

# **CAPITULO 10**

## **La estructura y Organización del sistema**

### **Introducción**

En los puntos anteriores, cuando se hablo en el Capitulo 4 de la TGS, se puso en evidencia dos de las características principales de un sistema, su estructura y Organización. Puesto que de ambas características depende, en gran medida, el comportamiento del sistema durante su ciclo de vida.

Este capítulo está destinado al estudio más detallado de la estructura y la Organización de los sistemas, por lo tanto es importante establecer la relación entre la estructura y el concepto de Organización del sistema. Se pone en evidencia esta relación porque existe una confusión generalizada al no distinguir un concepto de otro. La Organización es una característica del sistema que va más allá de la complejidad de la estructura. La Organización está relacionada con lo funcional para lograr el Objetivo, y para una misma estructura pueden existir diferentes Organizaciones. Por ejemplo, al analizar el concepto de “Homeostasis” de un sistema, lo definimos como la capacidad que tenía el sistema para adaptarse al medio mediante la modificación de su funcionalidad (que está relacionada con la Organización), sin cambiar su estructura. En cambio en el concepto de “Morfogénesis”, se habló de la propiedad que tienen los sistemas de adaptarse al medio modificando su estructura. Por lo tanto un sistema, utiliza ambas características para su proceso de adaptación.

### **¿Qué es la estructura de un sistema?**

La noción de estructura de un sistema, se relaciona con la forma y tipos de relaciones (CONCRETAS O ABSTRACTAS) que mantienen los elementos del conjunto.

Las relaciones entre los componentes del sistema son “ataduras” entre los mismos.

La estructura puede ser simple o compleja, dependiendo del número y tipo de interrelaciones entre las partes del sistema. Los sistemas complejos involucran jerarquías que son niveles ordenados, partes, o elementos de subsistemas. Los sistemas funcionan a largo plazo, y la eficacia con la cual se realizan depende del tipo y forma de interrelaciones entre los componentes del sistema.

“Las clases particulares de interrelaciones estables de los componentes que se verifican en un momento dado constituyen la estructura particular del sistema en ese momento.”

Considerando el concepto de “Variabilidad” de un sistema, las estructuras posibles en un sistema son varias. Por lo tanto, las interrelaciones anteriormente mencionadas, se refieren a las interrelaciones estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado. Según Burckley (1970):

En nuestro caso, la estructura del sistema contiene también las interrelaciones con el contexto.

En cualquier sistema, en las interacciones entre subsistemas se transfieren Energía, información o materia.

### Que es la Organización de un sistema?

La organización de un sistema es el conjunto de reglas (restricciones) que necesita funcionalmente para lograr su objetivo. Es decir que son “ataduras” en los aspectos funcionales y por lo tanto definen su conducta de comportamiento.

La funcionalidad del sistema, queda definida por todos los “Procesos” que lo componen y estos están montados sobre la “estructura del sistema”. Por lo tanto la estructura y la Organización se encuentran íntimamente ligadas. El cambio de uno de ellos puede producir un cambio en el otro. (Todo lo relacionado con los procesos y su ingeniería forman parte de un Capítulo de la parte II de este Libro).

“En definitiva un Sistema tiene dos tipos de restricciones. La que le impone su Organización y la que le impone su estructura”..

### **Ejemplo para comprender la importancia del concepto de Organización y estructura de un Sistema:**

Nos queremos trasladar en nuestro automóvil, desde nuestra ciudad a otra ciudad perteneciente a otra Provincia. Para ello utilizaremos el “sistema de carreteras del País”. Analicemos como está compuesto este sistema, según lo aprendido hasta ahora.

.Para llegar a destino utilizaremos la red de carreteras, es decir los caminos que unen los distintos puntos (Ciudades, pueblos). Esta red de caminos constituye la estructura del sistema de carreteras y representa el conjunto de restricciones para poder circular de un punto a otro. Pero estas restricciones no son suficientes para llegar con seguridad de un punto a otro del País, es necesario que le agreguemos las restricciones de la Organización. Esto es, el conjunto de las reglas de transito que se deben respetar para poder circular sobre los caminos de la estructura. (Sentido de circulación, velocidades máximas, señalización, semáforos, etc., etc. ). Con este ejemplo, queda claro la importancia que significa la identificación en un Sistema de ambos tipos de restricciones.

### **Relación entre organización y estructura de un sistema.**

Como dijimos en la introducción de este capítulo, la Organización es una característica de los Sistemas que va más allá de la complejidad de la estructura. La Organización se monta sobre la estructura, el esqueleto del sistema. Por ejemplo, una familia, un grupo de amigos y una clase de la escuela primaria, son sistemas cuyas propiedades no pueden inferirse de las propiedades de sus partes componentes. Si se agregan las características de los padres a la de los hijos, no se predecirá el comportamiento de la familia. La familia es un sistema con características propias, en virtud de estar organizada. La Organización implica una conducta orientada a Objetivos.

La Organización hace que los elementos componentes del sistema, se comporten en forma diferente a su funcionamiento individual cuando no pertenecen a la Organización. Por lo tanto un sistema puede perder su identidad si pierde la Organización con la cuál logra su objetivo, la razón de su existencia

“Las restricciones de un sistema (originadas por la estructura y por la Organización) se encuentran representada en los procesos que componen al sistema. Dichos procesos nos reflejan el comportamiento y la conducta del sistema para el logro de su objetivo

## Estructura de los sistemas

Estudiaremos en este punto todos los elementos y conceptos que se encuentran relacionados con las estructuras de los sistemas.

### Sistema determinado estructuralmente

Como vimos en puntos anteriores, los sistemas pueden cambiar su estructura sin modificar su identidad (concepto de variabilidad), son los sistemas “Morfogeneticos”.

También destacamos la importancia de la relación estrecha entre “Estructura y Organización”, en la cual marcamos las posibles influencias que el cambio de uno de ellos produce en el

otro. En este marco de referencia, al sistema que cambia su estructura sin perder la Organización lo definimos como un “Sistema determinado estructuralmente”.

