



**CENTRO CULTURAL ITACA S.C.**

**TEORÍA DE SISTEMAS APLICADA  
A LA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CLAVE: LII 844**

**PROFESOR: MTRO. ALEJANDRO SALAZAR GUERRERO**

## **1. TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS, SU EVOLUCIÓN Y OBJETIVOS**

- 1.1. La revolución que nos rodea
- 1.2. Problemas para la ciencia
- 1.3. Tipo de problemas: operacionales y de magnitud
- 1.4. Orígenes, fuentes y enfoque de la teoría general de sistemas
- 1.5. La proposición de los sistemas la ingeniería de sistemas y el enfoque de sistemas

## **2. SISTEMAS Y DISEÑO DE SISTEMAS**

- 2.1. Definición de sistema
- 2.2. Tipos de sistemas por su origen
- 2.3. Características generales de los sistemas
- 2.4. Ideas particulares de los sistemas
- 2.5. Taxonomías de sistemas
  - 2.5.1. Taxonomía de Building
  - 2.5.2. Taxonomía de Checkland
- 2.6. Mejoría de los sistemas y diseño de sistemas
- 2.7. Diferencia de la mejoría de sistemas
- 2.8. Diseño de sistemas con un enfoque de sistemas
- 2.9. Aplicación del enfoque de sistemas en organizaciones
- 2.10. Límites del sistema y el medio ambiente
- 2.11. Modelo general de un sistema y su medio

## **3. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS**

- 3.1. Propiedades de los sistemas
  - 3.1.1. Homeostasis
  - 3.1.2. Equifinalidad
  - 3.1.3. Ley de la variedad requerida
  - 3.1.4. Entropía y sinergia
- 3.2. Características de los sistemas
  - 3.2.1. Sistemas duros, sistemas suaves

## **4. EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES EN INGENIERÍA**

- 4.1. El proceso administrativo
- 4.2. Objeto de estudio modelo conceptual
- 4.3. Estructuración de modelos de sistemas
- 4.4. Formulación del problema aplicado a ingeniería
- 4.5. Herramientas necesarias para obtener datos
- 4.6. Toma de decisiones en ingeniería
- 4.7. La búsqueda de alternativas
- 4.8. Estilos cognoscitivos y sistemas de investigación-verdad
- 4.9. Diseño de un sistema X de mantenimiento de ingresos

## **5. METODOLOGÍA DE SISTEMAS DUROS**

- 5.1. Paradigma de análisis de los sistemas duros y blandos
- 5.2. Metodología de Hall y Jenking
- 5.3. Aplicaciones en ingeniería industrial

## **6. METODOLOGÍA DE SISTEMAS BLANDOS**

6.1. Metodología de Checkland

6.2. El sistema de actividad humana como un lenguaje de modelación

6.3. Aplicaciones en ingeniería industrial

### **3. PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS**

#### **3.1. Propiedades de los sistemas**

Los sistemas se caracterizan por los siguientes conceptos:

**Elementos:** Los elementos son los componentes de cada sistema. Los elementos de sistema pueden a su vez ser sistemas por derecho propio, es decir, subsistemas. Los elementos de sistemas pueden ser inanimados (no vivientes), o dotados de vida (vivientes). La mayoría de los sistemas con los cuales tratamos, son agregados de ambos. Los elementos que entran al sistema se llaman entradas, y los que lo dejan son llamados salidas o resultados.

**Proceso de conversión:** Los sistemas organizados están dotados de un proceso de conversión por lo cual los elementos del sistema pueden cambiar de estado. El proceso de conversión cambia elementos de entrada en elementos de salida. En un sistema con organización, los procesos de conversión generalmente agregan valor y utilidad a las entradas, al convertirse en salidas. Si el proceso de conversión reduce el valor o utilidad en el sistema, este impone costos o impedimentos.

**Entradas y recursos:** La diferencia entre entradas y recursos es muy mínima, y depende solo del punto de vista y circunstancial. En el proceso de conversión, las entradas son generalmente los elementos sobre los cuales se aplican los recursos. Cuando se identifican las entradas y recursos de un sistema, es importante especificar si están o no bajo control del diseñador de sistema, es decir, si pueden ser considerados como parte del sistema o parte del medio.

