generando así los ingresos. Esta retribución monetaria es considerada como otra fuente de entrada al sistema.

El último factor relevante que incide en el sistema tiene un carácter especial, consiste en el efecto de los competidores hacia el sistema, que puede ser caracterizado como otro flujo de entrada, manifestado en el mercado de bienes y servicios; así se podría hablar del impacto por la reacción del sistema en su ambiente.

Con respecto a los componentes que configuran los flujos de salida del sistema, se puede decir que un sistema productivo se interconecta con el exterior por los bienes o servicios que produce, razón de ser del sistema. Así el producto final del sistema es llegar a los usuarios y consumidores, que son de dos tipos: el primero es aquel que utiliza la mercancía como insumo para su producción, el sistema al que el nuestro sirve como proveedor, encadenándose las relaciones sectoriales con el nombre de relaciones intersectoriales hacia adelante; el segundo tipo de usuarios es al que el producto del sistema sirve como consumo final (no

necesariamente es ropa o alimentos, sino que puede ser maquinaria, refacciones, construcción, etc., según el sistema en estudio).

Del sistema hacia el exterior, se dirigen unidades monetarias como pago a los proveedores por los insumos proporcionados al sistema, bienes o servicios del sistema productivo del proveedor. Esto provoca una concatenación sectorial, pero en sentido inverso, lo que se conoce como relaciones intersectoriales hacia atrás.

Una tercer salida son los desechos; no importantes para algunos sistemas, pero muy significativos para otros; por ejemplo las fábricas de cemento Portland o cualquier sistema de alcantarillado, por su repercusión en el ambiente.

Hasta aquí sólo se han señalado los flujos a través del sistema como insumos transformados o que contribuyen a la elaboración de bienes o servicios, falta señalar los componentes encargados de la transformación.

Los sistemas productivos se dan en un espacio físico con una planta e instalaciones; no existe alguno que sea idealización e intangible. En la planta laboran los ejecutivos, los administrativos y los obreros (mano de obra directa), que llevan a cabo las funciones del sistema. Para ejecutar estas funciones se requieren recursos naturales, que se transforman en productos finales por medio de maquinaria, equipo y una tecnología acorde.

Todo sistema productivo tiene una estructura con las relaciones que deben darse entre las jerarquías, funciones y obligaciones individuales para su eficiente operación, es decir, una organización respaldada y complementada por información.

Estos elementos señalados proporcionan una acotación del entorno de primer orden, como puede observarse en la figura 3.

Este entorno se caracteriza por ser la envolvente de las interacciones más fuertes e importantes del sistema con el medio en que se encuentra; el entorno de segundo orden sería la envolvente de las más débiles o secundarias, como las interacciones entre el sistema y el resto de la sociedad. En dicho esquema se ubica a los competidores con un componente en el entorno de primer orden y otro en el segundo, con lo que se intenta representar la poca importancia que tienen en algunas ocasiones y la gran relevancia en otras.

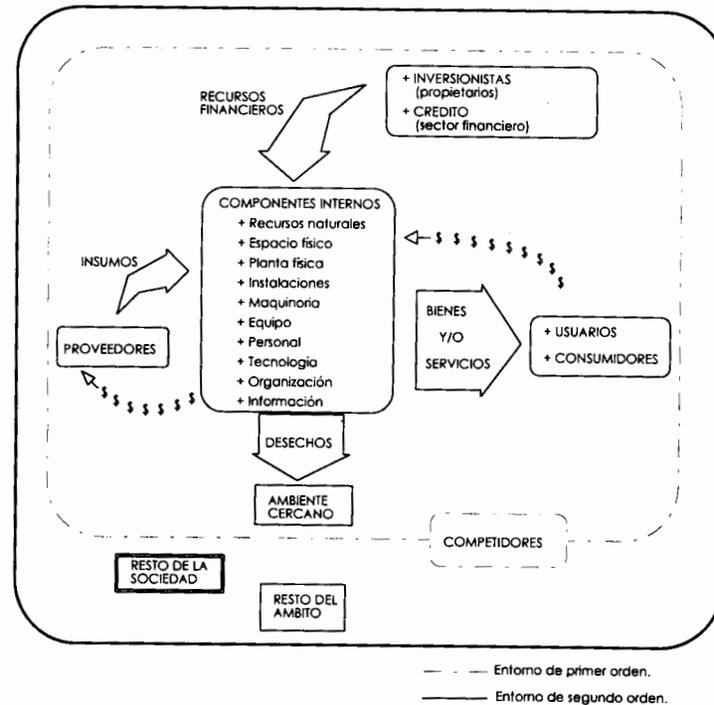


FIGURA 3. MODELO GENERAL DE UN SISTEMA PRODUCTIVO.

34 El método de los sistemas

En las figuras 4, 5 y 6, se muestran los sistemas productivos de trigo en Ciudad Obregón, Sonora; de bienes y servicios de la pequeña y mediana industria, y de los servicios educativos en la UNAM.

Estos ejemplos de sistemas demuestran que aunque son diferentes, tienen la estructura genérica presentada, lo que disminuye las diferencias.

Se observa que pueden ser representados, idealizados o esquematizados con el mismo marco conceptual. No se trata de afirmar que todos los sistemas productivos son iguales, sino que cada uno tiene sus propias características que lo distinguen de los demás; el reunir las características esenciales en este esquema, además de permitir mayor visualización del sistema, ayuda a detectar la problemática, apoya en la creación de un nuevo sistema y permite el diseño de un **PROCESO ESTRUCTURADO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE SISTEMAS**, característica valiosa de la conceptualización que se presenta.

El proceso estructurado debe corresponder a la naturaleza del problema; así, los problemas de mejoramiento y corrección guardan una gran similitud, ya que el sistema no requiere cambios cuantitativos relevantes, sino variaciones, reajustes o reorganización de sus elementos. Los problemas de expansión, contracción y creación de sistemas implican cambios cuantitativos importantes, que pueden generar un nuevo sistema.

Al considerar dos tipos de problema (tomando en cuenta que un problema de corrección es igual a uno de mejoramiento) necesariamente se requieren dos procesos de solución para todo tipo de problemas en un sistema productivo.

El método sistémico para resolver problemas operacionales, (método operacional) sirve para abordar problemas de mejoramiento y corrección; en cambio el método sistémico para resolver problemas de creación o modificación de sistemas (método de planeación) se utiliza en los casos de creación, expansión o contracción de sistemas.

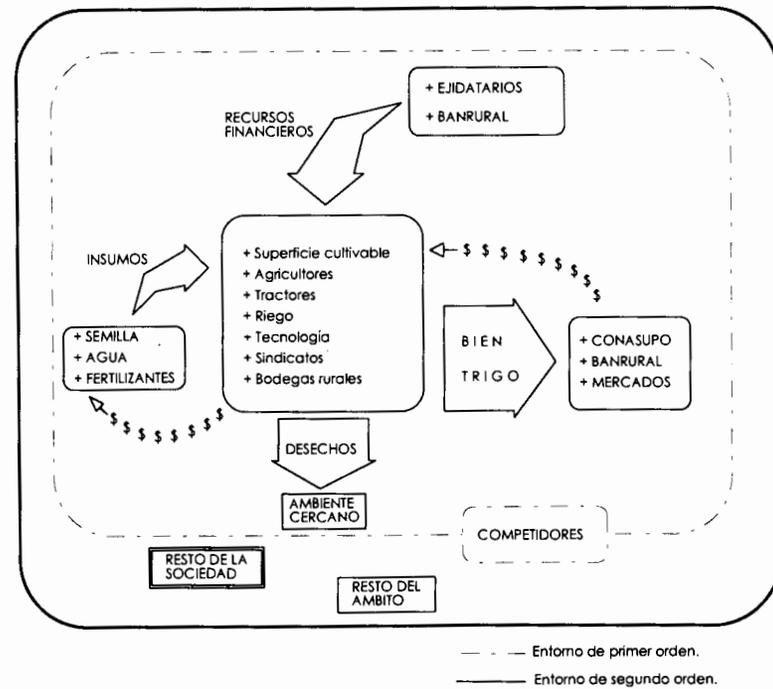


FIGURA 4. SISTEMA PRODUCTIVO DE TRIGO, CD. OBREGON, SONORA.