El análisis de un sistema determinado estructuralmente, se puede resumir en los siguientes puntos (Ver Fig. 10.1):



Fig. 10.1 - Cambio estructural del sistema

- Su estructura determina qué cambios estructurales puede tener sin perder Organización. Por lo tanto define un “*Dominio de cambios de estado*”.
- Su estructura determina qué cambios estructurales puede tener para perder su Organización. Por lo tanto define un “*Dominio de cambios destructivos*”.
- Su estructura determina qué configuraciones estructurales de interacción gatillan un cambio de estado. Por lo tanto define un “*Dominio de perturbaciones*”.
- Su estructura determina qué configuraciones estructurales de interacción gatillan un cambio destructivo. Por lo tanto define un “*Dominio de interacciones destructivas*”.

### **El universo como sistema – su estructura-**

La escala jerárquica de los componentes de un universo quedaría definida, de acuerdo a lo expresado en los capítulos anteriores, de la siguiente manera:

- Meta sistema (Entorno, medioambiente, contexto)
- Sistema
- Subsistema
- Procesos
- Actividades
- Tareas o acciones.

En el inicio definimos al sistema como un conjunto de elementos interrelacionados que pueden considerarse como una sola entidad, a su vez este se relaciona con un sistema de orden superior denominado metasistema. Todo el conjunto de relaciones entre sistemas, de subsistemas dentro de un sistema, de procesos dentro de un subsistema y de actividades dentro de un proceso, constituyen la estructura de un universo. La representación de dicha estructura se realiza a través de sus “*acoplamientos*” y de las “*Conexiones*”.

Para ejemplificar lo expuesto anteriormente podemos considerar al metasisistema Empresa, con un sistema de Abastecimientos, que a su vez contiene al subsistema Compras en el cual se desarrolla el proceso de gestión de proveedores, dentro del cual se realizan actividades. Ejemplo de una actividad es la emisión de un cheque para el pago a un proveedor.

Si en el ejemplo anterior, el sistema de abastecimiento fuese un sistema informático, este quedaría conformado en su máximo nivel de desagregación, por un conjunto de transacciones representativas de las actividades del sistema.

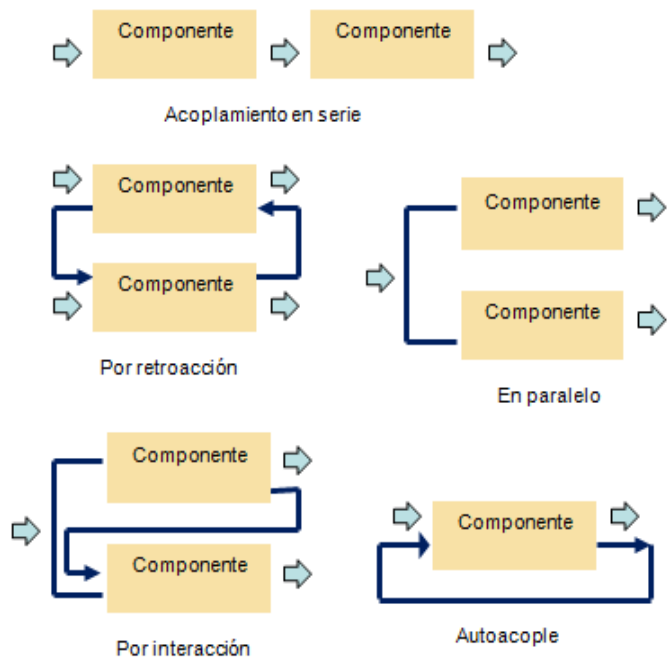
## Acoplamientos

El acoplamiento simplemente define la “*forma*” de la relación entre componentes de un sistema (subsistemas, procesos, actividades), esto significa que el conjunto de los acoplamientos de un sistema, establecen la forma de la estructura del mismo.

## Tipos de acoplamientos

Las formas de los acoplamientos se visualizan en la Fig. 10.2, y los podemos clasificar de la siguiente manera:

- En serie
- Autoacople
- En paralelo.
- Por retroacción.
- Por interacción.



“Los tipos de acoplamientos, al relacionar los componentes de un sistema, nos definen la forma de la estructura del sistema. Nos permite entender la red causal (Causa efecto)”

Fig. 10.2 Tipos de Acoplamiento

## Relaciones causa efecto

La definición de la “forma” de la estructura a través del acoplamiento, es de suma utilidad para identificar y analizar la red causal, y de esta manera poder controlar los efectos de las perturbaciones. Es decir, al llegar la perturbación lo primero que hacemos es detectar el efecto, puesto que los observadores no son otra cosa que “Sensores de los efectos”. A partir de allí intentamos deducir las causas.

Las relaciones causa-efecto pueden ser del tipo cadena o red. En la Fig. 10.3, se identifican las características de ambos tipos de relaciones. Lógicamente algunos sistemas pueden tener una estructura con relaciones causa-efecto pura de cadena, pura de red o una combinación de ambas.

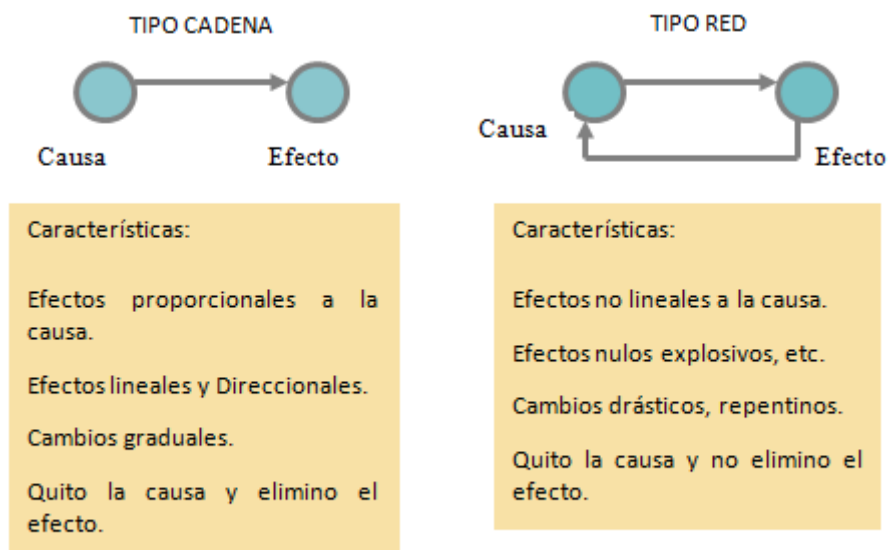


Fig. 10.3 Tipos de relaciones Causa - efecto

## Flujos

Los flujos están constituidos por lo que se transfiere entre los componentes de los sistemas, a través de los respectivos acoplamientos. Como ya lo expresamos en capítulos anteriores, en el mundo de los sistemas, se transfieren únicamente lo siguiente:

- Materia
- Energía
- Información

La combinación de lo que entra y el resultado de la salida, nos permite realizar una caracterización del tipo de sistema, tal como se muestra en la Fig. 10.4

ENTRADA	SALIDA	
	FISICA	INFORMACION
FISICA	Sistema de transformación física	Sistema de Observación (Detector)
INFORMACION	Sistema de acción (Efector)	Sistema de procesamiento de Información

Fig. 10.4 – Sistemas según el tipo de flujo de entrada y salida

### Conexiones entre los componentes de un sistema

Las conexiones representan el tipo de asociación entre los distintos elementos de un sistema, que se encuentran relacionados mediante acoplamientos.

