

FOLHETO  
 UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
 Laboratorio de Técnicas Avanzadas en Diseño

## NOTAS SOBRE SISTEMAS

Este trabajo fue publicado por la Sección de Sistemas y Modelos  
 en Octubre 1974

ARQ° BENJAMIM REIF

JUNIO 1975

Área: Sistemas

Número: 1

## NOTAS SOBRE SISTEMAS

### Sistemas: Introducción

La palabra 'sistema' la encontramos frecuentemente en nuestra actividad diaria: nos trasladamos de un lugar a otro por medio de sistemas de transporte; circulamos con nuestro vehículo por sistemas de vialidad; vivimos en sistemas residenciales; creamos los sistemas sociales y políticos; formamos parte del sistema solar y estudiamos los sistemas atómicos; nos sentimos exhaustos si nuestro sistema muscular no descansa y probablemente nuestro sistema nervioso esté agotado al final de un día de mucha tensión. Como podemos observar, son múltiples las ocasiones en las cuales la palabra sistema hace su aparición. Su campo de utilización abarca tanto a los sistemas naturales como a los diseñados por el hombre. Comprende además sistemas físicamente grandes como el solar e infinitamente pequeños y microscópicos como las bacterias.

A simple vista, estas cosas son bastante diferentes; pudiéramos preguntar a qué se debe que siendo tan distintos estos entes, los denominamos 'sistemas'. La razón es muy sencilla: son un conjunto de elementos altamente relacionados entre sí.

### Teoría General de Sistemas

Con el nombre de Teoría General de Sistemas, Von Bertalanffy (Ref. 1) introduce una nueva ciencia, cuyo propósito fundamental es el de estudiar los rasgos comunes que presentan los sistemas en general. La aspiración básica de esta disciplina es la de describir una teoría general del comportamiento de los sistemas, aplicable por igual a diferentes sistemas.

Es decir, plantear la posibilidad de que un conjunto de principios se puedan transferir de una disciplina científica a otra, sin tener que duplicar el esfuerzo. Generalmente, observamos este fenómeno al analizar las analogías que presentan los sistemas, las

cuales nos ayudan a estudiar un sistema a través de otro más conocido. Por ejemplo, el flujo de automóviles en una red vial se puede estudiar a través del flujo de agua en una tubería.

Aunque una Teoría General sobre los Sistemas, todavía no se ha podido desarrollar totalmente, su planteamiento ha permitido estudiar ventajosamente los sistemas, al fomentar disciplina en la definición de los términos utilizados, permitiendo que su aplicación sea más precisa.

### Sistemas: Definición

Cualquier agrupación de elementos conectados entre sí no puede considerarse de por sí un sistema. Inclusive, conocemos sistemas cuyos elementos están relacionados con otros elementos que no son parte del sistema en estudio. Estas consideraciones nos indican que en cierta forma, casi todos los elementos que componen nuestro universo, mantienen un cierto tipo de relación entre sí. De acuerdo con el propósito que tengamos en mente, seleccionaremos los elementos que vamos a considerar como integrantes del sistema en estudio, así como también, determinaremos las relaciones entre ellos que sean de interés para el sistema. Aceptando estos conceptos, podremos convenir en la siguiente definición:

*Un sistema es una serie de elementos que trabajan conjuntamente en pos del objetivo del todo.*

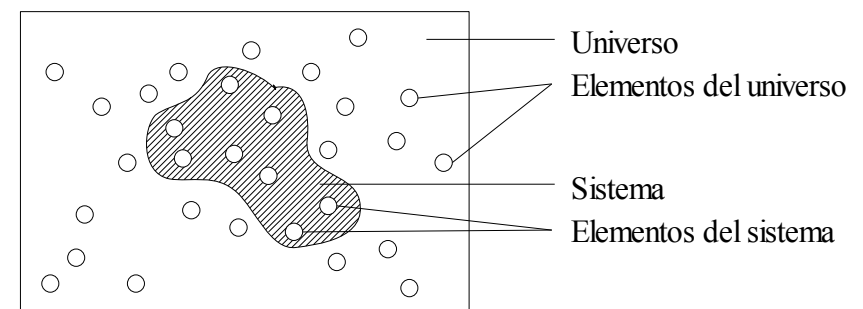
Naturalmente, esto implica que los elementos componentes del sistema deben mantener una cierta relación entre sí, a fin de lograr el propósito deseado.