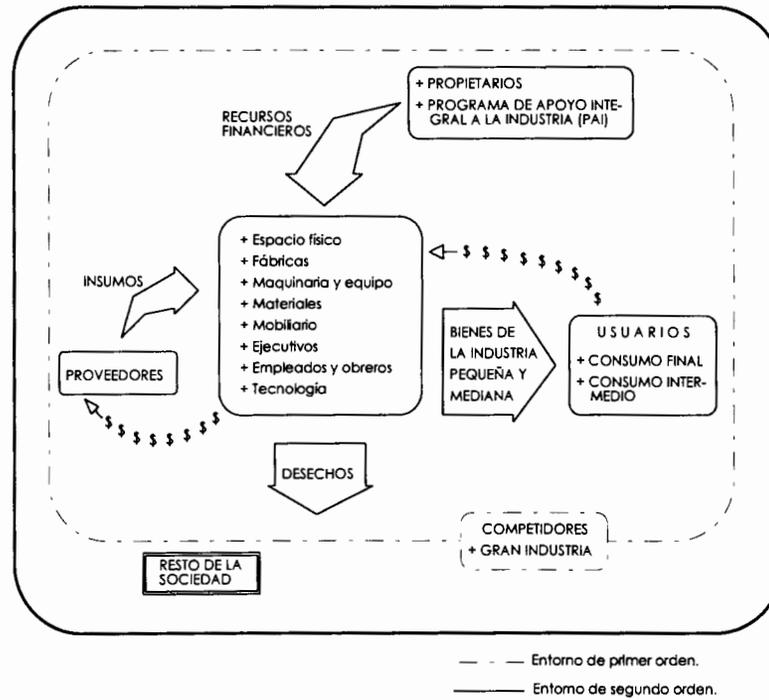


FIGURA 5. SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE BIENES DE LA INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA.

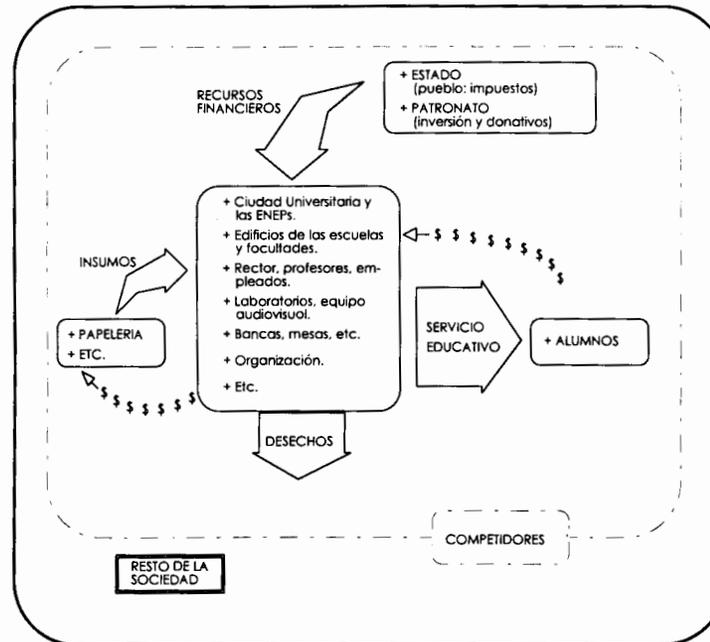


FIGURA 6. SISTEMA DE SERVICIOS, UNAM.

Antes de describir los dos procesos, recordemos: un proceso es un conjunto de fases de un fenómeno, o la secuencia de operaciones concatenadas; estructurar es ordenar las partes de un todo. Entonces, al hablar de un "proceso estructurado de solución de problemas" se hace referencia a una secuencia ordenada de fases u operaciones concatenadas que disminuyen o anulan la diferencia entre un estado real de las cosas y una situación deseada. Fases concatenadas son dos palabras claves en esta definición.

La evolución de un sistema productivo va desde que nace la inquietud de crearlo y se obtienen los recursos para realizarlo, hasta que surgen y se solucionan los problemas en el sistema ya operando.

3.2 EL método de planeación

Cuando se emprende la tarea de crear un sistema, imaginamos el prototipo idealizado del sistema inclusive ya operando y controlado, esto es vago y difuso, muestra sólo una idea o imagen del objetivo deseado, que se ha de alcanzar con el proceso que se inicia con el deseo **de crear un sistema**.

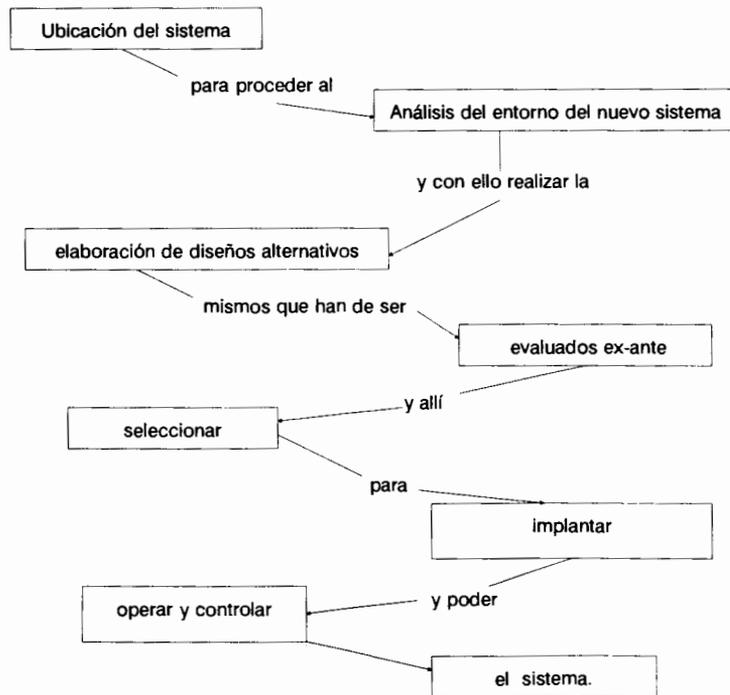
Para que el sistema opere y se controle debe estar implantado; existir para poder actuar en él. Así, la implantación se convierte en una fase indispensable para la operación y control.

El sistema a implantar debe elegirse entre una gama de posibles diseños de sistemas, esto es, la selección del sistema antecede a la implantación. Para seleccionar debemos ejecutar una fase previa en la que se dé un juicio acerca de los diversos diseños; es decir, una evaluación **ex-ante**. La elaboración de diseños alternativos antecede a la evaluación.