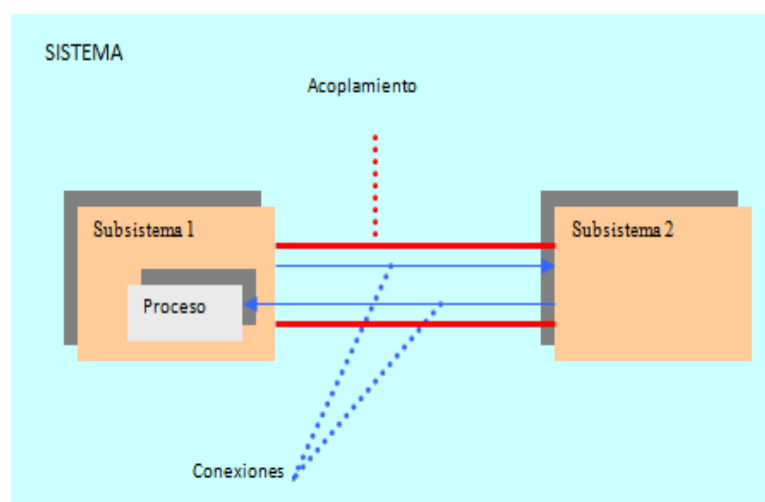


Fig.10.5 – Relación entre acoplamiento y conexión



El acoplamiento indica el camino de la relación y la conexión nos marca la modalidad de relacionarse a través de ese camino (Fig. 10.5).

#### *Tipos conexiones*

Los tipos de conexiones entre elementos de un sistema (subsistemas, procesos, actividades), se pueden clasificar de la siguiente forma (Fig. 10.6):

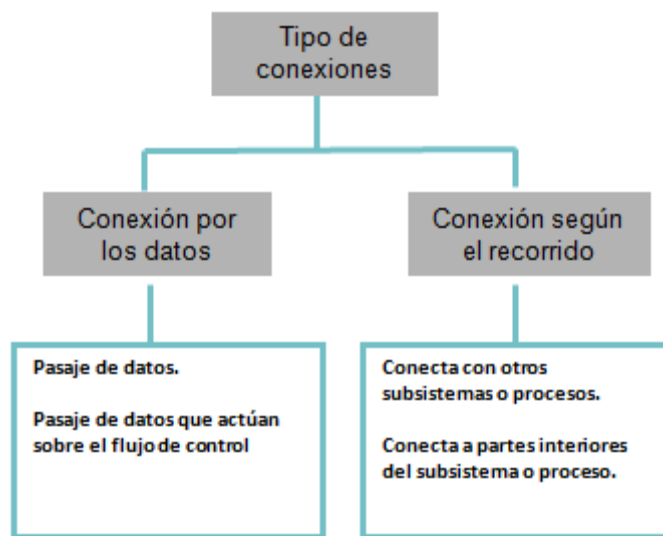


Fig. 10.6 – Tipo de conexiones

#### *Conexiones según el recorrido.*

Las conexiones de este tipo las podemos clasificar en los siguientes tipos:

- Conexión simple externa: Conecta un elemento con otro, indicando simplemente la secuencia.
- Conexión simple interna: Conecta un elemento con un componente interno del otro elemento. Es decir influye sobre un componente interno.

- Conexión compleja: Es una conexión con influencia recíproca entre ambos elementos. Constituye una combinación de los dos casos anteriores.

En la Fig. 10.7 – se visualizan los distintos tipos de conexiones según el recorrido.

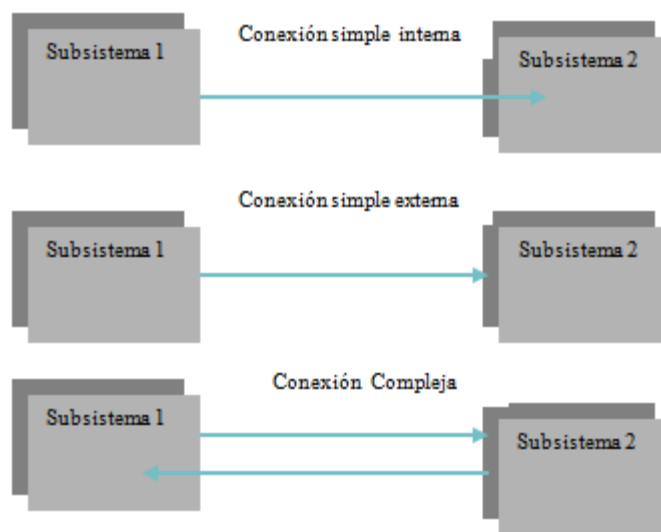


Fig.10.7 – Conexiones según el recorrido

### Conexiones por los datos

Las relaciones entre los elementos (Subsistemas, procesos, actividades) de un sistema se realizan a través de los datos. Para explicar este mecanismo de conexión tomamos el ejemplo de las actividades dentro de los procesos, internos de un subsistema. Los tipos de conexiones se agrupan de la siguiente manera:

- De comunicación.
- Secuenciales.
- Que afectan al flujo de control

### *Conexión de comunicación*

Este tipo de conexión entre actividades de un proceso, se realiza compartiendo los datos de una única fuente común a todas las actividades. (Podría ser una Base de Datos) (Fig. 10.8).