El concepto de sistema se ha derivado principalmente de una rama de la matemática moderna llamada teoría de conjuntos. Recordemos que un conjunto es una serie o colección de objetos con una regla que define si un objeto en particular pertenece o no al conjunto. Por ejemplo, si consideramos las personas presentes en una fiesta, podríamos formar un conjunto con aquellas personas que

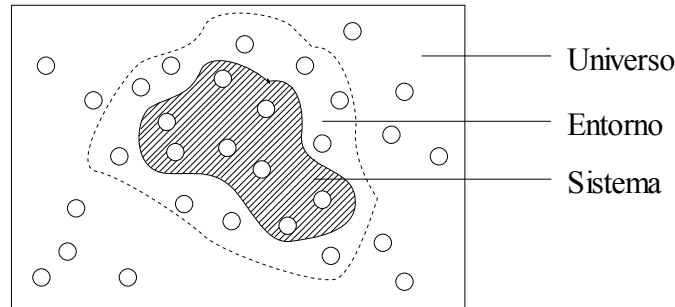
visten de un determinado color de traje. En este caso, la regla que define si una persona de las presentes pertenece o no al conjunto que estamos identificando, es el hecho que vistan de un determinado color.

Si sustituimos en la definición antes mencionada la regla que define si un objeto en particular pertenece o no al conjunto por un objetivo o propósito, obtendremos la definición básica de sistema. Por ejemplo, si en nuestro ejemplo anterior, deseamos identificar el sistema "Servicio de Abastecimiento" cuyo propósito es en cierta manera, atender y proveer a los asistentes con comida y bebida, podremos fácilmente identificar en el sistema a los elementos humanos, como por ejemplo: mesoneros, cocineros, etc. así como también a los elementos físicos necesarios, tales como: vasos, platos, bandejas, cocina, etc. Inmediatamente comenzaremos a identificar también las diferentes relaciones que existen entre todos estos elementos. Como hemos dicho pueden existir muchas otras relaciones entre los elementos del sistema e inclusive con otros que no pertenecen a él, como por ejemplo, el hecho de que uno de los mesoneros resida en la misma calle que uno de los invitados; pero esta relación no tiene por qué considerarse cuando analizamos el sistema "servicio", ya que en condiciones normales puede ignorarse, al no aportar ninguna información de interés.

### Entorno o medio ambiente



Hemos visto que un sistema es una parte de la realidad que ha sido conceptualmente aislada del resto del universo.



Aquel conjunto de elementos del universo que guarda una acentuada relación con los elementos del sistema, se le identifica como entorno o medio ambiente del sistema. Todos los demás elementos no considerados con el entorno o en el sistema, se ignoran.

Esta acentuada relación entre el sistema y su entorno implica que cualquier modificación en el comportamiento del sistema puede afectar la forma de comportarse el entorno y viceversa; generalmente el sistema no puede controlar el comportamiento de su entorno y es precisamente esta característica la que nos ayuda en la identificación del mismo.

Establecer los límites o fronteras de un sistema y su entorno, es una tarea sumamente difícil de realizar cuando trabajamos con sistemas complejos. Hay casos en que esta delimitación es fácil, como por ejemplo, cuando nos referimos al sistema solar: la distancia al elemento más cercano que no pertenece al sistema es tan grande que nos permite fácilmente detectar los límites del mismo. Sistemas complejos como es el caso de la economía de un país, presentan mucha dificultad en la determinación de su frontera.

Podemos entonces presentar la siguiente definición:

*Entorno o medio ambiente de un sistema es el conjunto de elementos externos a él, donde cualquier modificación en sus propiedades afecta al sistema, y cuyas propiedades a veces se ven alteradas por la forma de comportarse el sistema, pero que éste (el sistema) no puede controlar.*

De acuerdo a la relación del sistema con su entorno o medio ambiente, podemos clasificar los sistemas en dos tipos:

- Sistemas Cerrados
- Sistemas Abiertos

### **Sistemas Cerrados**

Un sistema es cerrado cuando ninguna interacción tiene lugar con el medio ambiente. Uno de los usos del concepto 'sistema cerrado' es el de simplificar un sistema físico, para facilitar su análisis. Un ejemplo puede verse cuando una reacción química ocurre en un recipiente sellado y aislado. Este enfoque es comúnmente usado en física tradicional y en experimentos químicos.

### **Sistemas Abiertos**

Un sistema abierto es aquel que interactúa con su entorno. Los elementos de los sistemas vivientes raramente existen en forma aislada. Generalmente tienen un medio ambiente con el cual complejas interacciones tienen lugar. Es importante notar que el sistema abierto más su entorno, esto es, el sistema total debe ser estudiado al tratar con sistemas abiertos. En arquitectura y planificación urbana, los sistemas que describen edificaciones o ciudades, son generalmente considerados como abiertos. Una edificación existe en el medio ambiente de otros edificios cercanos con los cuales se relaciona desde muchos puntos de vista. Una ciudad existe en un entorno que contiene áreas urbanas y rurales, con las cuales el sistema interactúa fuertemente.

En realidad, si un sistema dado es abierto o cerrado, depende de la cantidad del universo que es incluido en el sistema y en el medio ambiente. Adicionando al sistema la parte del entorno con el cual la interacción tiene lugar, el sistema se convierte en cerrado.