**Salidas o resultados:** Las salidas son los resultados del proceso del sistema y se cuentan como resultados, éxitos o beneficios.

**El medio:** Determina cuales sistemas se encuentran bajo control de quienes toman las decisiones, y cuales deben dejarse fuera de su jurisdicción.

**Propósito y función:** Los sistemas inanimados están desprovistos de un propósito evidente. Estos adquieren un propósito o función específico, cuando entran en relación con otros subsistemas en el contexto de un sistema más grande.

**Atributos:** Los sistemas, subsistemas y sus elementos, están dotados de atributos o propiedades. Los atributos pueden ser "cuantitativos" o "cualitativos". Esta diferenciación determina el enfoque a utilizarse para medirlos.

**Metas y objetivos:** La identificación de metas y objetivos es de suprema importancia para el diseño de sistemas. Componentes, programas y misiones. En sistemas orientados a objetivos, se organiza el proceso de conversión alrededor del concepto de componentes, programas o misiones, el cual consiste de elementos compatibles reunidos para trabajar hacia un objetivo definido.

**Administración, agentes y autores de decisiones:** Las acciones y decisiones que tienen lugar en el sistema, se atribuyen o asignan a administradores, agentes y autores de decisiones cuya responsabilidad es la guía del sistema hacia el logro de sus objetivos.

Estructura: La noción de estructura se relaciona con la forma de las relaciones que mantienen los elementos del conjunto. Las estructuras pueden ser simples o complejas, dependiendo del número y tipo de interrelaciones entre las partes del sistema.

Estados y flujos: El estado de un sistema se define por las propiedades que muestran sus elementos en un punto en el tiempo. La condición de un sistema está dada por el valor de los atributos que lo caracterizan. Los cambios de un estado a otro por los que pasan los elementos del sistema dan surgimiento a flujos, los cuales se definen en términos de cambio de tasas de valor de los atributos de sistemas.

### 3.1.1. Homeostasis

Homeostasis (Del griego homos que es (ὁμος) que significa "similar", y estasis (στάσις) "posición", "estabilidad") es la característica de un sistema abierto o de un sistema cerrado, especialmente en un organismo vivo, mediante la cual se regula el ambiente interno para mantener una condición estable y constante. Los múltiples ajustes dinámicos del equilibrio y los mecanismos de autorregulación hacen la homeostasis posible. El concepto fue creado por Walter Cannon y usado por Claude Bernard, considerado a menudo como el padre de la fisiología, y publicado en 1865. También significa medio interno. Tradicionalmente se ha aplicado en biología, pero dado el hecho de que no sólo lo biológico es capaz de cumplir con esta definición, otras ciencias y técnicas han adoptado también este término.

La homeostasis y la regulación del medio interno constituyen uno de los preceptos fundamentales de la fisiología, puesto que un fallo en la homeostasis deriva en un mal funcionamiento de los diferentes órganos.

### 3.1.2. Equifinalidad

Los sistemas abiertos se caracterizan por el principio de equifinalidad: un sistema puede alcanzar por una variedad de caminos, el mismo resultado final, partiendo de diferentes condiciones iniciales. En la medida en que los sistemas abiertos desarrollan mecanismos reguladores (homeostasis) de sus operaciones, la cantidad de equifinalidad se reduce.

Sin embargo la equifinalidad permanece: existe más de una forma de que el sistema produzca un determinado resultado, o sea, existe más de un camino para alcanzar un objetivo. El estado estable del sistema puede ser alcanzado a partir de condiciones iniciales diferentes y por medios diferentes.

En un sistema, los "resultados" (en el sentido de alteración del estado al cabo de un período de tiempo) no están determinados tanto por las condiciones iniciales como por la naturaleza del proceso o los parámetros del sistema.

La conducta final de los sistemas abiertos está basada en su independencia con respecto a las condiciones iniciales. Este principio de equifinalidad significa que idénticos resultados pueden tener orígenes distintos, porque lo decisivo es la naturaleza de la organización. Así mismo, diferentes resultados pueden ser producidos por las mismas "causas".