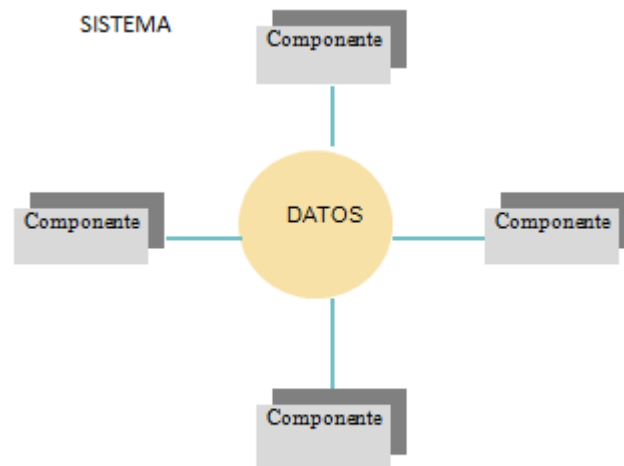


Fig. 10.8 – Conexión de comunicación

### *Conexión secuencial*

Este tipo de conexión entre actividades de un proceso, se realiza cuando cada una de las actividades genera datos para la siguiente. (Fig10.9).

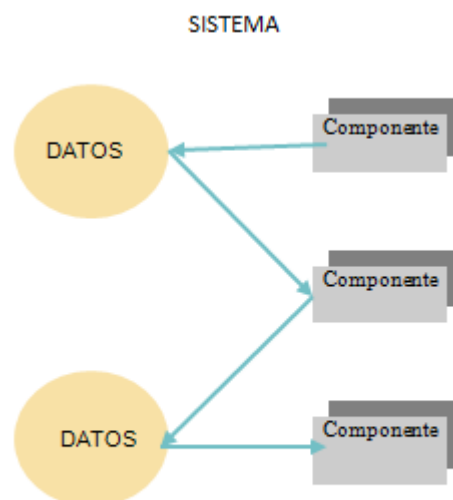


Fig. 10.9 – Conexión secuencial

### *Conexión que afecta al flujo de control*

Este tipo de conexión entre actividades de un proceso, se produce cuando los datos generados por una de las actividades son tomados por la otra y dicho dato es utilizado por dicha actividad para tomar una decisión en un flujo de control. (Fig.10.10).

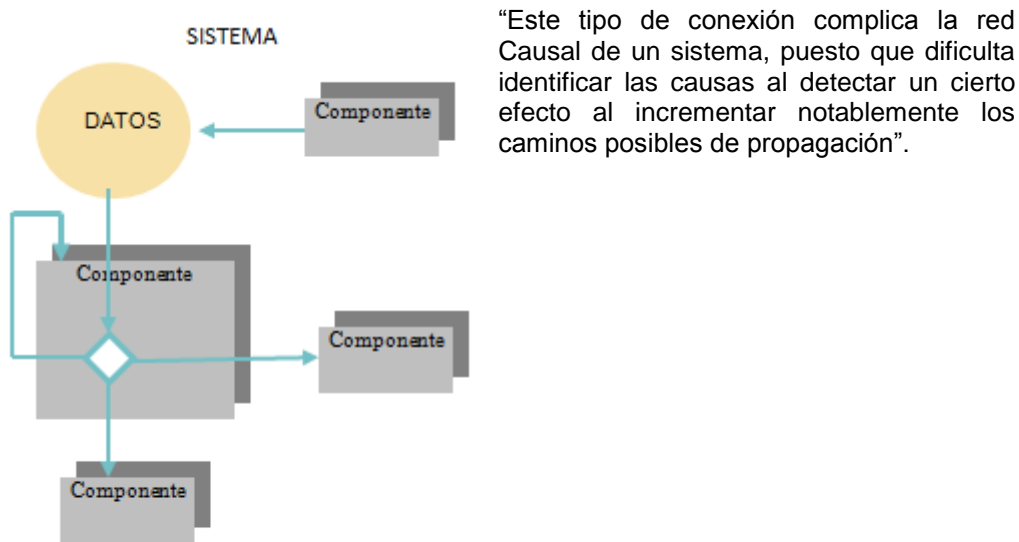


Fig. 10. 11 – Conexiones que afectan al flujo de control

### **Evaluación de las conexiones**

Es casi imposible valorar cuantitativamente las conexiones, pero cualitativamente se puede ver que ciertos tipos son mejores que otros.

En general podemos decir que:

- Las conexiones simples se prefieren a las complejas.
- Los recorridos que llevan al subsistema, son preferibles a aquellos que conducen a su interior (procesos).
- Comunicaciones que influyen los datos son preferibles a los que modifican el flujo de control.

### **Criterio de desagregación de los sistemas.**

En los capítulos anteriores se explico las condiciones que se tenían que cumplir para considerar a un conjunto de elementos como un sistema, de qué manera mediante la desagregación podíamos identificar su estructura complejidad y rango. Además analizamos los comportamientos de dichos sistemas independientemente de su tipo. La pregunta que nos tenemos que responder en este punto es la siguiente:

“Si una determinada realidad bajo estudio la definimos como un sistema, cual e el criterio que utilizaremos para poder desagregarla en sus subsistemas componentes, procesos y actividades?”.

Por supuesto no existen reglas fijas para definir subsistemas dentro de sistemas o procesos dentro de un subsistema, este procedimiento depende evidentemente del criterio de cada observador. Por lo tanto debemos intentar establecer algunas “reglas básicas” que nos permita definir los criterios y niveles de desagregación. De esta manera podremos completar la estructura del sistema representativo de la realidad bajo estudio.

Utilizaremos los siguientes conceptos:

- Sinergia
- Recursividad,:
- Grado de conexión.
- Grado de cohesión interna.

Como se explico en capítulos anteriores, los elementos componentes de un sistema producen en conjunto un efecto de sinergia, es decir que al pertenecer al sistema contribuyen a que el todo sea mucho más que la suma de las partes. Por lo tanto en el momento de realizar la desagregación e identificar componentes del sistema, esta característica de comportamiento se tendría que cumplir.

De la misma manera, en el proceso de desagregación, la identificación de subsistemas dentro del sistema se debe realizar considerando que los mismos,

deberán cumplir con todas los requerimientos para que se lo considere como sistema (por ejemplo la Sinergia).

Desde el punto de vista de las relaciones, el “grado de conexión” hace referencia al número de canales de comunicación (acoplamiento) entre los subsistemas que componen el sistema, entre los procesos que componen el subsistema o entre las actividades de los procesos. Indica además, el tipo de comunicación y el elemento transferido (Materia, Energía, Información).