### Entradas y Salidas

Al tratar con sistemas abiertos, hemos visto que ellos interactúan con su medio ambiente. En la práctica, la característica más notable de las interacciones entre un sistema y su entorno, es el hecho de que las relaciones son direccionales: o el medio ambiente afecta al sistema, o el sistema afecta al medio ambiente, o ambos.

Así, es posible agrupar las interrelaciones que se efectúan entre el sistema y su entorno en dos clases: aquellas que afectan al sistema llamada *entradas* y aquellas generadas por el sistema llamadas *salidas*.

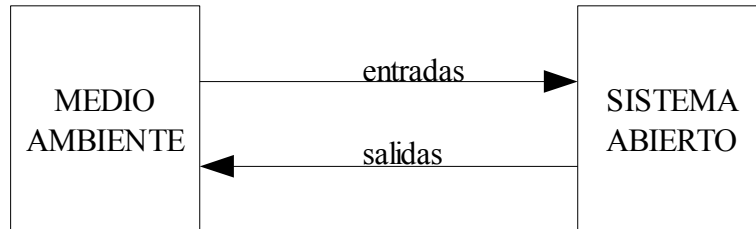


Figura 1 – Sistema abierto, medio ambiente, entradas y salidas

Podemos identificar el concepto de comportamiento de un sistema, con el conjunto de relaciones llamadas salidas.

Mantendremos que esta división de las relaciones en entradas y salidas, es arbitraria y básicamente depende del investigador y de como él defina el sistema en estudio.

### Mecanismo de control

Hemos indicado anteriormente que un conjunto de elementos, para poder ser identificado como un sistema, debe poseer un propósito u objetivo. Consideremos, por ejemplo, un sistema 'nave espacial' cuyo propósito sea el dirigirse al planeta Marte. Para lograr que el sistema logre su propósito, se requiere de un mecanismo que pueda comparar la posición actual de la nave (salida del sistema) con la posición deseada (propósito del sistema) y tome pasos correctivos en caso que estos sean necesarios. A este mecanismo se le llama subsistema de control.

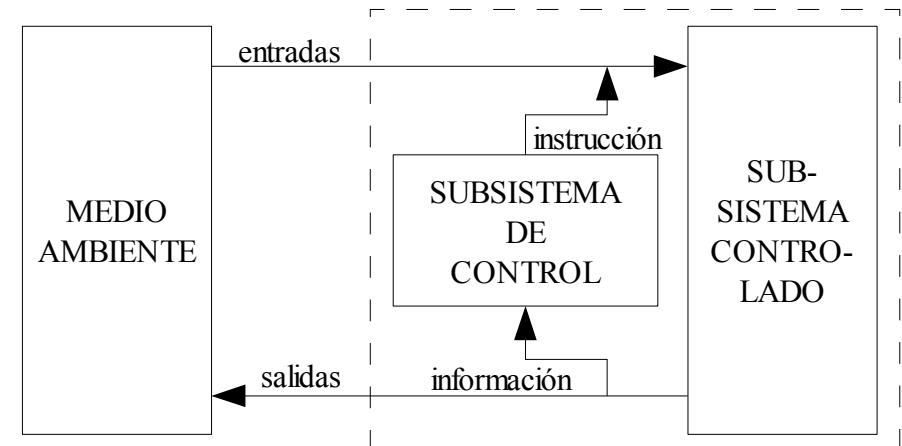


Figura 2 – Un sistema abierto y su entorno, mostrando el mecanismo de control

Podemos señalar entonces, que en un sistema encontramos dos mecanismos: el subsistema controlado y el subsistema de control. Hemos dicho que para que un sistema ajuste sus parámetros en la dirección deseada, debe estar en capacidad de saber como se está comportando. Esto nos lleva a uno de los conceptos básicos de la cibernética: El *proceso de retroalimentación*, mediante el cual, la salida de una operación controlada se compara con los estándares

deseados (objetivos cuantificados), y el resultado es usado como parte de los datos sobre los cuales la próxima operación se basa.

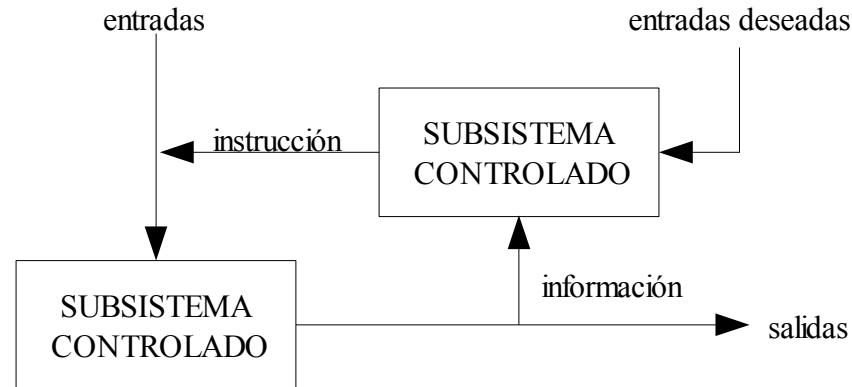


Figura 3 – El proceso de retroalimentación

En realidad, nuestra motivación en el estudio del proceso de control se debe a que nos interesa que el sistema en estudio se comporte de una manera deseada.

