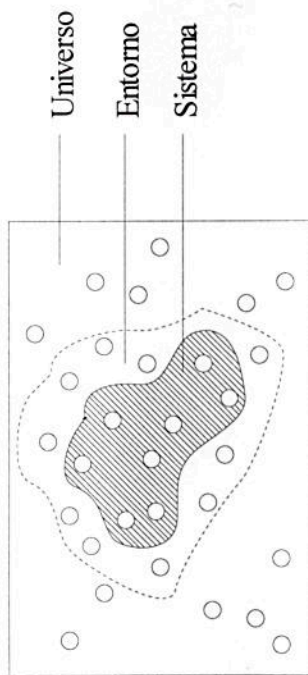


Hemos visto que un sistema es una parte de la realidad que ha sido conceptualmente aislada del resto del universo.



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.

subistemas, 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 Sistemico

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 vienen 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:

- a) 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*.
- b) 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*.

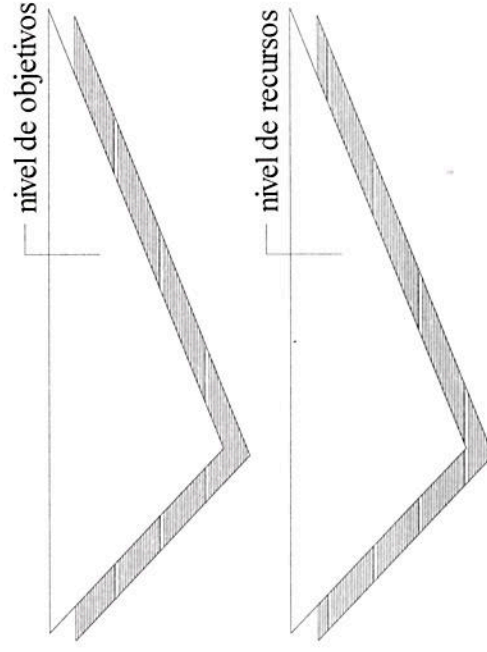


Figura 4 – Nivel de Recursos y Nivel de Objetivos

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 solarmente el nivel de recursos del sistema. Existe además el nivel de objetivos, (abstracto en cierta manera), el cual nos vá 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 con mayor libertad, los diferentes recursos con los cuales se podría lograr el mismo propósito.

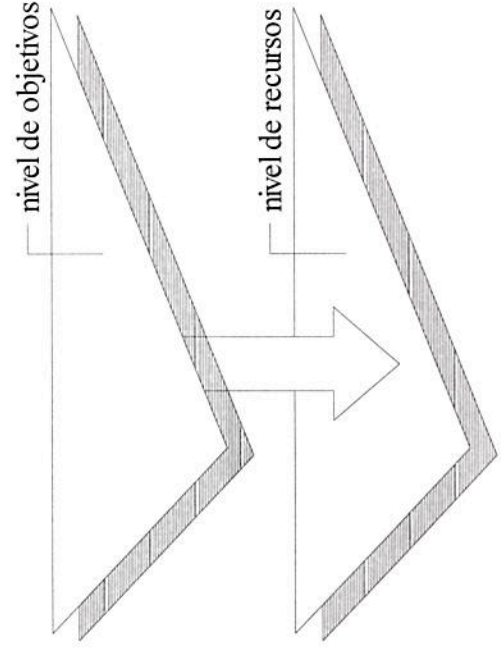


Figura 5 – El proceso ideal de diseño debe originarse em el nivel de objetivos.

Es decir, es opinión del autor, que el proceso ideal de diseño deve se originarse a nivel de objetivos, desde donde alternativas em el uso de los recursos, se pueden estudiar com 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)]

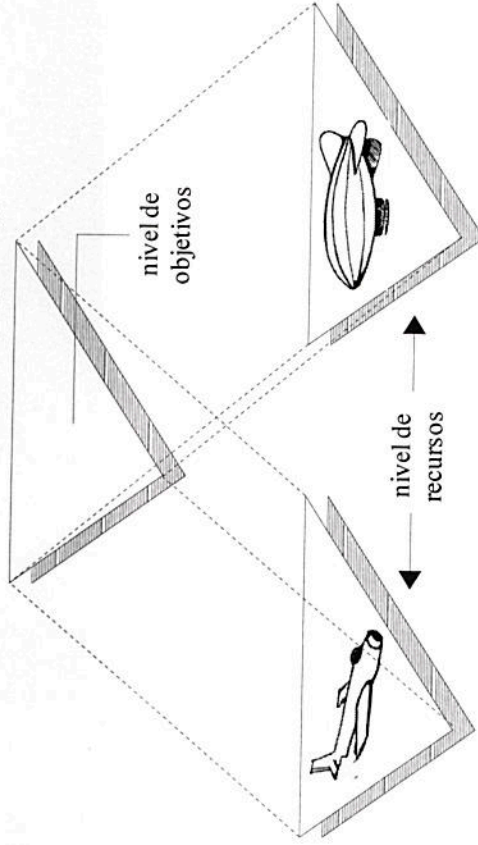


Figura 6 – Un mismo propósito se puede lograr com diferentes recursos

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.

