

## **CAPITULO 13**

### **Metodología para el planteo y solución de los problemas sistémicos**

#### **Introducción**

Hasta aquí hemos estudiado cuales son los factores que influyen en la definición de la realidad, y su modelización. Por qué queremos un modelo de la realidad?, simplemente para producir un cambio en la misma con un procedimiento de mejora o de diseño, es decir realizar un conjunto de acciones para pasar de su estado actual a un estado deseado por el observador. Es dentro de este contexto, donde se manifiesta el concepto de problema a resolver. ¿ Que es entonces un problema?. Dar la respuesta a este interrogante es parte del desarrollo de este capítulo.

Por otro lado, es necesario disponer de una metodología para el planteo y solución de los problemas, independientemente de su naturaleza. El pensamiento sistémico es la herramienta que utilizaremos para este fin.

#### **¿Qué es un problema?**

Un problema es la diferencia que existe entre el estado real (ER) de una determinada situación y el estado deseado (ED) que, respecto a esa situación, cada uno de nosotros espera que se cumpla (Fig. 13.1).

Es justamente la diferencia entre el ER y el ED la información que necesita el actuador en los sistemas de regulación, para poder realizar las acciones correspondientes. La variable de referencia es el estado deseado, el objetivo que nos planteamos.

En este concepto aparecen algunos elementos ya estudiados en puntos anteriores:

El ER de una determinada situación dependerá como ya se dijo del observador, y por lo tanto de varios factores relacionados con la capacidad de percepción y de su posterior interpretación.

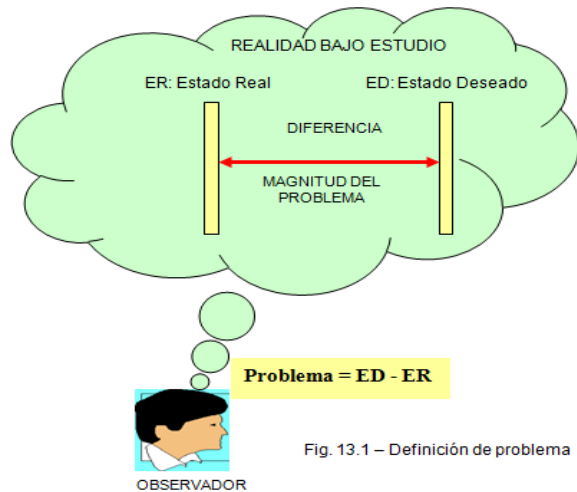


Fig. 13.1 – Definición de problema

Dada la baja probabilidad de que estos factores sean iguales para distintas personas, es inmediato que los ER no habrán de ser idénticos.

El ED de cada situación dependerá de los objetivos que cada observador se hayan planteado y como los defina.

Por último, la diferencia entre el ER

y el ED, que depende de cada observador, será inevitablemente diferente para cada uno de ellos, por lo tanto también será diferente La Magnitud del Problema a resolver.

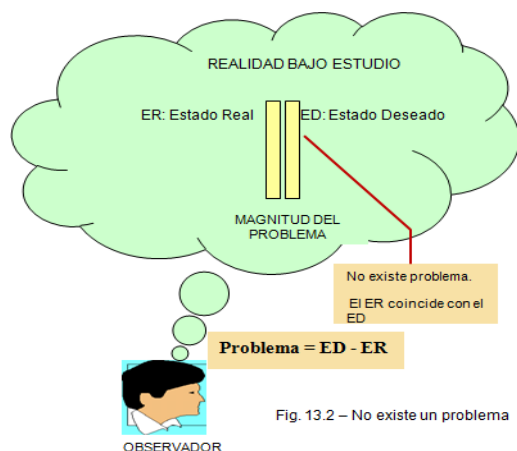


Fig. 13.2 – No existe un problema

## ¿Que es entonces resolver un problema?

Resolver un problema, es el conjunto de acciones para llevar a coincidir el ER con el ED.

## Tipos de problema

Los podemos clasificar en tres tipos diferentes, dentro de los cuales podríamos identificar la mayoría de los problemas de este mundo.