### Cibernética

El nacimiento de la cibernética se debe al trabajo de Norbert Wiener (Ref. 2), quien llevó los modelos matemáticos al campo de la Biología para presentar el sistema nervioso. Wiener, a través de esta nueva ciencia, se propone estudiar cuales son las cosas en común que poseen los mecanismos de control de los sistemas. La cibernética plantea que los sistemas complejos, ya sean estas maquinas, moléculas, empresas comerciales, seres humanos, etc. poseen un mecanismo de control, que les incita a comportarse de una manera deseada. El estudio de los elementos comunes que presentan los mecanismos de control de estos sistemas es el objetivo básico de la cibernética. Wiener define esta disciplina como “la ciencia del control y la comunicación en el animal y en la máquina”.

Sistemas como los estructurados por un niño manejando su bicicleta o como la economía de un país, son sistemas complejos que responden a mecanismos de control de acuerdo al objetivo. El flujo de información alrededor del sistema y la forma como esta información es empleada por el mecanismo de control, es estudiado por la cibernética. Es importante resaltar que el mecanismo de control es una parte del sistema, y que es prácticamente imposible estudiarlo sin analizar el resto del sistema. Consecuentemente la cibernética y el análisis de sistemas comunmente los encontramos juntos.

### Análisis de Sistemas

En el estudio de los sistemas observamos por ejemplo, que un cristal es imposible descomponerlo en átomos sin pasar a través de la etapa intermedia de moléculas. Un organismo viviente tampoco podemos descomponerlo en tejidos, sin pasar a través de las etapas igualmente esenciales e intermedias de aparatos y órganos.

Si tomamos como ejemplo una ciudad y la consideramos un sistema urbano ella puede ser descrita como un elemento dentro de un sistema de ciudades, esto es, la ciudad puede ser considerada como un elemento de un sistema regional, y por el otro lado, la ciudad puede ser desagregada en unidades más pequeñas, las cuales pueden ser reconocidas a su vez como sistemas en sí mismas.

Estos ejemplos nos indican que cada elemento de un sistema puede ser considerado en sí, como un sistema más pequeño (lo llamaremos subsistema), el cual contiene una nueva serie de elementos que a su vez, pueden ser desagregados en otra serie de elementos. Es obvio que cada subsistema debe conformarse a los requerimientos indicados para los sistemas, es decir, deben comprender un conjunto de elementos altamente interrelacionados entre sí para lograr un propósito.

Al tratar con sistemas muy complejos, a veces es más provechoso dividir el sistema en componentes manejables o

subsistemas, con lo cual se facilita enormemente su comprensión y estudio. Es precisamente la disciplina conocida con el nombre de Análisis de Sistemas la que nos permite entender claramente los componentes de un sistema, así como sus interrelaciones.

Su propósito fundamental es tratar de determinar en que medida un elemento del sistema afecta a cualquier otro y a su vez, al comportamiento de todo el sistema.

Este tipo de análisis coloca al problema en estudio dentro de un contexto más formal y nos permite entender mejor el comportamiento de los elementos componentes con el fin de determinar mejores soluciones.

### Enfoque Sistémico

En la mayoría de los textos que plantean el enfoque sistémico o de sistemas, generalmente encontramos que la división de este enfoque tan solo gira alrededor del simple concepto de 'ver las cosas como un todo'. Bajo este enfoque una organización es considerada como un complejo interrelacionado de componentes en donde el comportamiento de cada parte depende de su relación con las demás y donde el comportamiento del todo depende del funcionamiento de cada elemento. (Churchman. Ref. 3).

A continuación trataremos de presentar algunas ideas en forma más integral sobre este enfoque, las cuales viene desarrollando el autor. Ellas tienen su origen en los planteamientos de Churchman (Ref. 3), Ackoff (Ref. 4), Beer (Ref. 5) y otros. Nuestro aporte básico consiste en la identificación en forma clara, de dos niveles altamente interrelacionados: nivel de recursos y nivel de objetivos; en cuanto que Churchman, por ejemplo, solo especifica claramente el segundo nivel.

Hemos definido un sistema como una serie de elementos que trabajan conjuntamente en pos del objetivo del todo, es decir, con un propósito. Podemos observar en esta definición dos aspectos:

- La serie de elementos que conforman el sistema tal como lo vemos en la realidad. Es decir, son las partes que nosotros observamos que relacionadas entre sí, componen el sistema. Llamaremos a este aspecto el *nivel de recursos*.
- El segundo aspecto es el propósito del sistema, el cual es precisamente el que permite seleccionar los elementos que van a componer el sistema, así como sus relaciones. A este aspecto lo llamaremos *nivel de objetivos*.