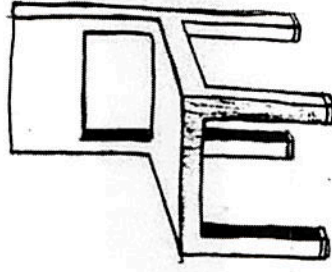


Figura 7 – Una silla

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

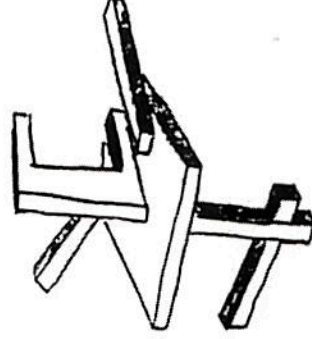


Figura 8 – Elementos de una silla con diferentes relaciones entre ellos

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.

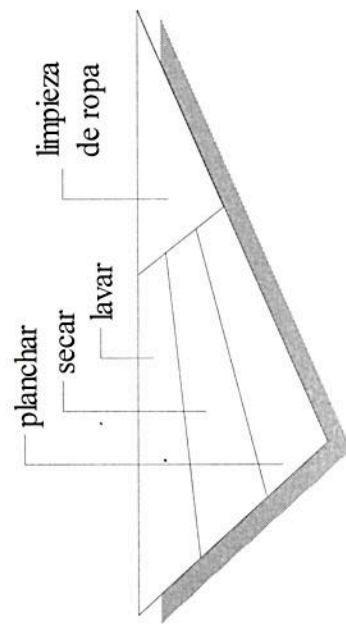


Figura 9 – El nivel de objetivos con indicación del propósito y su desagregación en sub-propósitos o sub-objetivos

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.

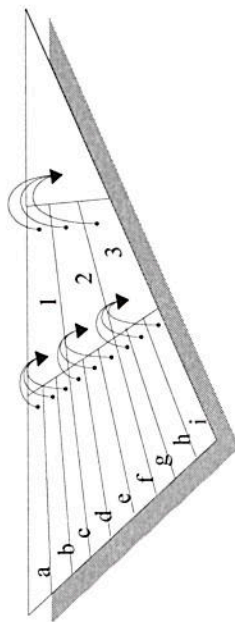


Figura 10 – El nivel de objetivos donde se ha desagregado el propósito en sub-objetivos y sub-sub-objetivos

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 podríamos llamar un *árbol de objetivos*.

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

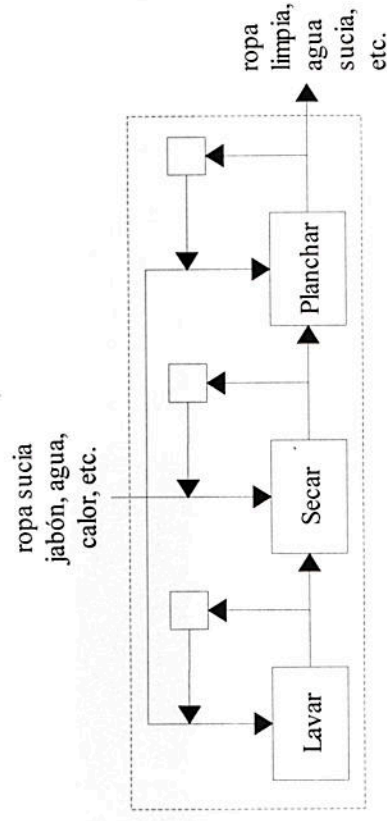


Figura 12 – Modelo del sistema "limpieza de ropa"

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.

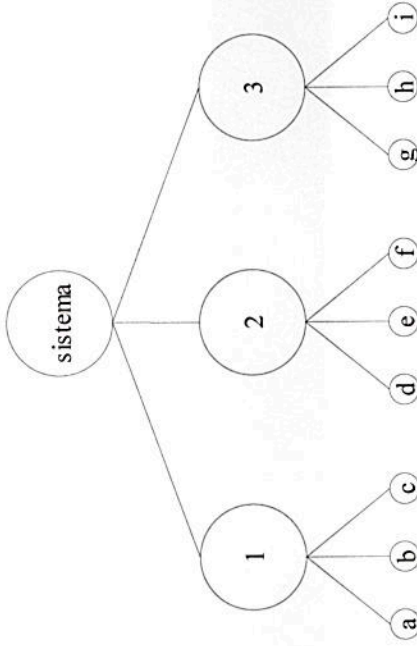


Figura 11 – Árbol de objetivos

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.