La elaboración de diseños requiere de un conjunto de elementos extraídos de la observación de los sistemas existentes, necesita de un análisis del entorno en el que habrá de coexistir el nuevo sistema; este entorno se estudia a partir del momento en el que se ubica el sistema, tomándose en consideración dos factores: su magnitud y su tipo de actividad.

El modo de operar y controlar el sistema que se pretende crear requiere la ejecución de fases concatenadas, que se inician cuando ubicamos el sistema deseado.

Resumiendo estas fases tenemos:



A) UBICACIÓN DEL SISTEMA

Definir el sistema productivo como "un todo formado por un conjunto de elementos humanos y mecánicos interrelacionados y estructurados para desempeñar la función de producir satisfactores para la sociedad", no es ubicarlo en un contexto aislado donde el único elemento sea el sistema productivo. Con una visión totalizadora del enfoque de sistemas, interesan del sistema productivo sus relaciones internas y externas, es decir, el estudio de su entorno.

40 El método de los sistemas

Para ubicarlo requiere se analicen tres dimensiones: la temporal, la espacial, y la sectorial.

Inicialmente es necesario hablar de la duración de un sistema, es decir, de la dimensión temporal, resulta básico para ciertos sistemas productivos, y no relevante para otros, tal es el caso de un sistema donde el insumo esencial es un bien no renovable, en este caso habrá que establecer el período en el que se agotará el recurso y considerarlo en la creación, expansión o contracción del sistema. Como ejemplo, es el caso de una industria petroquímica cuyos costos de instalación no permiten errores en su diseño ya que sería lamentable que los hidrocarburos se agotasen estando la capacidad instalada a la mitad de su vida útil. Podría corregirse el error vendiendo las instalaciones pero esto no justifica el fracaso en el diseño y creación del sistema; aunque es difícil que en los próximos cien años se agote este recurso (en México por lo menos), esto es referirse al tiempo y a la ubicación en él.

Los sistemas productivos tienen un marco espacial, por lo tanto la segunda dimensión se refiere a ubicar el sistema en un espacio físico delimitado.

La ubicación espacial de un sistema responde a sus necesidades y características, con límites reducidos o extensos, de niveles puntuales a contextos globales. El espacio que delimita un sistema productivo corresponde a alguno de los siguientes niveles:

- a) Espacio mundial, corresponde al nivel máximo posible (por lo menos en la actualidad). Como ejemplo tenemos el sistema de producción de derivados del petróleo, si se trata de estudiar el equilibrio mundial.
- b) Espacio internacional. El siguiente nivel se da cuando el sistema abarca sólo ciertos países del orbe. Como ejemplos tenemos las bolsas de subcontratación de procesos industriales, instaladas en Europa que dan servicio a diversos países. Otro ejemplo es el contexto que se considera en algunos estudios económicos realizados por la Comunidad Económica Europea o por la Comisión de Estudios para América Latina en el que el sistema productivo son todos los sistemas productivos de cada país involucrado.
- c) Espacio nacional. Es común utilizar el nivel nacional como el contexto amplio de un sistema productivo; por ejemplo, un sistema nacional de producción de madera y corcho, un sistema nacional

de producción de productos farmacéuticos medicinales, el Sistema Alimentario Mexicano en su fase de producción, etc.

- d) Espacio regional. En ocasiones es necesario realizar un análisis de similitud en el espacio, dividiendo el país en regiones; como la regionalización del Plan Nacional Hidráulico, la del Plan Nacional de Desarrollo Industrial, la elaborada con fines agrícolas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, etc., en todas ellas se estudia el sistema en unidades homogéneamente según lo requiera el objeto de estudio.
- e) Espacio estatal. El sistema se considera a nivel de entidad federativa, tal es el caso del sistema de producción agrícola del estado de Veracruz, del sistema de producción de cobre del estado de Coahuila, etc.
- f) Espacio municipal. La unidad política-administrativa mínima en que puede enmarcarse un sistema productivo es el espacio municipal. Los ejemplos serían similares a los del caso anterior.
- g) Espacio local. Es cuando se hace referencia a una localidad específica (industria del calzado en León, producción artesanal en Taxco, etc.)
- h) Espacio puntual. Cuando se trata de una empresa ubicada en una localidad se hace referencia a un espacio puntual.

Cabe señalar que los niveles indicados son de carácter indicativo porque existe la posibilidad de que el sistema en estudio abarque más de un país o bien, un área de una empresa (departamento de montaje en una fábrica). Sin embargo, cualquier sistema productivo se desarrolla en un espacio físico bien definido, el cual deberá ser señalado para un correcto estudio del sistema.

El tercer componente de la ubicación de un sistema, es el sectorial.

EL aparato productivo de una nación y su economía avanzan y se diversifican conjuntamente con la distribución del trabajo y generan las ramas de actividad económica. Estas se agrupan a través de los llamados sectores económicos. Existen tres grandes sectores: Primario (agricultura y pesca); Secundario (industrial) y Terciario (comercio y servicio)

En conclusión, el estudio del entorno de un sistema debe iniciarse en su ubicación es sectorial y espacial, delimitándolo en el tiempo

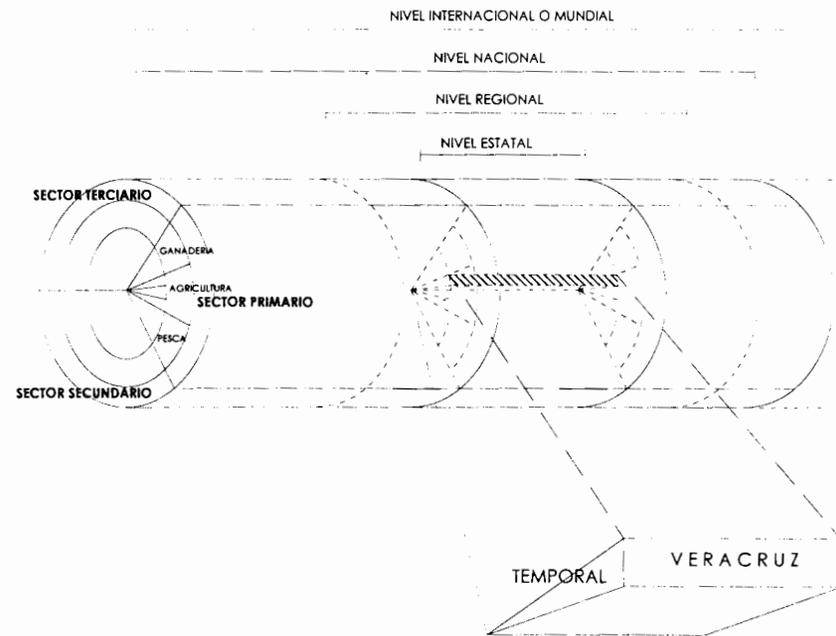


FIGURA 7. UBICACION ESPACIAL Y SECTORIAL DEL SISTEMA DE PRODUCCION AGRICOLA DE TEMPORAL EN EL ESTADO DE VERACRUZ.

B) ANÁLISIS DEL ENTORNO

En términos generales, el análisis del entorno se refiere al conocimiento de los elementos específicos del sistema en cuestión para elaborar los diseños alternativos.