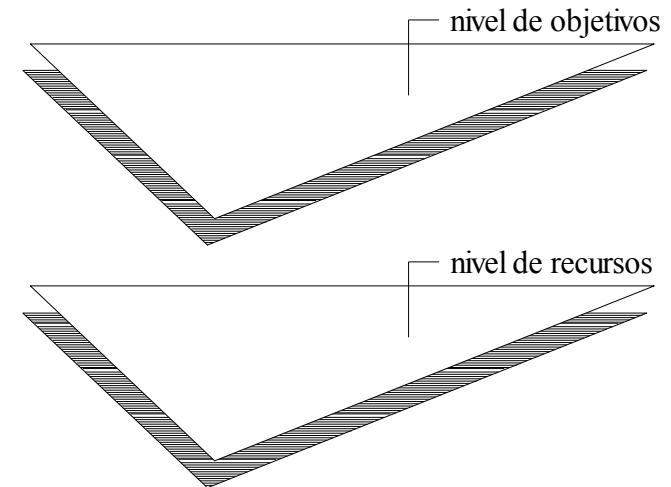


Figura 4 – Nivel de Recursos y Nivel de Objetivos

Para aclarar estos conceptos, tomaremos por ejemplo un transportador aéreo. El propósito de este sistema podría definirse como un "medio para transportar materia (pasajeros y/o carga) desde un punto A a un punto B, en el medio aire". Lo dicho aquí

corresponde al nivel de objetivos del sistema. El conjunto de elementos que permitirán que este propósito se lleva a cabo, podría identificarse, por ejemplo, como las partes de un aeroplano: alas, motores, etc. las cuales relacionadas de cierta manera entre sí, forman el sistema avión. Estas partes corresponden al nivel de recursos con las cuales se puede lograr el propósito deseado. Revisando este ejemplo, comprobamos lo mencionado anteriormente: Cuando observamos un avión, lo que estamos viendo es solamente el nivel de recursos del sistema. Existe además el nivel de objetivos, (abstracto en cierta manera), el cual nos va a permitir seleccionar los recursos que van a constituir el sistema.

La selección de los elementos que van a componer el sistema depende del propósito del mismo y es llevada a cabo por el analista quien define el objetivo del sistema. Para este estudio, utilizaremos indistintamente las palabras propósito, función o misión para identificar el objetivo del sistema.

Creemos que la identificación, separación e interrelación de los dos niveles planteados en este trabajo son fundamentales en el estudio de los sistemas, ya que nos clarifica más el hecho de poder utilizar diferentes recursos para lograr el mismo propósito.

Para explicar lo mencionado en el párrafo anterior, nos remontaremos unos años atrás, cuando la necesidad de transportadores aéreos se resolvía con el uso de dirigibles. Estos aerostatos cumplían el propósito de un transportador aéreo: "un medio para transportar materia (pasajeros y/o carga) desde un punto A a un punto B, en el medio aire". Analizando este ejemplo, observamos que un mismo propósito se ha logrado con diferentes recursos: en el primer caso con un avión y en el segundo con un dirigible.

Cuando los diseñadores de los dirigibles decidieron mejorar este sistema, probablemente sólo se dedicaron a modificar las dimensiones y proporciones del globo, de la cabina, etc., es decir, perfeccionaron los elementos del dirigible que se encuentran en el nivel de recursos. Este naturalmente produjo mejoras en el comportamiento del sistema. Pero el aeroplano sólo apareció cuando los diseñadores del transportador aéreo abandonaron su laborioso esfuerzo nivel de recursos y se desplazaron al nivel de objetivos desde donde se preguntaran conceptualmente cual era el propósito del sistema que estaban diseñando y a su vez, pudieran analizar com mayor libertad, los diferentes recursos con los cuales se podría lograr el mismo propósito.

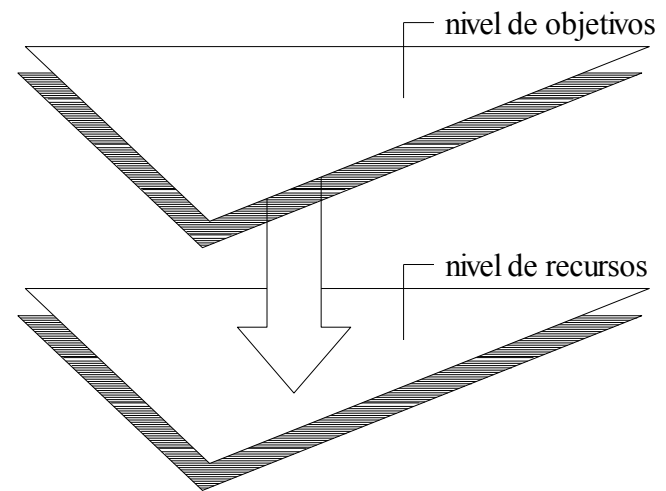
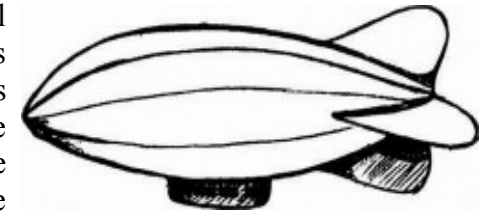


