



UNIDAD I

TEORIA GENERAL DE SISTEMAS (TGS)



TGS: Concepto

Principios, modelos y leyes
que se aplican a un
conjunto complejo de elementos
interrelacionados e interdependientes,
los cuales constituyen
un **TODO funcional**, un **SISTEMA**.



TGS: Concepto

“Conjunto de conceptos generales, principios, instrumentos, problemas, métodos y técnicas relacionadas con los SISTEMAS.”

La idea de TOTALIDAD es el concepto central en la TEORÍA DE SISTEMAS propuesta por Ludwing Von Bertalanffy en los 40´.



TGS: Funciones ISSS



- Investigar el isomorfismo de conceptos, modelos, leyes en <> campos de las ciencias.
- Incentivar transferencia entre campos en donde haya isomorfismo.
- Estimular el desarrollo de modelos teóricos adecuados en campos que no lo tengan.
- Minimizar la repetición de esfuerzo teórico en <> campos con = isomorfismo.
- Promover la unidad de la ciencia y la mejor comunicación entre especialistas.

www.issss.org

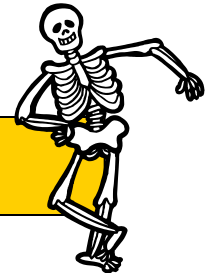
Sociedad para la Investigación General de Sistemas
ISSS (International Society for the Systems Sciences)



TGS: Aplicabilidad

- Propósito: descubrir las similitudes o isomorfismos en las construcciones teóricas de las distintas disciplinas.
 - Tiene un enfoque interdisciplinario, es decir, es aplicable a cualquier sistema y a cualquier disciplina científica.
 - Proporciona un vocabulario común a través de la búsqueda y reconocimiento de isomorfismos.
 - Ha contribuido al estudio de los sistemas considerados como organizaciones.

Es el ESQUELETO DE LAS CIENCIAS





TGS: Isomorfismos

- *2 sistemas que tengan una parte de su estructura idéntica son homomórficos.*
 - ventilador y helicóptero: ambos tienen hélice con eje que lleva la fuerza de giro, proveniente del motor. El motor convierte energía en movimiento. Desde el punto de vista de aplicación, el ventilador sirve para combatir el calor y el helicóptero es un medio de transporte, sin embargo, una parte de su estructura es idéntica.
- *2 sistemas que tengan la misma estructura son isomorfos.*
 - 2 automóviles de distinta marca, ambos con motor de 4 cilindros, 4 ruedas, frenos, caja de velocidades, diferencial, etc. Son distintos, de marcas distintas, pero de estructura semejante. Ambos poseen subsistema de frenos, ambos, motor de 4 cilindros, caja de cambios de 4 velocidades y retroceso, subsistema de dirección. A este nivel de la estructura, son sistemas isomorfos.



TGS: Isomorfismos


SI SISTEMAS PERTENECIENTES A \leftrightarrow CAMPOS DEL SABER TIENEN LA MISMA ESTRUCTURA, DEBE SER POSIBLE EXPRESAR ESTA ESTRUCTURA EN UN LENGUAJE UNIVERSAL COMÚN, SUSCEPTIBLE DE SER TRADUCIDO EN UNA TECNOLOGÍA PARTICULAR.

Ej:

- Supongamos una tubería por la cual circula agua, podemos medir la cantidad de agua que pasa por un punto de la tubería, en un segundo.
- Consideremos ahora, un conductor eléctrico energizado alimentando un artefacto, podemos medir la cantidad de corriente eléctrica que fluye a través de un punto, en un segundo.
- En este caso, estamos frente a dos sistemas de áreas distintas, sin embargo, su estructura
 - Un medio: cable o tubo.
 - Un fluido: agua o electricidad.
 - Una dimensión: Litros por segundo o Amperios por segundo
- puede ser expresada entonces en un lenguaje común, según el cual la cantidad de fluido va a estar en función de la fuerza aplicada (voltaje o presión) y de la resistencia (diámetro del cable o del tubo, entre otras cosas).