Partiremos de la suposición, y es que, en el inicio, no tenemos problema, es decir el ER y el ED son coincidentes. A partir de este punto, el observador da

lugar a las diferentes situaciones que originan los tipos de problemas. Estos son:

- El problema común.
- El problema de mantenimiento.
- El problema de innovación o mejora.

### El Problema común (Fig. 13.3).

Supongamos que mi empresa, que durante años viene dando normalmente, mes a mes utilidades, imprevistamente en el mes corriente presenta un cuadro de pérdidas. Esto da lugar a la primera categoría de problema.

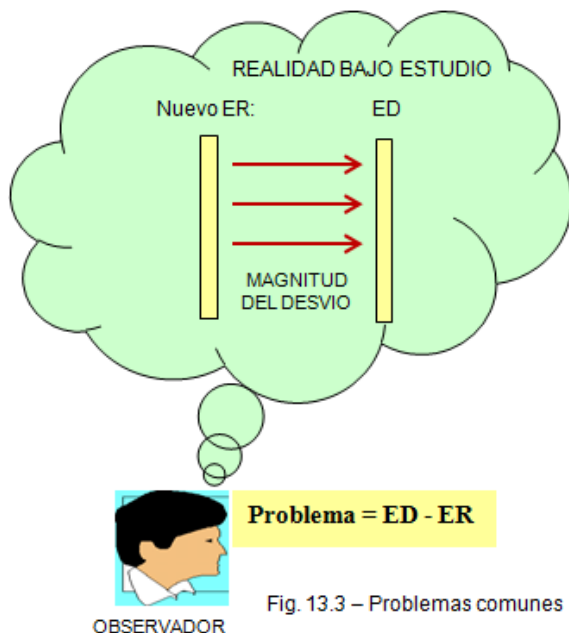


Fig. 13.3 – Problemas comunes

El problema común, es aquél en el cuál el ER es inesperadamente distinto y de inferior calidad, que el ED. Yo esperaba que coincidiera pero no fue así.

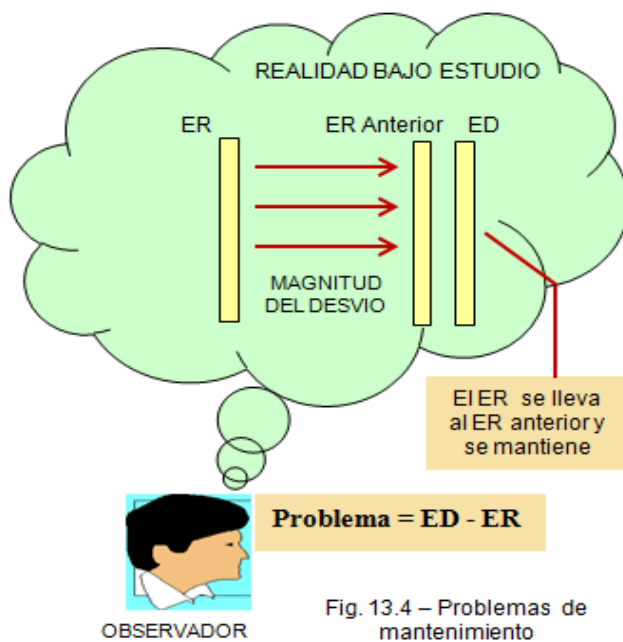
Supongamos que para resolver el problema, es decir hacer que nuevamente los ER coincidan con los ED, se realizó un estudio y se descubre que algunos parámetros se alejaron de los límites preestablecidos. Inmediatamente

se realizan las correcciones pertinentes y la empresa nuevamente comienza a funcionar dentro de su cauce normal.

Aquí comienza la segunda categoría de problemas.