Se denomina “grado de cohesión interna” de un subsistema, al grado de interrelación funcional interna que posean sus elementos. Lo mismo podemos decir para un proceso.

Los sistemas, cuyos subsistemas se conectan con un gran número de canales de comunicación, son obviamente más complejos (el concepto de complejidad de un sistema, se explica en puntos próximos, sobre todo en lo relacionado con la complejidad organizada) de entender que aquellos con pocas relaciones.

“Cuando un sistema es muy complejo, entender el comportamiento de un subsistema, significa de alguna manera entender el de todos los demás. Esto resulta de difícil solución, pues no nos permitiría desagregar el problema a niveles comprensibles por nuestras mentes”.

Otro aspecto negativo importante, es que cada cambio producido en un subsistema, como consecuencia de la propagación (red causal), tiene efectos difíciles de controlar en el resto de los subsistemas.

“De lo expuesto surge que, desde el punto de vista de las relaciones, un buen Modelo de la realidad, es aquel en que al nivel de subsistemas que lo componen, poseen pocas conexiones entre ellos y una elevada cohesión interna”.

### **Procesos, actividades, variables, parámetros y operadores**

Cada sistema y subsistema contienen “procesos” internos que se desarrollan mediante varias actividades. Las actividades se pueden definir como la acción, interacción y reacción de distintos elementos que deben necesariamente conocerse y relacionarse.

Un Proceso, es un conjunto de actividades estructuradas y diseñadas para que, en base a determinadas entradas, generen determinadas salidas

Dado que en esencia los procesos son en general dinámicos, suele denominarse con el término variables a todos los elementos que existen dentro del mismo, puesto que cada actividad produce acciones que generan cambios. Sin embargo no todas las variables se desempeñan siempre en forma idéntica sino que, por el contrario, según las circunstancias y características asumen comportamientos diferentes. Uno de esos comportamientos es de “Parámetros”, que sirve para designar a las variables que se mantienen inactivas ante una circunstancia determinada. Esto no debe llevar a confusiones, no es un elemento estático sino una variable dinámica que en esta situación permanece inactiva.

Otro de los comportamientos que asumen las variables es el de “Operadores” lo que significa un nivel de las variables activas. Esto significa que existen algunas variables que activan a las restantes y logran la influencia necesaria para poner en marcha un proceso. Estas variables que actúan como líderes o como pivotes de influencia son denominadas “Operadores”.

Sintetizando lo expuesto diremos que un subsistema, en su mínima desagregación, está compuesto por elementos que se denominan variables y que están en una permanente acción, interacción y reacción. En cada uno de los procesos estas variables pueden asumir “comportamientos” especiales. Algunas de estas variables pueden permanecer inactivas, como ausentes, mientras que otras se activan en un grado tal que se convierten en pivotes o líderes y guían al proceso, generando una sucesión de interacciones sobre las otras variables que llevan a la efectivización del proceso.

Por supuesto que las variables que en un proceso actuaron como operadores en otro proceso diferente pueden ser tan solo variables o más aún pueden ser parámetros. De igual forma una variable que en un proceso se comportó como parámetro, puede ser operador o variable en otros procesos.

Esta particularidad que tienen los Procesos, en cuanto a su comportamiento, nos permiten decir que la estructura de un sistema puede ir cambiando en el tiempo, dando a lugar a estructuras temporales, como respuesta a situaciones particulares que pueden producirse. Es precisamente esta característica particular, que los sistemas utilizan como una manera de cambiar para adaptarse a las variaciones de contexto.

Ejemplo: Ciertas actividades de un proceso pueden asumir el rol de parámetro o de operador, por ejemplo: toma el rol de “Operador” cuando ante una determinada situación o condición, realiza el requerimiento de un servicio a un servidor de “Web Services”, el que realizara determinadas acciones sobre otras actividades del mismo proceso o de otro proceso. Mientras no se cumplan dichas condiciones, asume su rol de “Parámetro”.

## La Organización del sistema

Como ya lo expresamos en los puntos anteriores de este Capítulo, la Organización, en síntesis la podemos considerar como un conjunto de restricciones funcionales para que el sistema pueda lograr el objetivo. Analizaremos en este punto como se compone la Organización de un sistema y de qué manera influye en el comportamiento del mismo.

### La estructura relacional jerárquica y la organización de los sistemas.

Como habíamos observado en el proceso de desagregación de un sistema, nos permitía obtener la estructura del sistema generando jerarquías de sistemas (subsistemas), en la cual cada uno de ellos tenía su propio objetivo compatible con el objetivo de jerarquía superior. Esta estructura jerárquica compuesta por Subsistemas, incorporaban un nuevo mecanismo de restricciones al de Organización. Cada nivel ejerce una restricción sobre los niveles inferiores con los que se comunica, puesto que deben controlar que las actividades que se realizan en el nivel inferior, deben ser compatibles con el objetivo del sistema. (Fig. 10.12).

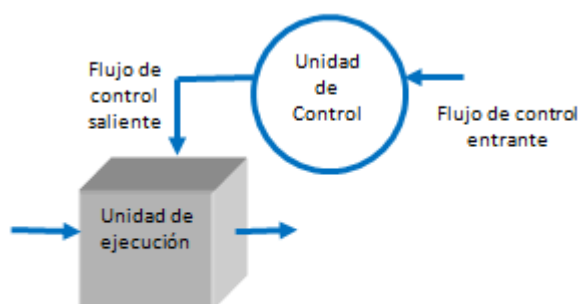


Fig. 10.12 – Control de Procesos en un Sistema

Los alcances de una jerarquía los define el Observador, al especificar niveles y fronteras. En una estructura relacional jerárquica, los subsistemas en cada



nivel pueden tener relaciones intra e inter NIVELICAS. La comunicación es ascendente y descendente.

Podemos decir que las relaciones entre niveles constituyen relaciones de “CONTROL”. Un proceso de control puede considerarse como un proceso supervisor o ejecutivo, cuya labor es la de coordinar las actividades de otros procesos. Sus salidas y sus entradas están constituidas solamente por flujos de control. Los flujos de control salientes del proceso de control se utilizan para activar procesos de ejecución, los flujos de control entrantes generalmente indican que uno de los procesos de ejecución finalizó alguna actividad o sucedió algún hecho extraordinario, del cual el proceso de control debe enterarse (Fig. 10.13).