Por tanto, cuando observamos un sistema no se puede hacer necesariamente una inferencia con respecto a su estado pasado o futuro a partir de su estado actual, porque las mismas condiciones iniciales no producen los mismos efectos.

Por ejemplo, si tenemos:

$$\text{Sistema A: } 4 \times 3 + 6 = 18$$

$$\text{Sistema B: } 2 \times 5 + 8 = 18$$

Aquí observamos que el sistema "A" y el sistema "B" tienen inicios diferentes (4) y (2), y que, cada uno, tiene elementos diferentes al otro. Sin embargo, el resultado final es el mismo (18).

Veamos, ahora, otro ejemplo.

$$\text{Sistema X: } 9 \times 1 + 7 = 16$$

$$\text{Sistema Y: } 9 + 1 \times 7 = 70,$$

Aquí observamos que el sistema "X" y el sistema "Y" tienen igual origen y, además, están compuestos por iguales elementos y en el mismo orden. Sin embargo, el resultado final es diferente: (16) y (70).

¿De qué depende el resultado en cada uno de los casos anteriores? No depende ni del origen ni de los componentes del sistema (números) sino de lo que "hacemos con los números"; es decir, de las operaciones o reglas (sumar o multiplicar).

Pues bien, este ejemplo nos sirve como analogía para entender el concepto de equifinalidad. El funcionamiento de una familia como un todo, no depende tanto de saber qué ocurrió tiempo atrás, ni de la personalidad individual de los miembros de la familia, sino de las reglas internas del sistema familiar, en el momento en que lo estamos observando.

## **EJEMPLOS DE EQUIFINALIDAD**

Una empresa se plantea como objetivo aumentar las utilidades y para lograrlo puede tomar varias decisiones como:

- a) Reducir los costos de producción.
  - b) Aumentar el margen de ganancia.
  - c) Aumentar las ventas, entre otros
- Una empresa se plantea como objetivo disminuir su ciclo de conversión de efectivo y para lograrlo puede tomar varias decisiones como:
- a) Reducir el periodo de conversión de inventarios,
  - b) Reducir el periodo de conversión de las cuentas por cobrar
  - c) Aumentar el periodo de conversión de las cuentas por pagar
  - d) todas juntas.

### **3.1.3. Ley de la variedad requerida**

Establece que cuanto mayor es la variedad de acciones de un sistema regulado, también es mayor la variedad de perturbaciones posibles que deben ser controladas ("sólo la variedad absorbe variedad"). Dicho de otra manera, la variedad de acciones disponibles (estados posibles) en un sistema de

control debe ser, por lo menos, tan grande como la variedad de acciones en estados en el sistema que se quiere controlar. Al aumentar la variedad, la información necesaria crece. Todo sistema complejo se sustenta en la riqueza y variedad de la información que lo describe, pero su regulación requiere asimismo un incremento en términos de similitud con las variables de dicha complejidad. Un concepto, el de variedad, coincidente con el de redundancia, dentro del despliegue teórico que Ashby hace acerca de la autoorganización en los sistemas complejos, que le sitúan en la cercanía de von Foerster y la cibernética de segundo orden', base del constructivismo radical.

#### 3.1.4. Entropía y sinergia

La entropía de un sistema es el desgaste que el sistema presenta por el transcurso del tiempo o por el funcionamiento del mismo. Los sistemas altamente entrópicos tienden a desaparecer por el desgaste generado por su proceso sistémico. Los mismos deben tener rigurosos sistemas de control y mecanismos de revisión, reelaboración y cambio permanente, para evitar su desaparición a través del tiempo.

En un sistema cerrado la entropía siempre debe ser positiva. Sin embargo en los sistemas abiertos biológicos o sociales, la entropía puede ser reducida o mejor aun transformarse en entropía negativa, es decir, un proceso de organización más completa y de capacidad para transformar los recursos. Esto es posible porque en los sistemas abiertos los recursos utilizados para reducir el proceso de entropía se toman del medio externo. Asimismo, los sistemas vivientes se mantienen en un estado estable y pueden evitar el incremento de la entropía y aun desarrollarse hacia estados de orden y de organización creciente.