Figura 5 – El proceso ideal de diseño debe originarse en el nivel de objetivos.

Es decir, es opinión del autor, que el proceso ideal de diseño debe originarse a nivel de objetivos, desde donde alternativas en el uso de los recursos, se pueden estudiar con mayor facilidad y libertad. [en el nivel de objetivos temos 'transportar materia desde un punto A a un punto B, em el medio aire' (Figura 6)]

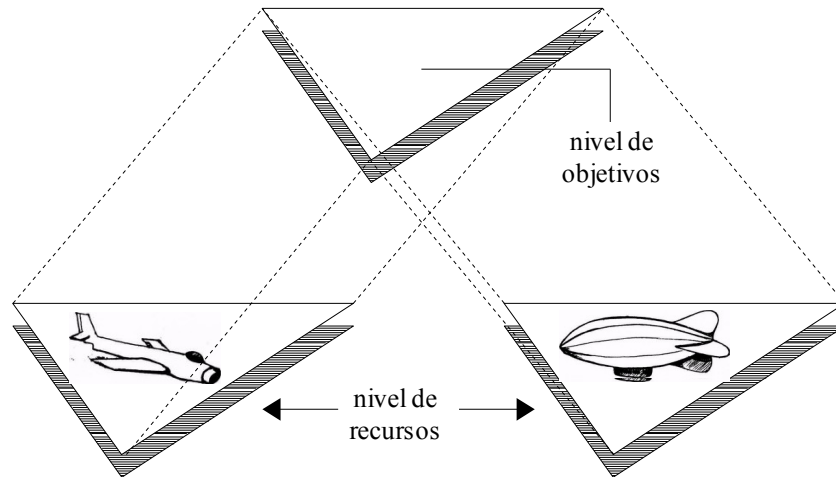


Figura 6 – Un mismo propósito se puede lograr con diferentes recursos

No es de extrañar pues, que muchos diseñadores, cuando tienen que diseñar por ejemplo una silla, emplean la mayoría de su tiempo pensando si esta tendrá cuatro, tres o una pata. Si regresaran al nivel de objetivos y se preguntaran cual es el propósito de ella, probablemente lograrán soluciones diferentes y más eficientes que las tradicionales: Por qué no un chorro de aire sobre el cual nos pudiéramos sentar?

Al analizar por ejemplo una silla tradicional, observamos que los elementos del sistema: las cuatro patas, el asiento y el

respaldar, guardan una determinada relación entre sí, como vemos em la Figura 7.

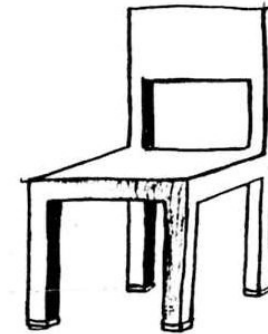


Figura 7 – Una silla

La Figura 8 nos muestra los mismos elementos del sistema pero com una relación diferente entre ellos.



Figura 8 – Elementos de una silla con diferentes relaciones entre ellos

Es precisamente el propósito del sistema el que nos señala como se deben relacionar los elementos constituyentes del sistema



para lograr el objetivo deseado. De aquí la importancia de las relaciones.

El enfoque sistémico se identifica con la concepción orgánica de la ciencia que plantea que el todo es mayor que la suma de las partes, en contraposición con el concepto mecanicista expresado por Laplace, el cual dice que el todo es igual a la suma de las partes. Podríamos deducir que este 'algo adicional' se debe a las relaciones existentes entre los elementos.

Como hemos mencionado anteriormente, llamamos sistemas no solo a objetos tales como sillas, aviones, etc., sino a cualquier conjunto de elementos que tengan un propósito definido. Por lo tanto, un proceso puede también considerarse un sistema. Analicemos el caso de un sistema que procesa ropa sucia y la transforma en ropa lista para ser usada. Su propósito puede resumirse en "limpieza de ropa". Para lograr este objetivo, necesitamos realizar varias actividades; básicamente las siguientes:

- lavar
- secar
- planchar

Es necesario realizar estas actividades para lograr el propósito del sistema. Es por ello que se las llama sub-propósitos o sub-objetivos. Ver Figura 9.