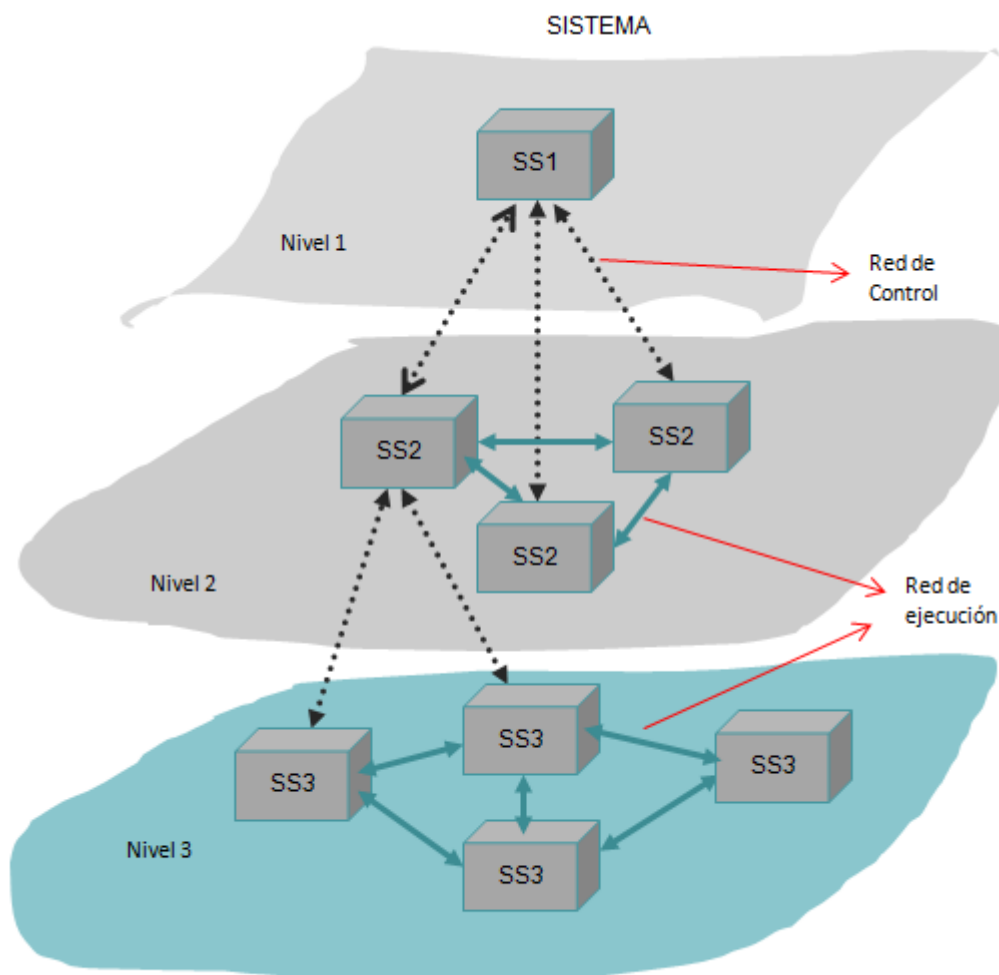


Fig. 10.13 – Sistema con estructura relacional jerárquica

De lo antedicho surge que en la estructura de un sistema existen dos redes:

- La red de mando y control
- La red de ejecución.

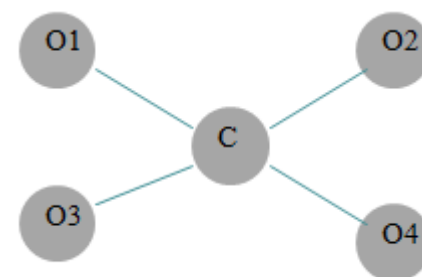
### **Modos de organización de un sistema.**

Como observamos en el punto anterior, la estructura y la Organización del sistema cuentan con dos tipos de redes. Una relacionada con el control y la otra con la parte operativa donde se generan los productos del sistema principal. Según la forma en que se realiza el control y las operaciones, podemos distinguir formas de organización. Las mismas están relacionadas con el lugar donde se toman las decisiones en el sistema de control. Estas son:

- Centralizada.
- Jerárquica.
- Horizontal o descentralizada.

#### *Modo centralizado*

En este modo, en el mecanismo de control del sistema, las decisiones se toman únicamente en un nodo a nivel centralizado y la operación se realiza en cada uno de los nodos restantes (Fig. 10.14). El nodo es un elemento componente del sistema (puede ser un subsistema).



C: Nodo decisor

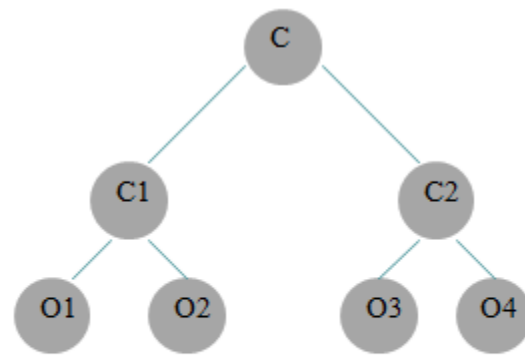
O: Nodo ejecutor

Fig. 10.14 – Organización centralizada

### *Modo Jerárquico*

En este modo, en el mecanismo de control del sistema, algunas decisiones son centralizadas para todo el sistema y otras pueden descentralizarse en los subsistemas (Fig. 10.15).

Ejemplo de esta Organización corresponde a las Empresas Multinacionales, donde ciertas decisiones son tomadas localmente y otras en el país de origen.



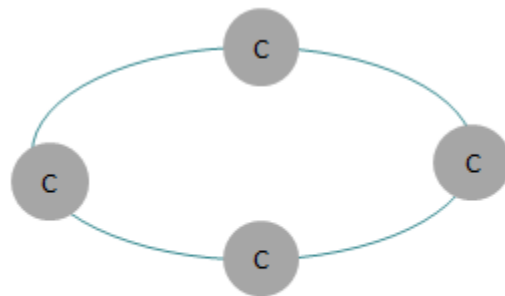
C: Nodos decisores

O: Nodos ejecutores

Fig. 10.15 – Organización Jerárquica

### *Modo Horizontal o descentralizado*

En este caso todos los nodos tienen el mismo nivel de jerarquía y pueden tomar sus propias decisiones. El control lo lleva cada nodo en forma independiente (Fig. 10.16).