El modelo general de un sistema productivo debe ajustarse al caso concreto por analizar, detallar los componentes y elementos que lo conforman, omitiendo o resaltando aquellos que carezcan de importancia o sean relevantes. El modelo es importante como apoyo para interconectar aquellos aspectos relevantes en la secuencia de fases de un proyecto, evitando costos innecesarios.

Este método sirve para la expansión o contracción de sistemas existentes, y para la creación de nuevos sistemas, es necesario señalar las diferencias de análisis del entorno para cada una de las posibilidades.

Para crear nuevos sistemas, el entorno lo constituyen el conjunto de sistemas existentes que llevan a cabo la misma función en el mismo nivel de desagregación sectorial y en el nivel inmediato superior.

La indagación, como ya se mencionó, tiene como objetivo fijar en la fase subsecuente las características de los posibles usuarios, las características del bien o servicio a producir, las características del mecanismo de producción y las necesidades de recursos.

Esta fase tiene cierta similitud con lo que tradicionalmente se conoce como estudio de mercado que incluye:

- Contar con la información mínima indispensable del área de mercado; por ejemplo, población en estructura y dinámica, ingresos (estratos y distribución), factores que limitan la comercialización o distribución, etc.
- Conocer el comportamiento de la demanda; que incluye la situación actual y sus estadísticas, la estimación de la demanda, la distribución espacial y la tipología de consumidores, las características teóricas de la demanda (coeficientes de crecimiento histórico, índices básicos y curvas de demanda), la situación futura (extrapolaciones de la tendencia histórica y análisis de los factores condicionantes), etc.

44 El método de los sistemas

- Conocer el comportamiento de la oferta, sus elementos son similares a los de la demanda, situación actual, situación futura o valuación previsible de la oferta (utilización ociosa, planes y proyectos de ampliación), etc.
- Determinar los precios en el futuro, las condiciones de competencia del proyecto y su demanda potencial

Con respecto a la información financiera se requiere conocer: los recursos financieros para la inversión (necesidades totales de capital, capital disponible, capacidad de inversión); los análisis y las proyecciones financieras (proyección de gastos, proyección de los ingresos); programa de financiamiento y las fuentes de financiamiento.

De los proveedores se requiere: las referencias de ubicación, los costos, las calidades y especificaciones de sus productos, las condiciones de venta, los tiempos de provisionamiento, las características de operación, etc.

Por último, es importante indagar acerca de los impactos ambientales en el ecosistema o ambiente cercano, producto de los desechos del sistema, en ciertas ocasiones estos desechos pueden integrarse al proceso productivo de otro sistema.

El listado de requerimientos expuesto marca pautas de orientación en el análisis, debe considerarse ilustrativo en el tipo de información requerida y los temas a tratar en el análisis del entorno.

Para el caso de expansión o contracción de sistemas es válida la búsqueda de información en el mismo campo, con la variante de que en el entorno se incluye el sistema el cual aporta la experiencia sobre el mercado, la tecnología, los proveedores, etc., que hacen que el problema sea más sencillo que el de la creación del sistema.

Es importante señalar que de la fase de análisis a la de selección, para un nuevo sistema o de la expansión o contracción del existente, se dan tres niveles de profundidad con que deben realizarse estas fases.

El primer nivel es el conceptual que tiene por objetivo conocer la situación mediante un bosquejo; el segundo, que es el de posibilidad, presenta los resultados con más claridad y extensión que el primero; el tercer nivel, el ejecutivo, contiene elementos

necesarios y suficientes para encadenar estas fases con la implantación del sistema.

Resumiendo, el análisis del entorno, la elaboración de diseños alternativos, su evaluación ex-ante y la selección, constituyen un ciclo de fases en tres niveles: conceptual, de factibilidad y ejecutivo. Consecuentemente, lo exhaustivo del análisis del entorno y de las otras fases, depende del nivel.

C. ELABORACIÓN DE DISEÑOS

En esta fase del proceso de solución de problemas se requiere en especial de la creatividad del diseñador; es una fase cuya naturaleza sintética permite aprovechar la inventiva del generalista.

La creatividad puede considerarse como la capacidad que tiene una persona para unir dos ideas, elementos, conceptos, etc., que no estaban unidos con anterioridad. También puede ser una combinación de flexibilidad, originalidad y sensibilidad orientada hacia ideas que permiten a la persona desprenderse de las secuencias comunes de pensamiento y producir otras y diferentes y productivas, cuyo resultado satisface a la persona y tal vez a otras. Por lo tanto, un producto creativo debe ser original, adecuado al contexto en que se presenta y factible de descubrimientos paulatinos.

La creatividad es una facultad que poseen los genios o que es transmitida por los genes, nada es más falso que esto. La creatividad es en efecto una facultad, pero susceptible de ser fomentada, transmisible, enseñable y fácil de aprender. Algunas habilidades que hacen posible el pensamiento creativo son: la fluidez, que es la facilidad con que se aborda de diferentes maneras un mismo problema o estímulo; la originalidad, que se refiere al estilo personal en el pensar y en el hacer, y que se manifiesta en reacciones y respuestas imprevisibles, ingeniosas y poco comunes; por último, la elaboración, que es la capacidad para desarrollar ideas que se realizarán (la habilidad que pone a prueba la aptitud creadora).

La fase del proceso de elaborar diseños alternativos es una de las principales diferencias entre el método de los sistemas y el método científico, por el simple hecho de crear el objeto, o sea, el sistema productivo. Es una fase en la que se sintetizan los diversos aspectos logrados mediante el análisis del entorno.

46 El método de los sistemas

La secuencia que se recomienda para la ejecución de esta fase, es diseñar del producto al insumo; es decir, de salidas a entradas, observando primero qué es lo que se va a producir y luego cómo ha de producirse.

Deben ser los primeros elementos en diseñarse los bienes o servicios que el sistema desea producir, para esto, del análisis se tiene información detallada del usuario: su tipo, sus ingresos, sus necesidades, sus deseos, etc.; lo anterior dará alternativas factibles de diseño para la producción, las formas o presentaciones, el número de unidades, los precios y todo lo que conduzca a elaborar una amplia gama de posibilidades de bienes o servicios a producir.

El siguiente paso es establecer los medios necesarios para obtener el sistema, el espacio físico para la instalación de la planta física; el diseño del proceso, describiendo las unidades de transformación como son líneas de producción, flujos de materiales, el proceso de transformación, las unidades complementarias, la tecnología seleccionada y otros aspectos. Un estudio de las características de la mano de obra y personal de la región, permite establecer la posibilidad y disposición del sistema para producir los volúmenes y calidad esperados.

Después de esto se establecen, en función de los aspectos tecnológicos previstos, las fuentes de financiamiento para la implantación y la operación y control.

Los insumos constituyen el siguiente elemento a diseñar, se deben considerar los factibles proveedores del sistema, tomando en cuenta la disponibilidad y abastecimiento, así como las políticas de pago requeridas.

El cuidado de los desechos del sistema debe considerarse adecuadamente para su posible utilización en otros sistemas o al menos no perjudicar el ambiente.

Por último, la administración del sistema debe ser acorde con el proceso de producción, debiéndose señalar los flujos de información requeridos para evitar, tanto la duplicidad de funciones como los cuellos de botella, y tener los mecanismos de control efectivos para una acertada toma de decisiones.

En el caso de expansión o contracción de un sistema, el proceso es el mismo con la salvedad de que se trate de elementos ya conocidos, esto restringe el diseño de las condiciones ya existentes (maquinaria, equipo, personal, etc.)