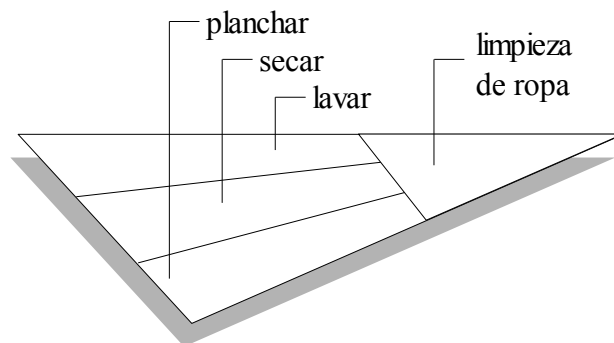


Figura 9 – El nivel de objetivos con indicación del propósito y su desagregación en sub-propósitos o sub-objetivos

Observemos que hasta ahora nos hemos mantenido en el nivel de objetivos. Nada se ha comentado sobre los recursos que se van a emplear para lograr el propósito deseado.

Una vez realizada la primera desagregación que comprende el reconocer los sub-objetivos, se procede a la identificación de las actividades que hay que realizar para lograr cada uno de los sub-objetivos indicados: es decir, determinar los sub-sub-objetivos representados en la figura 10 como a, b, c, ..., j, ..., n.

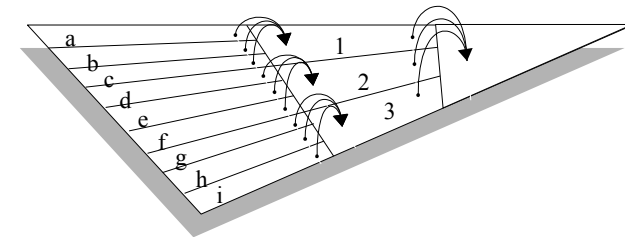


Figura 10 – El nivel de objetivos donde se ha desagregado el propósito en sub-objetivos y sub-sub-objetivos

Analizando este planteamiento que se observa en la Figura 10 vemos por ejemplo, que el sub-objetivo (1) es un medio para lograr el propósito general del sistema: a su vez, el sub-objetivo (1) es un propósito que se logra a través de los medios a, b y c. En otras palabras, el sub-objetivo (1) es a la vez *medio* (para lograr el nivel inmediato superior) y *objetivo*, (para ser logrado por el nivel inmediato inferior). Lo aquí planteado trata de describir lo que pudiéramos llamar un *árbol de objetivos*.

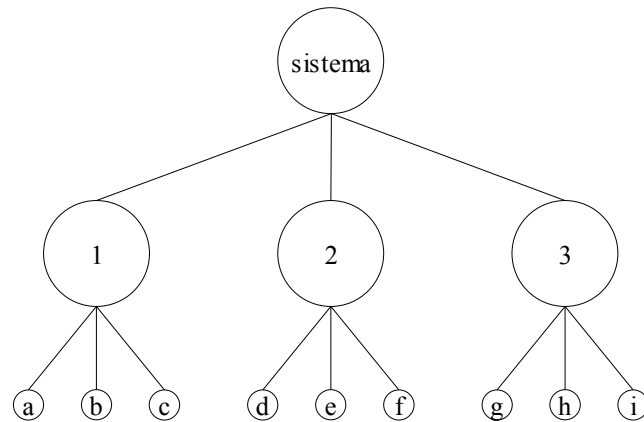


Figura 11 – Árbol de objetivos

Examinando ahora el nivel de recursos, observamos que las diferentes actividades u objetivos, se pueden lograr con recursos diferentes. Por ejemplo, el proceso de lavar puede realizarse con una batea o con una lavadora automática. La actividad de secar podemos realizarla al sol o con una secadora eléctrica, etc.

De acuerdo con el sistema en estudio, podemos clasificar los recursos en varios tipos: recursos humanos, financieros, materiales, etc. A su vez, estos pueden dividirse en dos clases: móviles y fijos. Los recursos móviles son aquellos que sufren transformaciones en el sistema. En el caso de la limpieza de ropa, esta, el agua, el jabón, etc. pueden considerarse como recursos móviles. En un sistema educativo por ejemplo, los estudiantes serían considerados entre otros, como recursos móviles. Los recursos fijos son aquellos que no sufren mayores transformaciones en el sistema. En nuestro primer ejemplo serían la batea, la lavadora, la secadora, etc. y en nuestro segundo ejemplo, los salones de clase, pupitres, microscopios, etc.

Nuestro sistema de limpieza de ropa lo podemos presentar como se observa en la Figura 12, la cual constituye un *modelo* del sistema.