### El problema de mantenimiento o rutina (Fig. 13.4)

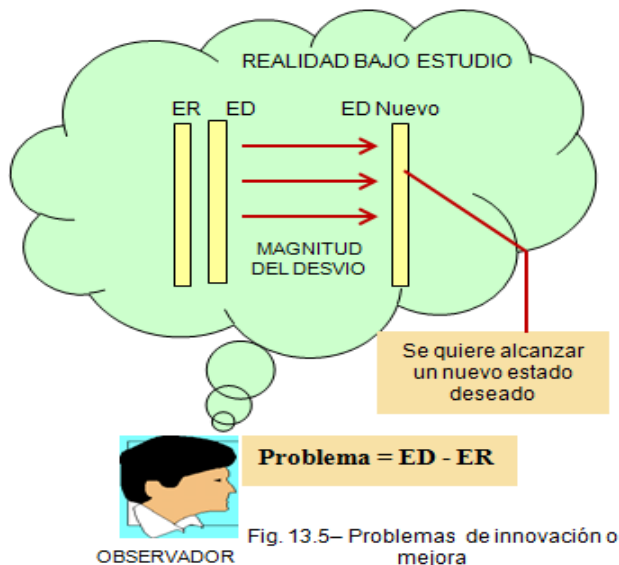
Es aquel en el que el ER se aleja casi imperceptiblemente del ED, de tal forma que si yo no hago nada al respecto durante un lapso muy corto de tiempo, tal vez no pase a mayores, pero si pasa mucho tiempo, seguramente me



encontraré con un problema común. Es decir que periódicamente se deberán realizar controles de las variables a efecto de no repetir el suceso. Si llevamos este ejemplo a la vida diaria, los seres humanos estamos constantemente resolviendo problemas de tipo 2, es decir de mantenimiento o rutina, para evitar que se conviertan en tipo 1.

### El problema de innovación o mejora (Fig. 13.5)

Son aquellos donde uno se fija un nuevo ED de mejor calidad que el anterior, que ya estaba siendo alcanzado.



La empresa del ejemplo, intenta constantemente de alcanzar estados deseados a partir de estados reales y tratar de mantenerlos coincidentes, invirtiendo energía de mantenimiento, hasta que decida crearse nuevos estados deseados.

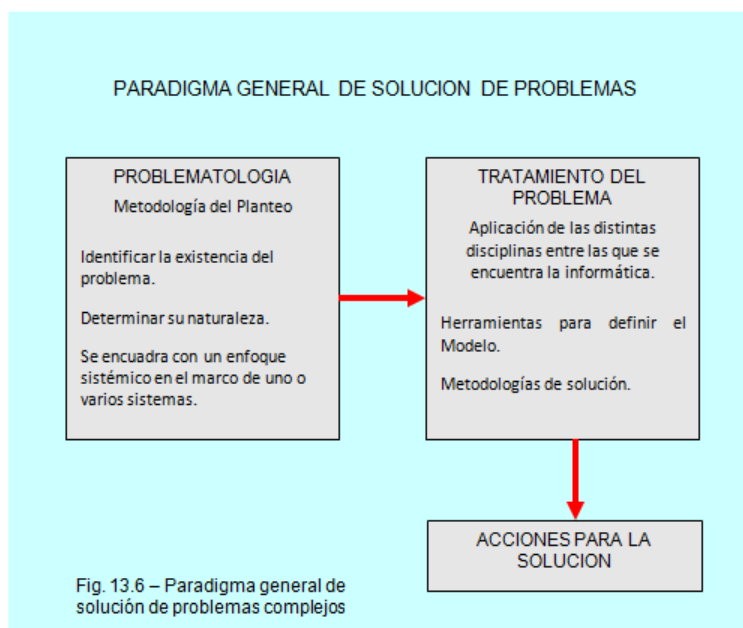
### El planteo y la solución de problemas

Dentro de este marco, podemos definir la Problematología como una metodología para el planteo de problemas sistémicos y no para su resolución.