C: Nodos decisores

Fig. 10.16 – Organización distribuida

### El ejemplo práctico de la estructura de los sistemas informativos.

Al analizar el Universo como sistema, establecimos una jerarquía en cuanto a la desagregación, esto es, el metasistema o su contexto, el sistema, los subsistemas, los procesos y las actividades. Es interesante como se aplica este concepto cuando estamos enfrentados a la definición de la estructura de un sistema informativo dentro de un sistema de jerarquía superior de cualquier naturaleza (Por ejemplo una Empresa u Organización cualquiera).

Como lo establecimos en puntos anteriores, para la definición de las estructuras de los sistemas, debemos distinguir entre:

- Acoplamiento.
- Relaciones (Conexiones).
- Relaciones funcionales dentro de los Procesos.

Esta distinción es importante porque estos conceptos son utilizados en la representación de los distintos niveles de la desagregación. En este punto debemos recordar que la desagregación es en general realizada mediante un procedimiento Top-down. Es decir desde la identificación del sistema y su relación con el contexto (primer nivel), hasta la identificación y descripción de las actividades dentro de los procesos (último nivel).

### Los acoplamientos

Este tipo de relación define la forma de la estructura en el primer nivel de la desagregación. Es decir cuando se define la relación del sistema con el contexto y cuando se establece la relación entre los subsistemas que conforman al sistema. En este primer nivel (también llamado diagrama de contexto) además de la forma de la estructura, se enfatiza en la definición de las relaciones de entrada y las relaciones de salida.

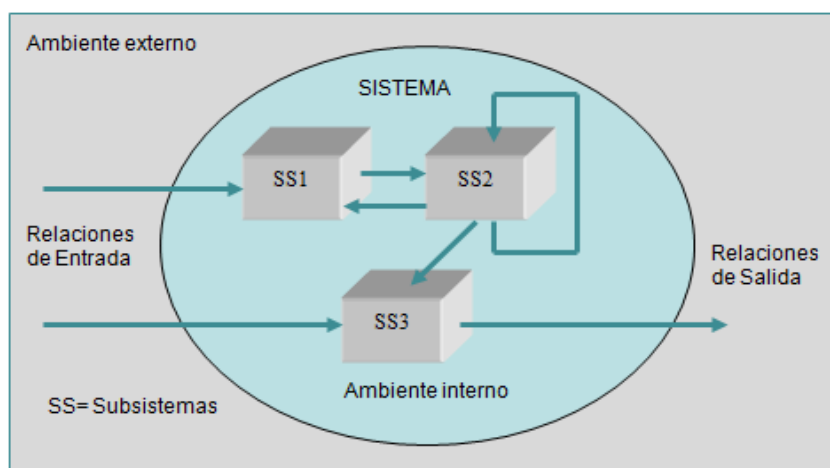


Fig. 10.17 - Ejemplo de estructura de un Sistema

En la Fig. 10.17, se visualiza un ejemplo del primer nivel de desagregación de un sistema y en la Fig. 10.18, se muestra un ejemplo de las relaciones con el

contexto. Como se observa, en este punto se enfatiza en los tipos de relaciones de entrada y salida. Algunos ejemplos son:

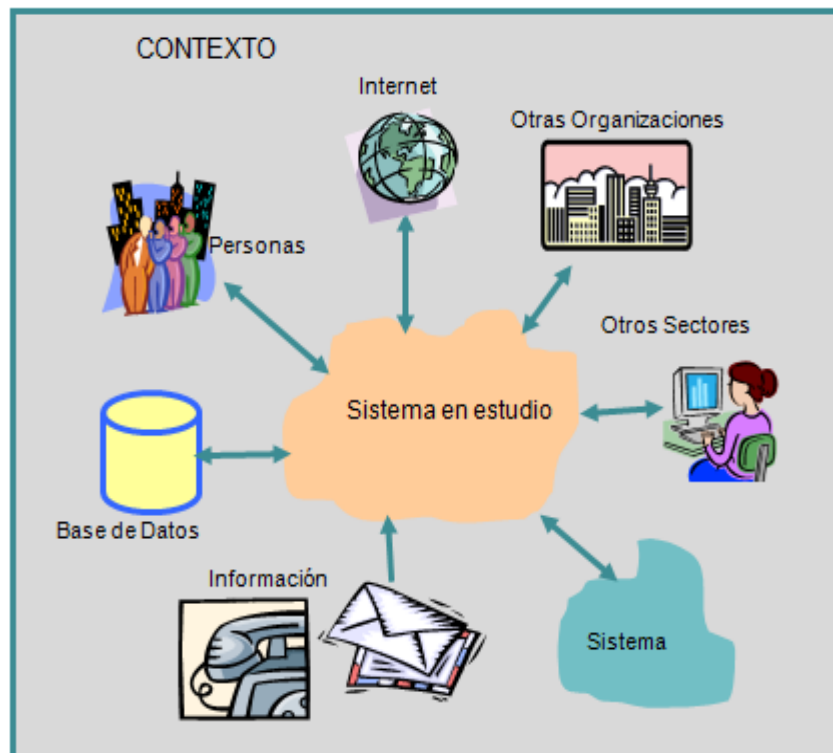


Fig. 10.18 – Ejemplo de relación de un sistema informativo con su contexto

- Las personas, las Organizaciones y sistemas con los que se comunica el sistema que estamos estudiando.
- Los datos que el sistema recibe del mundo exterior y que deben procesarse de alguna forma dentro del sistema bajo estudio.
- Los datos que el sistema bajo estudio produce y que envía al mundo exterior.
- Los almacenes de datos que el sistema bajo estudio comparte con los otros actores del contexto. Estos almacenes de datos se crean fuera del sistema para su uso, o bien son creados por él y usados afuera.
- Etc.

## La complejidad en los sistemas.

En puntos anteriores relacionamos la complejidad con la estructura. Si bien esto es cierto, no es el único componente que define la complejidad de un sistema.

La complejidad, por un lado indica la cantidad de elementos de un sistema (complejidad cuantitativa), por el otro, sus potenciales interacciones (conectividad) y el número de estados posibles que se producen a través de éstos (variedad, variabilidad). La complejidad sistémica esta en directa proporción con su variedad y variabilidad, por lo tanto, es siempre una medida comparativa.