D. EVALUACIÓN EX-ANTE DE DISEÑOS ALTERNATIVOS

Cuando se habla de evaluación generalmente se piensa en la financiera, social, económica, etc. Sin embargo al evaluar un proyecto resulta difícil determinar qué tipo de evaluación conviene, ¿la económica?, ¿la social?, ¿la financiera?, ¿dos de éstas?, ¿o las tres? Existe entonces una confusión acerca de lo que significa e implica el evaluar.

Definida la evaluación como un mecanismo mediante el cual se emite juicio sobre los impactos que las diferentes alternativas producen en los diversos integrantes del sistema. Entonces, en esta fase del proceso se evalúan los diseños alternativos obtenidos de la anterior.

El juicio que resulta es la comparación, por medio de parámetros, de lo que puede esperarse en cada opción, con respecto a los objetivos planteados inicialmente.

Un juicio de evaluación establecido se transmite a alguien que le interesa, en este sentido, con el modelo general de nuestro sistema productivo, ese alguien es uno de los participantes del sistema:

En el entorno de primer orden:

- Dentro del sistema
 - o propietarios
 - o personal
- Fuera del sistema
 - o financieros
 - o proveedores
 - o usuarios
 - o competidores
 - o sociedad cercana

En el entorno de segundo orden

- o resto de la sociedad

Los puntos de interés son las áreas que a los participantes atañen con mayor fuerza; por ejemplo, lo económico, lo social, lo político, lo cultural, lo técnico, etc. Con estos dos elementos es posible elaborar una matriz de evaluación, figura 8. Cada celdilla representa el área de interés para un participante.

Impactos Actores	Financieros	Económicos	Sociales	Políticos	Culturales	Técnicos	Ecológicos	Estéticos	Etcétera
Propietarios									
Personal									
Financieros									
Proveedores									
Usuarios									
Competidores									
Sociedad cercana									
Resto de la sociedad									

Opción 1:
Opción 2:
Opción 3:

FIGURA 8. MATRIZ DE EVALUACION DE SISTEMAS.

Existe un procedimiento de carácter general para la conformación de esta matriz de evaluación. Primero se fijan los criterios de evaluación, esto es, se seleccionan los parámetros o indicadores adecuados para medir el impacto, de acuerdo con los intereses del participante; por ejemplo, en un sistema de producción de automóviles, para los propietarios el impacto económico tiene gran relevancia y debe elegirse como indicador alguno de tipo financiero (índice de rentabilidad, tasa interna de retorno, valor presente actualizado), pero es probable que los impactos sociales como el generar empleo, ahorrar divisas, los políticos o culturales, poco le interesen. En éste mismo ejemplo, si consideramos los puntos de vista del sindicato, habría que tomar el indicador económico (salario), y quizá uno de tipo social (generación de empleo), y es probable que uno estético no sea relevante. Recorriendo casilla, renglón por renglón, se lograría fijar el criterio de evaluación para cada uno de los impactos de interés.

La siguiente etapa es definir cómo serán cuantificados o cualificados. Se establecen las relaciones entre variables cuando el criterio es cuantitativo y lineamientos generales con el otro criterio; son ejemplos del primer caso el coeficiente del número de empleos generados entre el total de los mismos, la relación del beneficio total entre el costo total, etc.; en el segundo caso, el fijar criterios subjetivos como lo estético o agradable de las opciones, tendrán que definirse y unificarse los conceptos de agradable y estético, empleados en el paso siguiente, que es la valoración de parámetros, consistente en asignar valores específicos o cualidades reales a los indicadores considerados en la evaluación.

Al realizar la comparación de los resultados de la matriz contra el patrón que se establezca, se recomienda que este último sea un producto elaborado con base en sistemas existentes del mismo nivel de agregación sectorial, y de no ser posible, la siguiente recomendación sería utilizar información estadística consolidada de sistemas existentes pero del mismo nivel, sea a nivel nacional o internacional.

E. SELECCIÓN

La selección consiste en elegir de entre los diseños alternativos elaborados, de acuerdo con la evaluación ex-ante, aquél que más se adecue a los objetivos que se persiguen, se trata de elegir la mejor opción.

Esta fase no tendría ningún problema de no ser por el significado extenso de "la mejor" opción, desde la decisión con un objetivo y un decisor, hasta la toma de



DEPFI

decisiones que implica con múltiples objetivos heterogéneos, varios decisores y diversos grados de certidumbre, casos comunes.

La selección involucra cuatro elementos. El primero se refiere a las alternativas por seleccionar con diferentes magnitudes en sus parámetros; el segundo se refiere al grupo que toma decisiones conformado por una persona o varias con puntos de vista diferentes; el tercero corresponde a los objetivos que se persiguen, que pueden ser homogéneos o heterogéneos; por último, el cuarto elemento consiste en el grado de conocimiento que se tenga de la realidad o la actitud adoptada ante ella, pudiendo ser de certidumbre, incertidumbre o riesgo.

Existen algunas áreas del conocimiento enfocadas a investigar las técnicas y herramientas de apoyo para la toma de decisiones, entre estas técnicas se cuenta con la teoría de decisiones con objetivos múltiples, decisiones bajo condiciones de riesgo, decisiones bajo condiciones de incertidumbre, etc.

Existen situaciones en las que están involucrados múltiples decisores con posiciones diversas, con objetivos heterogéneos y que se enfrentan a realidades parcialmente inciertas y en condiciones de riesgo; decisiones que crecen en complejidad a medida que abarcan aspectos más amplios. Pueden atenuarse tales circunstancias a través de la concatenación de las fases del proceso de solución de problemas de sistemas. Esto implica preparar la evaluación ex-ante de opciones alternativas, para hacer de la selección una fase más sencilla; implica asignar parámetros de evaluación considerando disminuir la heterogeneidad de pensamiento, pero a su vez, implica cubrir sintéticamente los objetivos; e implica jerarquizar o ponderar incertidumbre y riesgo.

En conclusión, la selección es la fase del proceso en la que debe buscarse el engranaje armónico entre las características inherentes de los diseños alternativos, dadas por los parámetros de evaluación, y los objetivos de los decisores.

F. IMPLANTACIÓN

En esta fase se da por hecho que los diseños alternativos fueron elaborados tomando en cuenta el medio ambiente donde el sistema habrá de implantarse.

La implantación es la fase donde el sistema se materializa; de su conceptualización se pasa a hechos concretos.

Tomando en cuenta que el mundo es cambiante, habrá que pensar que el medio ambiente habrá variado con respecto de las condiciones referentes a diseños y selección; por tanto, al implantar un sistema se tiene que hacer una nueva revisión de aquellos elementos significativos que hayan variado para realizar las correcciones finales de diseño.

G. OPERACIÓN Y CONTROL

Cuando se elabora el diseño de un sistema, se hacen abstracciones de la realidad, ya que, resulta imposible considerar la totalidad de aspectos integrantes que convergen en un elemento del sistema y en las relaciones de éste con otros. Una vez implantado el sistema, existe un período que transcurre desde la puesta en marcha de las operaciones hasta que éstas son ejecutadas satisfactoriamente, llamado fase de operación. Esta fase surge, como producto de las abstracciones señaladas, y es importante por la dificultad de acoplar los elementos del sistema.