La primera condición para un trabajo exitoso es reconocer no solo la existencia, sino también la naturaleza de un problema y su encuadre en el marco de uno o varios sistemas interconectados (enfoque sistémico). Si no se hace esto correctamente, no se puede esperar ningún resultado válido. (Método para la construcción del modelo mental)

En tal sentido, en Informática (lo veremos más adelante) existen instrumentos de estudio con metodología específicas para la construcción del modelo formal, y en consecuencia un marco teórico que influirá de manera decisiva sobre la dirección que tomará el tratamiento del problema y a veces hasta sobre el uso de los instrumentos. (Fig. 13.6)

La subjetividad del estado real, y la del estado deseado, no garantizaran que el problema haya sido correctamente reconocido y delimitado. A pesar de la idoneidad de los instrumentos y la eficacia de la teoría elegida. Depende de la calidad del modelo mental.



Para ser objetivos, hay que reconocer que no existe ninguna forma de acercamiento a los problemas que garantice absolutamente su correcto planteo. Pero al menos, podemos tratar de ser menos simplistas en nuestros métodos. A efectos de evitar que:

- Los problemas reciban soluciones muy parciales y provisionarias.
- Que surjan muy pronto otros problemas, derivados de las supuestas soluciones, en el mismo o en otros ámbitos. En ocasiones estos últimos suelen ser más graves que los originales.

## Condiciones básicas del buen planteo de un problema.

Ningún problema real importante se presenta en forma aislada, muy por el contrario, aparece como parte de una situación compleja afectando a un sistema complejo.

La metodología para el planteo de los problemas, debe por lo tanto cumplir con los siguientes requisitos:

- Reconocer las múltiples causas del problema.
- Reconocer los múltiples efectos que tiene o podría tener el problema con el entorno.
- Reconocer los distintos sectores de la realidad que serían o podrían ser influenciados por las diversas soluciones del problema.

## Síntesis metodológica

Tanto dentro del área del problema estudiado como del sistema que forma su entorno (metasistema), las incidencias, reacciones, retroalimentaciones y regulaciones pueden combinarse de distintas maneras, como por ejemplo:

- Adicionarse o sustraerse en forma lineal.
- Multiplicarse o dividirse y llevar a procesos acelerados, frenados, explosivos, asintóticos, logísticos o periódicos.
- Estos procesos pueden ser estables o inestables.

Para un planteo informático, estas sinergias, que se deben describir e investigar, pueden verse más claramente a partir del grafo de interconexiones de datos y procesos, tan completo como sea posible en toda la extensión del área investigada y del posible alcance que pueden tener en el entorno.

Veremos más adelante que existen distintos tipos de metodología para el estudio y diseño de sistemas, y seguramente adoptaremos una para desarrollar nuestra actividad profesional. Pero todas ellas se basan en suministrar una herramienta, válida, para representar la visión que tengamos de la realidad, y la

solución que creemos más conveniente, pero no nos garantiza, por perfecta que esta sea, el éxito en la solución del problema.

Ya sabemos que nuestra visión del mundo real es bastante engañadora, incoherente, parcializada y aislada. Es por ello, que necesitamos una reconstrucción de nuestros enfoques conceptuales que sean validos para cualquier metodología de trabajo. Esto nos permitirá:

- Disminuir nuestra capacidad de auto-engaño.
- Mejorar la coherencia de nuestra visión.
- Reubicar nuestro buen conocimiento especial en un marco significativo global.
- Extraernos de nuestro aislamiento y ponernos en comunicación fluida con los otros especialistas, puesto que la solución de cualquier problema complejo, es en general multidisciplinaria.

Todo esto se logra reemplazando los métodos que consisten en aislar el problema de su contexto, por otro que consista en buscar todas las relaciones del problema con ese contexto.

## El pensamiento sistémico como herramienta metodológica para la solución de problemas

Como observamos en el Capítulo 5, el pensamiento sistémico es una de las conceptualizaciones o técnicas de pensamiento de mayor impacto en la actualidad por constituir un marco conceptual que permite representar problemas dentro de la frontera de un sistema y de su relación con el metasistema. La implementación de esta práctica permite el estudio de cualquier fenómeno y su experimentación ha contribuido en la resolución de múltiples problemas, donde otras perspectivas y áreas del conocimiento han sido incapaces de abordar (Cavaleri y Sterman, 1997).