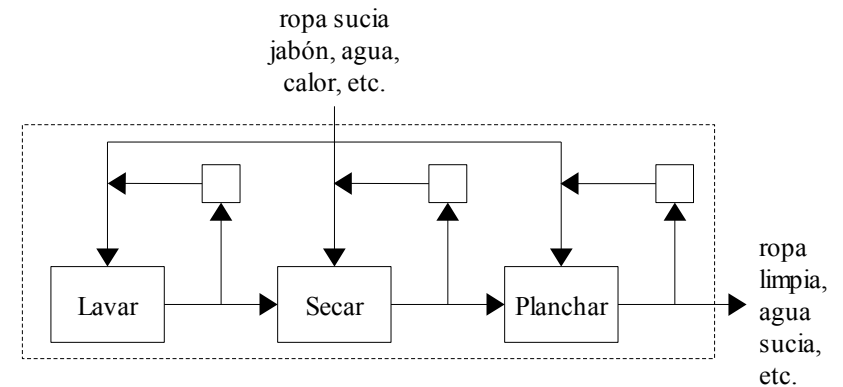


Figura 12 – Modelo del sistema "limpieza de ropa"

Un modelo de una situación es simplemente la representación de la correspondiente situación real, tal como nosotros la percibimos (Ref. 6).

En el caso que invirtiéramos la actividad de lavar con la de planchar, es decir, primero plancharíamos la ropa sucia, luego la secaríamos y finalmente la lavaríamos, no habremos logrado el propósito deseado. Es decir, nuevamente vemos que los elementos del sistema deben guardar una *relación* entre sí para lograr el objetivo propuesto.

La forma como están relacionados operacionalmente los elementos del sistema se conoce con el nombre de *estructura* del mismo.

Analizando los dos niveles planteados aquí, podemos entender más claramente que la *productividad* es la relación o cociente entre la cantidad de objetivos logrados y la cantidad de recursos utilizados para lograrla.

## Investigación de Operaciones

En los últimos años, debido a los avances de la tecnología, los sistemas diseñados por el hombre han llegado a ser cada vez más complejos. La especialización ha producido una tendencia hacia la descentralización que ha ocasionado la división de la organización en departamentos o subsistemas. Cada uno de estos subsistemas ha desarrollado sus propios objetivos. En muchos casos, los objetivos de estos subsistemas se encuentran en conflicto entre sí y la óptima producción para cada departamento no necesariamente es la óptima para el sistema en su totalidad.

Para encarar problemas de este tipo, se necesitaron muchas técnicas y así, las técnicas de Investigación de Operaciones se desarrollaron con el fin de optimizar el comportamiento de los sistemas.

Churchman, Ackoff y Arnoff (Ref. 7) dan la siguiente definición de Investigación de Operaciones: "...es la aplicación de métodos, técnicas y herramientas científicas a problemas operacionales de sistemas a fin de proveer a aquellas que controlan el mismo, con soluciones óptimas".

El reconocimiento cada vez mayor, de que los nuevos y complejos problemas no pueden ser resueltos eficientemente dentro de los límites de una sola disciplina, ha generado la necesidad de organizar grupos interdisciplinarios de trabajo.

En el contexto del enfoque sistémico, donde una organización es considerada como un conjunto de componentes interrelacionados en forma sumamente compleja, donde la efectividad de cada parte depende de su relación con el todo y la efectividad del todo depende de como las partes están funcionando, encontramos generalmente tres disciplinas muy relacionadas:

- Teoría General de Sistemas
- Cibernética e

## • Investigación de Operaciones

Investigadores de estas disciplinas y de muchas otras ciencias, generalmente combinan sus conocimientos y experiencias trabajando conjuntamente en equipo para resolver problemas complejos. En cierta manera, ellos forman parte del subsistema de control del sistema considerado. El procedimiento común del equipo es el de estudiar la situación, construir un modelo científico de él, experimentar con él, obtener o escoger la mejor solución y recomendarla al mecanismo de decisión del sistema.

El proceso de encontrar la mejor solución es conocido con el nombre de optimización y el cuerpo de conocimientos teóricos relacionados con este proceso se conoce con el nombre de teoría de decisiones. La teoría de decisiones comprende un extenso número de técnicas matemáticas, como por ejemplo, teoría de líneas de espera, programación matemática, teoría de redes, etc.

## REFERENCIAS

- Bertalanffy L. Von, "General Systems Theory", George Braziller, New York, 1968.
- Wiener, N., "Cybernetics", The Mit Press, N.Y., 1948.
- Churchman, C.W., "El Enfoque de Sistemas", Editorial Diana, México, 1973.
- Ackoff, R. L., "Scientific Method", John Wiley & Sons., Inc. N.Y., 1968.
- Beer, S., "Decision and Control", John Wiley & Sons., London, 1966.
- Rei F., Benjamim, "Models in Urban and Regional Planning", Leonard Hill Book, London, 1973.
- Churchman, C.W. Ackoff, R.L. and Arnoff, E.L., "Introduction to Operations Research", John Wiley and Sons., Inc., N.Y., 1968.