En la actividad productiva, la fase de control está dirigida hacia el logro de los objetivos planteados, y al mismo tiempo se hacen modificaciones pertinentes para que el sistema funcione y se adapte a los cambios imprevistos.

3.3. El método operacional

Cuando en un sistema en operación no se están cumpliendo los objetivos se comienzan a gestar desacuerdos e inconformidades en los actores del sistema, se piensa que el sistema tiene problemas y que algo tendrá que hacerse.

Existe un proceso estructurado para enfrentar problemas de corrección o mejoramiento en los sistemas existentes, semejante al que se utiliza para la solución de problemas de creación de sistemas y expansión.

Nuevamente el objetivo es llegar a controlar el sistema.

Se requiere ubicarlo para poder definir el marco de su análisis; separar sus componentes, que pueden ser evaluados ex-post, y sus resultados determinan la existencia de problemas que serán definidos con el propósito de diagnosticar el estado actual del sistema e identificar las opciones de corrección; estas, al igual que en el método anterior, se evalúan ex-ante para seleccionar la mejor, implantarla y controlar nuevamente el sistema.

Se exponen cada una de las fases, haciendo énfasis en las diferencias entre el método operacional y el método de planeación:

A. UBICACIÓN DEL SISTEMA

Incluye los tres niveles del método anterior: ubicación temporal, sectorial y espacial. El primero se refiere al período para el cual se planeó el sistema, indicando el tiempo transcurrido y por transcurrir en este horizonte de planeación; en el segundo se señala si es del primero, segundo o tercer nivel de agregación sectorial; por último, en el tercero se indica si es puntual, regional, nacional, etc., el ámbito de acción del sistema en el espacio geográfico.

B. ANÁLISIS DEL SISTEMA EXISTENTE

Se desagregan los componentes para conocer los elementos específicos del sistema; la diferencia radica en que para el método operacional la orientación del análisis está dada en la elaboración de diseños alternativos, mientras que en el método de planeación está dada en la evaluación ex-post de los resultados del sistema.

La razón de este análisis es detectar fallas, desajustes, incongruencias, y mientras haya esto, la importancia para cada subsistema es distinta, resaltan las áreas en las que la problemática es más evidente, pero no hay que olvidar las restantes ni perder el sentido de totalidad, básico para el sistema.

El resultado de esta fase son elementos que caracterizan algún componente del sistema, con una medida de comportamiento que muestre los resultados de su desarrollo en un período dado; por ejemplo, eficiencia en una línea de producción, volumen de ventas (en unidades de producción o monetarias), costos unitarios de producción, tiempos de entrega de proveedores, inasistencia del personal, retrasos en financiamiento, contenido de contaminantes en los desechos, etc.

C. EVALUACIÓN EX-POST DE LOS RESULTADOS DEL SISTEMA

Evaluar ex-post es juzgar los resultados del sistema; es afirmar e informar si el sistema marcha bien o no, con respecto a los objetivos planteados. Esta evaluación resulta eficiente si el análisis lo fue; esto es, si la separación de los elementos del sistema y la asignación de parámetros de medición de su comportamiento se

relacionan con objetivos originales, de esta manera será fácil demostrar si éstos han sido cumplidos y en qué medida.

Para que la comparación sea objetiva es recomendable hacerla con el mismo sistema, sobre todo cuando no se tienen claros los objetivos; esto es, si no existen, deben buscarse en series históricas del sistema o en indicadores sobre el estado del mismo y con ellos comparar, su funcionamiento.

Si no se logra lo anterior, podrían utilizarse indicadores de otros sistemas productivos nacionales en caso de falla, otra opción sería considerar la desagregación sectorial o bien sistemas existentes en otros países. Una última opción, sería realizar estimaciones.

Como ejemplos de esta fase tenemos: la eficiencia en la línea de producción es más baja de lo que se esperaba; dados los objetivos y las condiciones de mercado prevalecientes, el volumen de ventas es adecuado; los costos de producción comparados con sistemas similares, son altos; y el retraso de la producción es debido al pésimo suministro de materias primas.

Como podrá observarse, los componentes-problemas o las áreas-problema deben quedar bien definidas como aquéllas en las que las no exista dificultad alguna.

D. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA

El diagnóstico es determinar el estado del sistema actual, es plantear causas por las cuales se encuentra así y definir las relaciones que guardan las partes del mismo.

Detectados los problemas, se identifican las cadenas causa-efecto y se llega hasta las últimas causa-origen, no precisamente porque se consideren los males a combatir, sino porque ello determina las limitaciones o alcances de la siguiente fase.

La creatividad del generalista es importante en esta fase. Un ejemplo de la aplicación de la creatividad lo constituye el siguiente caso: El problema del gran número de enfermos de disentería en la zona del río bravo; del análisis se obtiene: un alto índice de enfermos de disentería en las clínicas, marcada ausencia en las escuelas y sitios de trabajo, etc. De la evaluación ex-post, se concluye que el

sistema no funciona adecuadamente. El diagnóstico tiene como objetivo desarrollar la cadena causa-efecto para identificar opciones de corrección o mejoramiento para cada uno de los eslabones (Ver figura 9).

A primera vista el problema llevaría a la conclusión de que sólo un especialista podría resolverlo, sin embargo, al observar la estructura de la cadena causa-efecto puede decirse que no es necesaria su presencia hasta la elaboración de opciones en un diseño de planta potabilizadora. Este problema puede resolverse mejor por un generalista, ya que el primero en su carácter de especialista concluiría que la solución es la construcción de una planta potabilizadora, no necesariamente estaría en lo correcto. El sistemista observa la cadena causa-efecto como un proceso en el que cada efecto posee una causa y esta última es efecto de otra, no corta la cadena arbitrariamente para a una solución, sino que indaga hasta las últimas causas.

D. IDENTIFICACIÓN DE OPCIONES DE MEJORAMIENTO

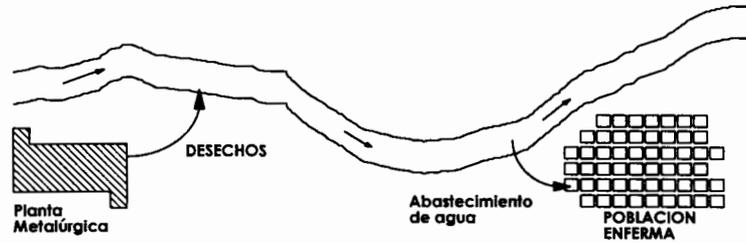
Realizado el diagnóstico del sistema, la fase de identificación de opciones resulta sencilla. En la columna del lado derecho de la figura 9, se han identificado opciones de cursos de acción, éstas surgen de forma inmediata en la cadena causa-efecto.

De lo anterior surge un método importante: deben identificarse como mínimo tantos cursos de acción como causas se incluyen en la cadena, es decir, se reconoce que una causa es a su vez efecto de otra, entonces, la ausencia de una causa provocará no sólo la desaparición de su efecto, sino además la de los subsecuentes.

Entre más cadenas de causa-efecto existan, mayor será el número de opciones de corrección o mejoramiento, porque se pueden visualizar combinaciones de rompimientos de cadenas, lo que debe considerar los costos combinados, teniendo presente al sistema como un todo.

G. EVALUACIÓN EX-ANTE DE OPCIONES

En esta fase se evalúan las opciones obtenidas en la anterior, se emite un juicio generado de la comparación de los posibles resultados que se obtendrán con cada opción considerando los objetivos o marcos de comparación establecidos, tal como se señala para el método anterior.