El pensamiento sistémico se convierte entonces, en una herramienta útil para la formulación de modelos en muchos ámbitos, lo cual facilita al experto la interacción con el problema de estudio y conlleva a la determinación de los

elementos fundamentales que deben involucrar los modelos con el objeto de plasmar adecuadamente las realidades de estudio (Doyle, et al., 1996).

Habitualmente, se siguen tres principios básicos del pensamiento sistémico en torno al modelamiento de los sistemas (Checkland y Scholes, 1999):

- La articulación del problema
- El análisis de sistemas
- El uso de modelos

A continuación se explica cada uno de estos pasos.

### **La articulación del problema**

La articulación del problema es el paso en el cual el observador se cuestiona sobre el problema a resolver. Aquí debe identificar el problema real a estudiar, sin dejarse sesgar por los síntomas o por las dificultades que ocurren en el mismo. En este paso debe identificarse el límite (frontera) y la resolución del modelo mental y el propósito fundamental del estudio. Para esta caracterización inicial del problema es adecuado discutir en grupo con expertos en el área, realizar una investigación histórica de las dinámicas del fenómeno, recolectar datos que ayuden a revelar tendencias y usar observación directa.

### **El análisis de sistemas**

Los conceptos de análisis de sistemas son útiles en problemas relacionados con distintos ámbitos (Las ciencias sociales, ambientales, etc.) (Wilson, 1981). La idea base del análisis de sistemas en estos ámbitos es generar un entendimiento profundo de los objetos de estudio o sistemas de interés, y a partir de este conocimiento poder predecir el comportamiento de tales sistemas en el futuro.

Bajo esta perspectiva, se entiende como sistema el objeto de estudio que tiene una colección de componentes que están relacionados unos con otros o que interactúan entre sí de varias maneras. Algunos de estos componentes a menudo se juntan con otros sistemas o componentes externos estableciendo



aun más relaciones. El entorno fuera del sistema, lo hemos denominado contexto o ambiente. Sabemos que el sistema y el ambiente están separados por un límite donde puede haber transferencia o flujos de información (o material). Un sistema que no comparte flujos (información, material, etc.) con el ambiente lo hemos llamado sistema cerrado; de manera contraria es llamado sistema abierto, un sistema que comparte flujos e información con el ambiente (Gregory A.J., 2007). Son llamados insumos, aquellos elementos o flujo de información que entran al sistema. Por el contrario, se llaman productos o resultados aquellos que salen del sistema hacia el ambiente (Wilson, 1981).

La manera en la cual un sistema es visto y definido depende del nivel de resolución en el cual es adoptado. Un componente que es visto a un nivel grueso de resolución puede tener una estructura interna y un número de componentes distinto a comparación con un nivel más fino de resolución (Forrester, 1977). El nivel de resolución apropiado depende de los propósitos de análisis y debe ser escogido en relación con la efectiva formulación de problema y la facilidad con la cual una solución puede ser obtenida. Adicionalmente, existen tres niveles de escala: la escala espacial, relacionada con el número de unidades espaciales o zonas que serán usadas en el análisis; la temporal, que se refiere a las unidades de tiempo, y la sectorial que está implicada con el número de tipos de componentes a involucrar en el análisis (Wilson, 1981).

El siguiente paso en el argumento es definir las variables del sistema. Éstas son las que hemos definido como: variables endógenas, exógenas y de estado. Las variables endógenas, son también conocidas como variables internas, surgen a partir de la interacción de los elementos del sistema. Las variables exógenas, a diferencia, son aquellas que son atribuidas por el ambiente (Forrester, 1991). Las variables de estado establecen las características que definen las distintas fases del sistema. De esta manera, los distintos valores asignados a las variables representan las particularidades y las dinámicas en el tiempo del sistema.

Igualmente, como ya lo expresamos existen otros elementos llamados parámetros que actúan como valores fijos, que describen aspectos de la

estructura y son inalterables durante todo el horizonte de estudio (Wilson, 1981).

Finalmente, y para términos de modelamiento, el comportamiento del sistema debe ser representado por las interacciones o asociaciones entre los componentes. Con el análisis anterior es posible identificar las propiedades emergentes de los sistemas que no se observan al mirar tan solo sus partes individuales, y otorga la posibilidad de predecir el comportamiento sistémico rompiendo con paradigmas de funcionamiento.