La definición de complejidad tiene que ver con la diversidad de elementos que componen una situación; un todo que se compone de partes relacionadas que interactúan y que estas a su vez se encuentran en contacto con su contexto. Desde este ángulo, todo es complejidad. Toda nuestra vida está rodeada del concepto de complejidad.

## Complejidad y jerarquía

Como dijimos en varias oportunidades, el sistema se debe estudiar en una estructuración de su complejidad. Es necesario que comprendamos lo que es la complejidad y como debemos hacerle frente, caso contrario tendremos una incapacidad cada vez mayor para tratar de resolver los problemas que nos rodean.

La complejidad toma frecuentemente la forma de jerarquía o de sistema jerárquico. Es decir, como ya dijimos, el sistema está compuesto por subsistemas interrelacionados, a su vez estos poseen una estructura jerárquica hasta que se llega a alguno de los niveles más bajo, el subsistema elemental.

Los sistemas organizados jerárquicamente tienen sus ventajas, porque permiten una modularización que facilita estudiar su organización. Eso es así, porque en los sistemas jerárquicos las “interrelaciones” entre subsistemas son relativamente débiles, comparadas con las “interacciones” dentro de los

subsistemas. Este hecho no solo simplifica en gran medida su conducta sino también, en gran parte, la descripción de su complejidad.

Los sistemas que pueden ser descompuestos en distintos niveles jerárquicos son denominados “sistemas de complejidad Organizada.”

Por ejemplo en una Empresa (u organización cualquiera) existen fuertes lazos entre los miembros de un mismo departamento, pero un número de vínculos un tanto limitado entre miembros de un departamento y otro.

La descomposición de un sistema en los subsistemas componentes no es única, depende lógicamente de la forma subjetiva que tiene para definirlo el observador.

“El mundo tiene tantos grados diferentes de complejidad como estructuras, y posee tantas estructuras diferentes, como existen distintas y verdaderas formas de describirlo.”

## Características de la complejidad de un sistema

Un sistema complejo se puede definir como aquel que tiene las siguientes características (Beckmann y Guthke, 1995):

- Posee condiciones de aleatoriedad e incertidumbre: en algunas ocasiones se desconoce el valor y comportamiento de sus variables.
- Es incierta la forma cómo va a reaccionar el sistema por el desconocimiento de sus dinámicas internas.
- El sistema es regido por comportamientos y dinámicas no lineales.
- Posee un alto número de variables e interacciones.
- Las causas y efectos que el sistema experimenta pueden no ser proporcionales.
- Las diferentes partes del sistema están conectadas de manera sinérgica.
- Existen realimentaciones positivas y negativas.
- Son sistemas abiertos, lo que implica que intercambian material, energía y flujos de información con el entorno.
- Tienden a llevar procesos irreversibles.

- Las estructuras físicas (regulares e irregulares) juegan un papel fundamental en el sistema.
- Son dinámicos y difícilmente llegan al equilibrio.
- Frecuentemente sufren cambios súbitos o contra intuitivos.

Los sistemas complejos son comúnmente encontrados en la naturaleza, en estructuras sociales y en sistemas artificiales que han sido desarrollados por el hombre. El reto siempre ha consistido en generar herramientas y habilidades para analizar los comportamientos de este tipo de sistemas (Ackoff y Gharajedaghi, 1985).

### Los sistemas, el cambio y la pérdida de identidad

En los puntos anteriores se mencionaron los conceptos de estructura y de Organización e un sistema, por otro lado en capítulos anteriores se mencionaron los diferentes cambios que se producen en los sistemas para adaptarse al contexto para su supervivencia. Se explico también, que la adaptación estaba relacionada con los cambios de estructura, de organización y del intercambio que pueda realizar con el contexto. Se desprende de la lectura que todos los sistemas tienen un objetivo común, la de permanecer. Esto se podría considerar como una inercia a mantener el estado en que se encuentra, es decir que cualquier cambio que se quiera introducir, es una perturbación y el sistema reacciona para “permanecer” en su estado original.

Es oportuno realizarse una pregunta importante: ¿ en qué momento y a causa de que cambio un sistema deja de ser él mismo?

Que un sistema cambie puede ser correcto o incorrecto, según la intención que tenga el observador en tal sentido. Debemos recordar los conceptos de mejoría y diseño de sistemas, en las cuales se dividían las dos posibilidades de cambio.

Hagamos un breve análisis para respondernos la pregunta. Todo sistema esta caracterizado por:



- El Objetivo.
- Los elementos componentes.
- La Estructura
- La Organización

Producir un cambio en su “estructura”, significa cambiar una relación entre componentes internos o de su relación con el contexto, o cambiar lo que se intercambia a través de las relaciones. Estos cambios los podemos considerar como una característica interna del sistema para poder seguir viviendo. Es decir corresponde a una actividad relacionada con su nivel de homeostasis o su nivel de Morfostasis y Morfogénesis. Un ejemplo práctico de lo expuesto es el caso de una Empresa comercial que cambia su organización interna (estructura jerárquica), a los efectos de adaptarse a nuevas exigencias de mercado. También puede ser el caso de que toma financiamiento del contexto. En cuanto al producir un cambio en los componentes, significa quitar o agregar nuevos. Cualquiera de los cambios mencionados los podríamos encuadrar también en lo que definimos como “mejoría de sistema”.

Por lo tanto cambiar la estructura, cambiar sus componentes o tomar lo que necesite del contexto, Por otro lado también puede cambiar su organización, esto es, cambiar algunas reglas o algunas funcionalidades compatibles con el cambio de estructura. Todos estos cambios no significan que el sistema pierda su identidad, la única forma de que un sistema se transforme en otro distinto es que cambie su objetivo, es decir la razón de su propia existencia.

Por lo tanto, se puede pensar que un sistema puede perder su identidad por la pérdida de Organización, originada por una perturbación del contexto y producir un aumento grande de Entropía, que los sistemas de regulación, con su energía interna (autonomía), no pueden contener.

## Conclusiones

Con los sistemas representamos la parte de la realidad que queremos modificar. Esta representación se basa fundamentalmente en hacer coincidir la frontera del sistema con el universo del discurso (objeto del estudio) y

determinar su estructura y organización, en toda su magnitud, tal cual se explico detalladamente en este capítulo. La complejidad, el control y los procesos son puntos determinantes para lograr una buena representación de la realidad, para luego proceder a su cambio según las especificaciones definidas por el observador.