CADENA CAUSA Y EFECTO

OPCIONES

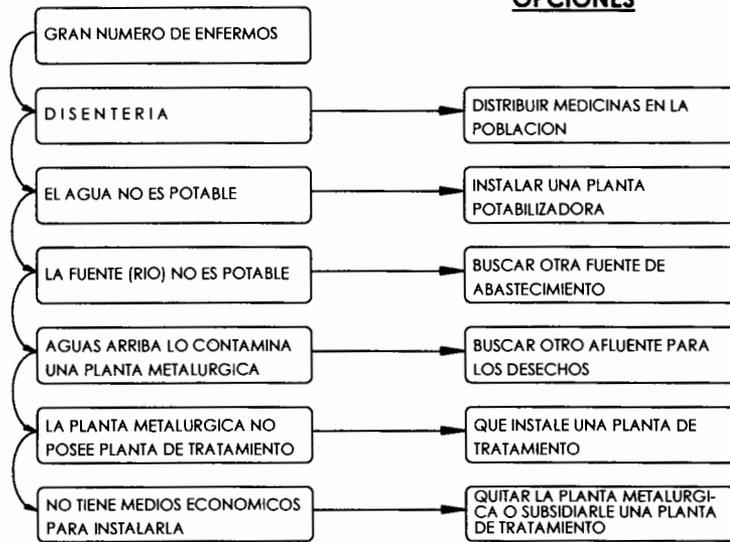


FIGURA 9. CADENA CAUSA-EFECTO DEL PROBLEMA DE DISENTERIA EN EL RIO BRAVO.

H. SELECCIÓN

La mejor opción de mejoramiento o corrección consiste en valorar la evaluación ex-ante. Es una fase en donde se toma la decisión de implantar la mejor opción.

I. IMPLANTACIÓN DE LA OPCIÓN SELECCIONADA

Con un nuevo elemento o mecanismo operativo, se transforman las condiciones en cada uno de sus elementos, en la medida en que estén interconectados. Esta fase se lleva a cabo con el mínimo de alteraciones.

J. CONTROL

Para algunos autores esta fase es de mayor importancia. El sistema productivo dinámico es susceptible de producir cambios internos que lo desvíen de lo deseado y se creen problemas. El control permite minimizar o anular, de ser posible, esta situación latente en los sistemas.

3.4. Variantes del método

Parecería que los métodos expuestos no tienen relación entre sí, es decir que el método de planeación se usará sólo para la creación del sistema. Con los métodos de planeación y el operacional es factible construir un "ciclo de solución de problemas de sistemas productivos", ligando así el uso de ambos métodos.

Estos dos procesos se esquematizan en la figura 10; donde se observa la concatenación a través del tiempo. Un sistema es creado en circunstancias dinámicas, esto provoca que en un momento el sistema no sea controlado o se gesten en él situaciones diferentes a las deseadas (fenómeno no inevitable pero sí frecuente). Al repetirse este proceso se establece el ciclo de solución de problemas.

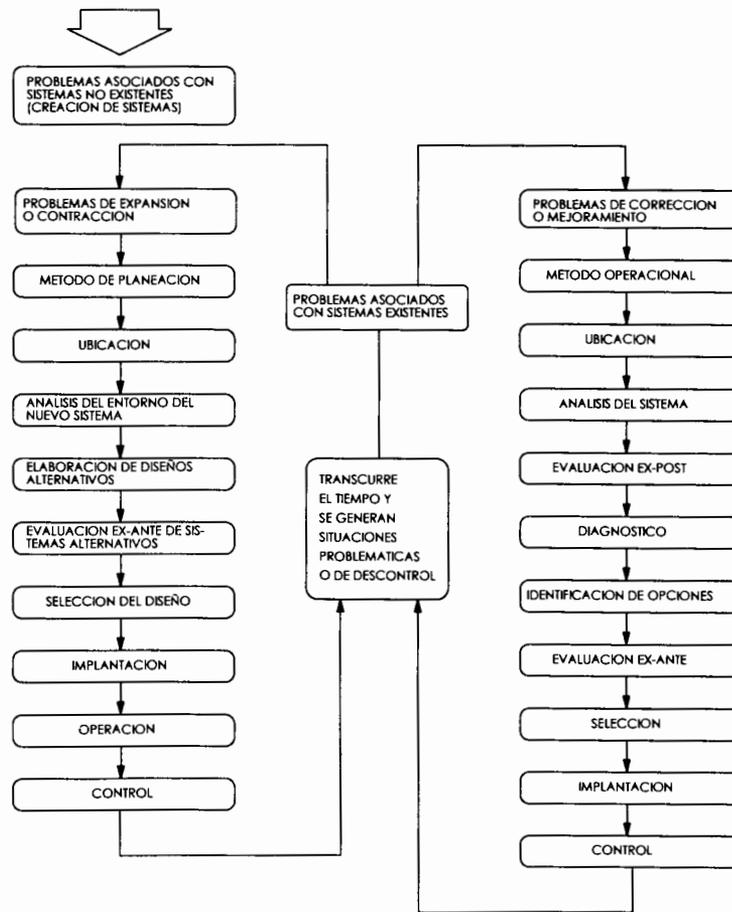


FIGURA 10. PROCESO DE SOLUCION DE PROBLEMAS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS.