### **El uso de modelos**

Bajo un enfoque sistémico, como vimos en el Capítulo 12 los modelos permiten la imitación de operaciones de un proceso o sistema del mundo real a lo largo del tiempo. Son una declaración, no ambigua, de la forma en que interactúan los componentes del sistema bajo estudio (Checkland y Scholes, 1999). Los modelos los utilizamos para mejorar el entendimiento del sistema real, para predecir comportamientos, y para valorar alternativas para mejorarlos y transformarlos. Bajo la perspectiva sistémica, el modelo estará compuesto por los componentes más importantes que el diseñador cree que afectan el sistema bajo estudio representados en variables exógenas, endógenas y de estado (Sterman, 2000).

Como vimos en el capítulo 12, los modelos son aceleradores de aprendizaje, ya que el modelamiento efectivo está determinado por iteraciones constantes entre experimentos y aprendizaje en el mundo virtual construido. Por lo tanto, el procesamiento de modelado consta de cuatro pasos fundamentales que interactúan constantemente en todo el transcurso de la construcción del modelo; estos son según (Checkland y Scholes, 1999).:

- La identificación de relaciones dinámicas
- La formulación
- La validación
- El planteamiento de políticas
- La evaluación final

#### *Identificación de relaciones dinámicas.*

En este paso el diseñador desarrolla una teoría acerca del comportamiento problemático y construye relaciones que explican el fenómeno en términos del enfoque metodológico adoptado. La estructura debe especificar la dinámica del sistema y las reglas de interacción entre variables y agentes involucrados en el modelo.

#### *Formulación del modelo.*

En este paso se realiza una formalización completa del modelo con todas sus ecuaciones, parámetros y condiciones iniciales; es aquí cuando empieza a descubrir el entendimiento acerca del problema y la habilidad para representarlo.

#### *Validación*

. Equivale a probar el comportamiento y la estructura del modelo construido. Se debe garantizar que cada variable corresponda a un concepto en el mundo real, y que cada ecuación tenga su fundamento teórico y dimensional. Asimismo, debe efectuarse la confrontación del comportamiento y los resultados del modelo con la estructura real bajo estudio.

#### *Planteamiento de políticas y evaluación.*

Una vez que se tenga entendimiento, confianza en la estructura y comportamiento del modelo se diseñan las políticas para el mejoramiento, implementar nuevas estrategias, estructuras y reglas de decisión que conlleven al sistema al punto deseado.

### **El ciclo de vida de los sistemas informáticos y la TGS**

En este punto no se pretende explicar detalladamente cuales son las fases del ciclo de vida para la construcción (proyecto) de sistemas informáticos, de qué manera se deben instrumentar. Para esto existen metodologías actuales desarrolladas y suficientemente probadas y otras que seguramente surgirán con el tiempo. A pesar de la abundancia de metodologías, existen fases que

son comunes y que muy difícilmente se podrán eliminar, en todo caso se plantea en cada una de ellas el “como” desarrollarlas. Un ejemplo de lo expuesto son las fases de relevamiento, la de análisis, la especificación de requerimientos, el diseño, etc. La TGS aporta una nueva visión para analizar cada una de estas fases, sobre todo en lo relacionado con el comportamiento dinámico del mismo.

Se intenta simplemente establecer, independientemente del método utilizado, un adelanto de cuáles son los aportes “invariantes” que puede realizar la TGS al observador, en cada una de las fases del ciclo de vida del “proyecto” de un sistema informático. En puntos posteriores de este mismo libro se verterán conceptos que enriquecerán aún mas lo aquí expresado.

En primer lugar es importante comprender que el desarrollo e instalación de un sistema informático se realiza, en términos generales, para producir un cambio de la realidad con todo lo que ello significa. Estos cambios los podemos considerar de dos maneras: como una “mejoría” en un sistema de jerarquía superior o que forman parte de un “diseño” de sistema de jerarquía superior. En síntesis, y como dijimos en varias oportunidades, el sistema informático se encuentra inmerso en sistemas que lo contienen y por lo tanto su diseño está fuertemente condicionado al sistema de jerarquía superior (visión Holística del problema).