La permeabilidad de un sistema mide la interacción que este recibe del medio, se dice que a mayor o menor permeabilidad del sistema el mismo será mas o menos abierto.

Los sistemas que tienen mucha relación con el medio en el cuál se desarrollan son sistemas altamente permeables, estos y los de permeabilidad media son los llamados sistemas abiertos.

Por el contrario los sistemas de permeabilidad casi nula se denominan sistemas cerrados.

### 3.2. Características de los sistemas

#### 3.2.1. Sistemas duros, sistemas suaves

Los sistemas duros se identifican como aquellos en que interactúan hombres y máquinas. En los que se les da mayor importancia a la parte tecnológica en contraste con la parte social. La componente social de estos sistemas se considera como si la actuación o comportamiento del individuo o del grupo social sólo fuera generador de estadísticas. Es decir, el comportamiento humano se considera tomando sólo su descripción estadística y no su explicación. En los sistemas duros se cree y actúa como si los problemas consistieran sólo en escoger el mejor medio, el óptimo, para reducir la diferencia entre un estado que se desea alcanzar y el estado actual de la situación. Esta diferencia define la necesidad a satisfacer el objetivo, eliminándola o reduciéndola. Se cree que ese fin es claro y fácilmente definible y que los problemas tienen una estructura fácilmente identificable.

La idea de "práctica de sistemas" implica saber como utilizar los conceptos aprendidos anteriormente para solucionar problemas de sistemas descritos como "naturales", "físicamente diseñados", "de

diseño abstracto” o “actividad humana”, donde a partir de las características principales de cada uno de ellos, el solucionador de problemas busca describirlos.

La metodología de sistemas duros, se interesa solo en una simple W; se define una necesidad y en la metodología de sistemas suaves están relacionados con las diferentes percepciones que derivan de diferentes Ws. La metodología emerge un sistema de aprendizaje en el cual las Ws fundamentales se exponen y se debaten junto con las alternativas. Las pautas metodológicas hacen posible el estudio de situaciones problema en el nivel de los marcos involucrados.

Aplicación del pensamiento de sistemas duros a problemas suaves

La idea de que todo problema del mundo real pueda plantearse a través de estrategias de investigación que son sistemáticas dado que se desarrollan mediante pasos razonables y ordenados y que utilizan la palabra sistema para indicar su naturaleza buscando un estado S1 deseado a partir de un S0 presente y buscan alternativas para pasar de una a la otra, es la característica de todo pensamiento de sistema duro, los cuales emergen de la SE o SA o VS Naturaleza de la Ingeniería de sistemas (SE) y del análisis de sistemas (SA).

El éxito de esta metodología radica en que es factible aplicarla a problemas de tipo diferente, inclusive a problemas suaves como son decisiones públicas, política, etc. siempre cuando los intentos de transferir tecnología se lleven a cabo con un espíritu de investigación.

Donde la fortaleza del método radica en:

- a) el enfoque de sistemas
- b) el proceso de asimilación de tecnología a través de un experto
- c) la búsqueda de una solución a partir de un objetivo, el cual sea medible, útil y que tenga un significado

Sin embargo, la posición que se tiene se puede expresar como:

- a) El pensamiento tradicional de los ingenieros comienza con la aceptación de una especificación, a través de 5 W y 1 H
- b) Establece un enfoque de requerimientos, asumiendo la necesidad y dan el inicio del análisis sistemático de la economía y de otros costos y beneficia de los métodos alternativos que pueden satisfacer el requerimiento

3. Ambas tradiciones están consientes de de cuestionar las consideraciones, estableciendo que la tecnología de ambas tradiciones implica que los objetivos serán definidos y que los medios eficientes para alcanzarlos se buscaran y comparan

4. La selección del medio para alcanzar un objetivo definido constituye solo una parte pequeña para la toma de decisiones administrativas, por lo es difícil plantear un sistema duro

5. Se involucra una función de juicio, pero se incluye la operatividad de modelos.