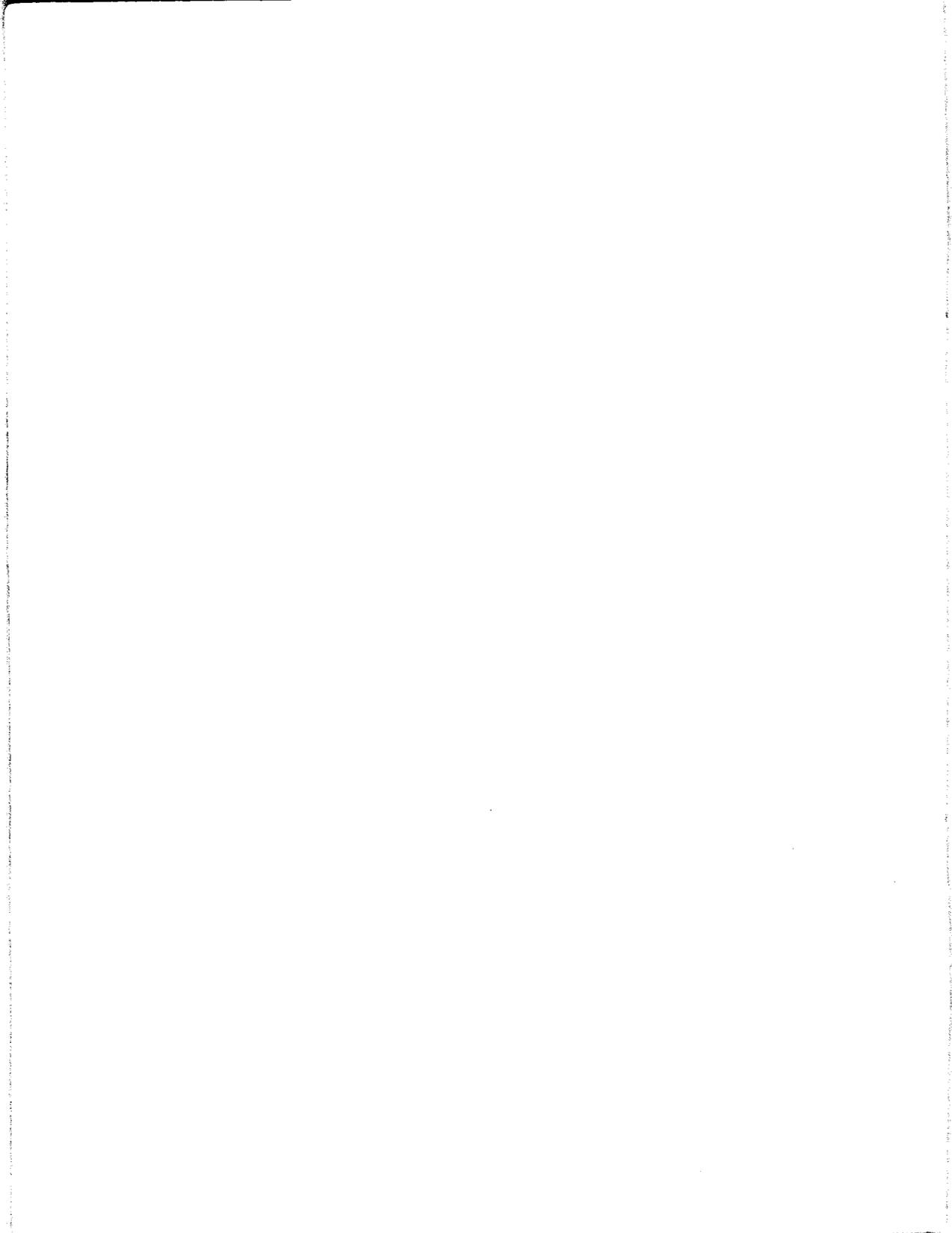
En estos procesos la importancia de cada fase depende de las características intrínsecas de cada problema; por ejemplo, puede suceder que con el método operacional, al separar los componentes en elementos esenciales la tarea extremadamente difícil, pero que con ello se logre una evaluación ex-post, un diagnóstico y una identificación de opciones relativamente sencillas.

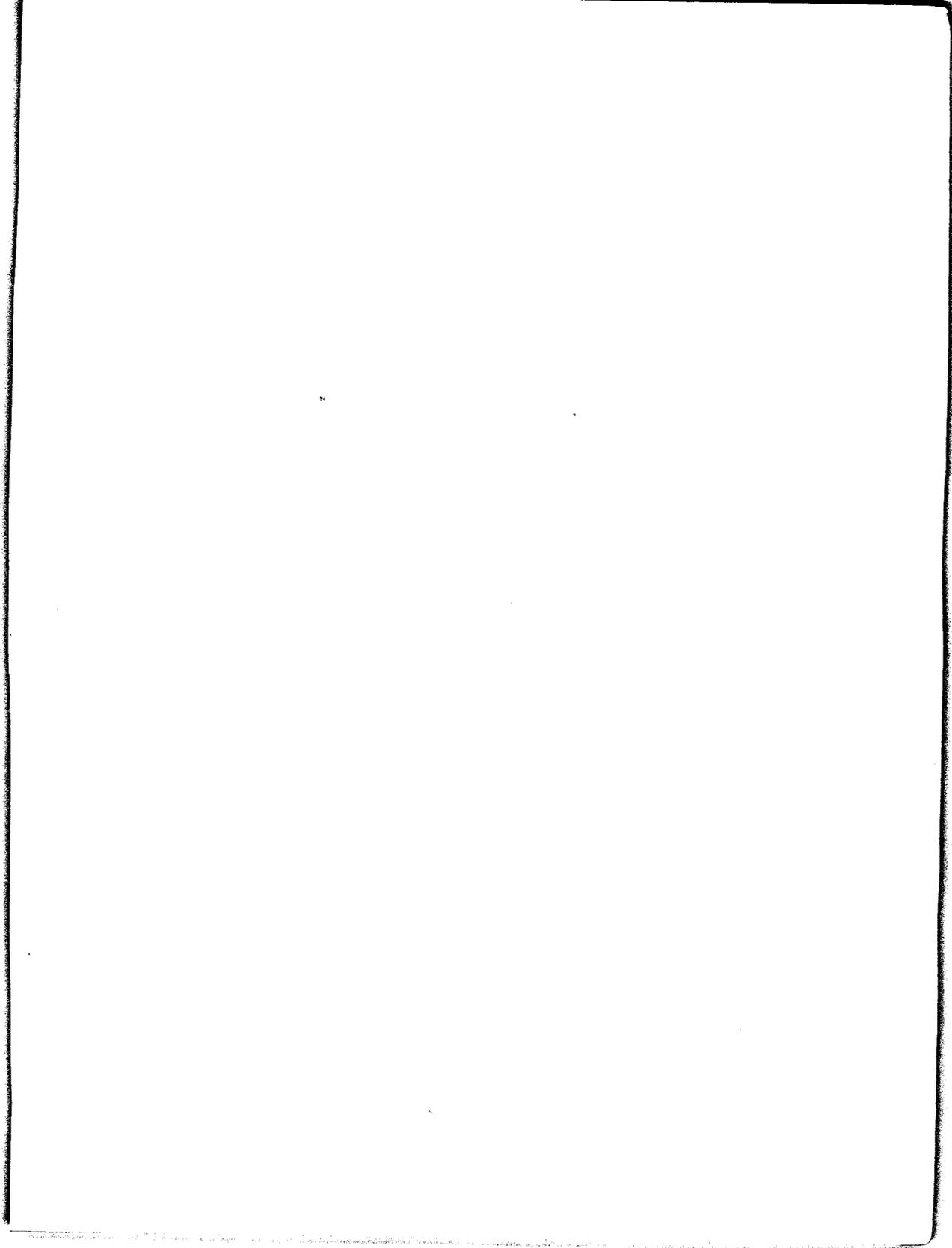
Otro caso factible, es la mezcla de ambos procesos, para la solución de un problema. Por ejemplo, supóngase que el gobierno federal genera un mecanismo que permita pronosticar efectos o impactos de sus políticas en diversos sectores de la economía; esto requiere la creación de un mecanismo de evaluación ex-ante de políticas, para el que se tendrá que utilizar el método de planeación (ya que creará un sistema), en la fase de análisis del entorno del nuevo sistema se tendrá que utilizar, a manera de sub-fases, algunas de las fases del método operacional como son: el análisis del sistema existente (la economía en general), una evaluación ex-post, un diagnóstico y una identificación de opciones correctivas o de mejoramiento (como lineamientos del sistema).

En síntesis, los procesos analizados son de carácter indicativo y pueden ser así utilizados, sin evitar que se realice una composición de ambos (en ocasiones esto resulta necesario) y dar un especial énfasis a determinadas fases.

Esta obra se terminó de imprimir en enero de 1997
en FOTOLITO ALVAREZ, Pino No. 177-c
San Esteban Xochimilco, D.F. C.P. 16080 Tel. 676-1881
La supervisión de esta obra estuvo a cargo de la
Lic. Ma. Guadalupe Castro Díaz.

El tiraje de esta edición fue de 500 ejemplares.





F/DEPFI/CP 10/1997/EJ.3



719185

47

10/1997/EJ.3

10/1997/EJ.3

10/1997/EJ.3