En los siguientes puntos detallaremos las fases necesarias, clásicas, para el desarrollo de un proyecto de “Sistema”, los conceptos de la TGS involucrados y el grado de participación de la tecnología en cada una de dichas fases. Estas son:

### ***Fase de definición del objetivo y alcance del Sistema.***

Está relacionada con la delimitación e identificación precisa del problema a resolver.

El objetivo del sistema es uno solo y de tipo general. Como dijimos en varias oportunidades es simplemente “la razón de la existencia del sistema” y la misma debe ser expresada en forma concisa y clara. Los sub-objetivos del sistema (Objetivos específicos) surgirán como consecuencia de los objetivos

puntuales de cada uno de los sub-sistemas que componen su estructura en el proceso de descomposición (jerarquía de objetivos).

En cuanto a la definición del alcance, está relacionado con la determinación de las fronteras del sistema y la definición del contexto del mismo. Dentro del contexto, el observador debe establecer el contexto de interés que considera afecta de alguna manera al sistema bajo estudio.

En esta fase los aspectos tecnológicos están ausentes o son casi despreciables.

### **Fase de relevamiento.**

Es la identificación de la realidad dentro de las fronteras establecidas en el punto anterior (representa la situación actual). En esta parte del proyecto la influencia del observador es determinante, puesto que la realidad percibida depende de la capacidad de percepción que tiene el observador y de la interpretación que hace de los fenómenos percibidos del mundo real. El enfoque sistémico juega un papel determinante y el resultado de esta fase puede ser totalmente subjetiva. Los puntos a considerar para construir el modelo son los siguientes:

- Aspectos relacionados con el análisis del sistema hacia fuera de sus fronteras.
- Aspectos relacionados con el análisis del sistema hacia adentro de sus fronteras.
- Aspectos relacionados con las características generales del comportamiento.
- Aspectos relacionados con la Organización.

Los conceptos relacionados con cada uno de estos puntos, fueron estudiados en los capítulos anteriores. La tecnología no tiene influencia significativa.

### **Fase de análisis y especificación de los requerimientos.**

En esta fase de análisis, para que sea completa, el observador (analista) metodológicamente se debe plantear puntos de vista relacionados con los conceptos de la TGS que establecen la necesidad de realizar un análisis del sistema considerando la mejoría o el diseño. En cuanto a la especificación de los requerimientos, en forma general podemos decir que consiste en establecer “el que”. Luego del análisis, se deben enunciar cuales son las mejorías que se deberán realizar sobre el sistema a los efectos de lograr la “situación deseada” (realidad modificada). En esta etapa del proyecto, pueden aparecer ciertas influencias de la tecnología, puesto que la funcionalidad de algunas mejoras puede estar vinculada al tipo de tecnología disponible.

### **Fase de diseño.**

La fase de diseño establece “el como” se deben instrumentar las especificaciones de requerimientos a los efectos de lograr la “situación deseada”. Podemos dividir esta fase en dos:

- El diseño global.
- El diseño de detalle.

Para el diseño global se realiza el mapa de procesos con las modificaciones incorporadas a los procesos de la etapa anterior. Se identifican las partes de la estructura de los procesos con su funcionalidad e impacto con el contexto. El diseño global debe ser presentado para su aprobación, aprobado el diseño global pasamos al siguiente paso.

En el diseño detallado: el analista desarrolla en detalle la totalidad de los procesos y procedimientos enumerados en el diseño global y formula la estructura de organización la cual se aplicara sobre dichos procedimientos. (Modelo de los procesos y reglas del negocio)

Para realizar esto, debemos tener en cuenta varios conceptos importantes de la TGS para estas etapas del proyecto. Estos son:

- El resultado de la solución planteada no puede producir efectos contrarios a los objetivos del sistema de jerarquía superior. De esta premisa básica que condiciona la solución, se desprende la importancia de tener identificado con precisión el sistema de jerarquía superior en etapas anteriores.
- Se debería diseñar el sistema, identificando los subsistemas componentes con sus objetivos, fronteras y las relaciones entre dichos subsistemas. Se debe tener en cuenta la necesidad de llegar al máximo grado de desagregación posible, componiendo la estructura final (complejidad) del sistema.
- Se debería tener identificadas (desde etapas anteriores) la naturaleza de las perturbaciones al sistema desde el contexto, a los efectos de poder realizar un diseño adecuado del sistema de regulación y control correspondiente y de esta manera lograr la “estabilidad del sistema”.
- Se debería tener claro los niveles posibles de incertidumbre (posibles estados del sistema) a los efectos de poder evaluar el nivel de Entropía que podría llegar a tener el sistema. Esta evaluación se realiza sobre la base de la identificación de procesos y variables estratégicas cuya pérdida de control podrían afectar o destruir el sistema.
- Tener en cuenta el nivel de Homeostasis que debe tener el sistema para contrarrestar la “Entropía” del mismo. Recordemos que la Homeostasis se refiere a la “flexibilidad funcional” que se le debe dar al sistema para que este se pueda adaptar a las perturbaciones del contexto.
- Definir claramente la organización del sistema, por ejemplo si su funcionamiento responde a un esquema centralizado o descentralizado.
- Establecer indicadores para medir el “Éxito del sistema”, a los efectos de realizar un proceso de retroalimentación de la solución instrumentada.

En este punto la tecnología puede llegar a tener una importancia suprema, puesto que la instrumentación de muchos de los aspectos considerados en esta fase son dependientes de las soluciones tecnológicas que se encuentren en el mercado en el momento que se está planteando la solución. Por ejemplo

seleccionar una arquitectura conformada por herramientas apropiadas que respondan al comportamiento dinámico y los conceptos de la TGS de adaptabilidad a las variaciones que le propone el contexto. En la Parte II de este libro se hablara de las herramientas que actualmente se encuentran disponibles en el mercado que nos permiten cumplir con estas premisas. A modo de ejemplo podemos citar: herramientas de workflow (BPMS), motores de reglas, manejadores de contenido, Business intelligence (BI), etc.

### **Fase de desarrollo.**

En este punto se realiza el, desarrollo y pruebas de la arquitectura y el software que responde al diseño de sistema de la fase anterior. Dicho software deberá respetar las definiciones funcionales de cada uno de los módulos y los parámetros de calidad correspondientes.

### **Conclusiones**

La aplicación del pensamiento sistémico en distintos ámbitos establece un marco conceptual que permite abordar los problemas que surgen de la conformación de estructuras avanzadas de información y de complejas organizaciones de los sistemas reales.

El pensamiento sistémico contribuye a estructurar el entendimiento de las realidades, a constituir las bases para estudios posteriores de modelamiento y a definir los comportamientos de los sistemas. Vimos que los tres principios básicos del pensamiento sistémico en torno al modelamiento de los sistemas son: la articulación del problema que constituye la identificación y elaboración estructurada de los sistemas, el análisis de sistemas que involucra toda la conceptualización del pensamiento sistémico para entender los sistemas, y el uso de modelos que es la aplicación de diversas herramientas en ingeniería para representar las inferencias identificadas en los procesos sistémicos. En este libro se introducen tres importantes herramientas del pensamiento sistémico: los diagramas causales, que son estructuras que definen los ciclos de realimentación de los sistemas, las estructuras generales que definen los comportamientos de los sistemas y el análisis de la complejidad que busca



representar sistemas con altos números de variables e interacciones. Cada una de esas herramientas ayuda a realizar aproximaciones importantes a los elementos de los sistemas y contribuyen en su modelamiento en ingeniería.

En la actualidad, los estudios relacionados con el pensamiento sistémico se pudo observar que el pensamiento sistémico puede abordar distintos ámbitos del conocimiento y que la mayoría de estos estudios se apoyan en diagramas causales para explicar los racionamientos sistémicos construidos.