TGS: Niveles

- 
1. ESTRUCTURAS ESTATICAS (Ej: electrones, átomo)
 2. SISTEMAS DINÁMICOS SIMPLES (Ej: sistema solar, relojes)
 3. SISTEMAS CIBERNÉTICOS O CONTROL (Ej: termostato, servomecanismos)
 4. SISTEMAS ABIERTOS (Ej: células)
 5. GENÉTICO SOCIAL (Ej: plantas, genoma humano)
 6. ANIMAL
 7. HOMBRE
 8. ESTRUCTURAS SOCIALES (Ej: empresa, cultura)
 9. SISTEMAS TRASCENDENTALES (Ej: lo absoluto)

Modelos teóricos
adecuados

“Será un día triste cuando nadie pueda hacer una pregunta que no tenga una respuesta”



“ENFOQUE DE SISTEMAS”

Dado un determinado objetivo, se trata de encontrar caminos o medios para alcanzarlo, buscando posibles soluciones que ofrezcan optimización, máxima eficiencia y mínimo costo.

- *Es una filosofía, o una manera de concebir una estructura, que coordina de manera eficaz y óptima las actividades y operaciones dentro de una organización o sistema.*



Comparación de Enfoques (Levaggi)

Saber cada vez más de cada vez menos ?

Enfoque analítico

- Parte desde el análisis del detalle.
- Desintegra el objeto en estudio.
- Impulsa el trabajo de especialización.
- Tiende a la enseñanza disciplinaria.
- Conducción programada por tareas.
- No hay o existe débil interacción de las partes.
- El todo es igual a la suma de las partes

Enfoque sistémico

- Parte desde el análisis del todo.
- Integra el objeto en estudio.
- Impulsa el trabajo de integración.
- Tiende a la enseñanza multidisciplinaria.
- Conducción programada por objetivos.
- Hay interacción de las partes.
- El todo es más que la suma de las partes (sinergia).



SISTEMA: Concepto

- Según la Real Academia Española:
 - "Conjunto de reglas o principios sobre una materia relacionados entre sí".
 - "Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a un fin determinado".

"Conjunto de elementos vinculados con objetivos comunes"



SISTEMA: Concepto

- Según Fremont Kast:
 - "Un SISTEMA es un todo organizado, estructurado y unitario compuesto de 2 o más partes interdependientes, componentes y subsistemas y delineado por límites identificables que lo separan de su suprasistema ambiental".
- Según SENN:
 - "Es un conjunto de componentes que interactúan entre sí para un cierto objetivo."



SISTEMA: Concepto

Definiciones con 2 Condiciones
(o denominadores común):

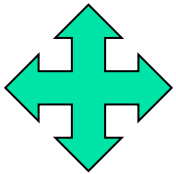
- *TOTALIDAD* o naturaleza orgánica de un sistema (*PARTES, OBJETOS o COMPONENTES* interrelacionados con atributos o propiedades características)
- *PROPÓSITO* o misión o razón de ser del sistema

Da noción de conjunto, interacción, finalidad



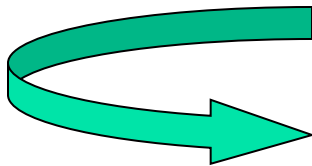
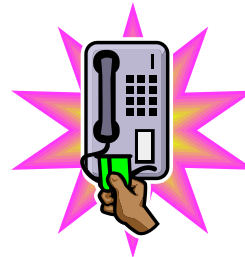
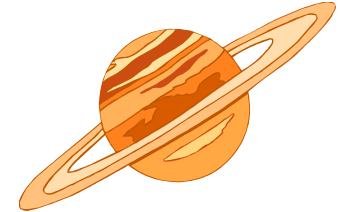
SISTEMA: Propiedades

- Al decir que un sistema funciona como un todo, ese todo tiene propiedades diferentes de las partes que lo componen.
- Estas propiedades se denominan **propiedades emergentes**, pues emergen del sistema mientras éste está en funcionamiento.
 - Ej.: ARCO IRIS, propiedad emergente de la combinación de tres elementos: la lluvia, la atmósfera y los rayos del sol.



SISTEMA: Ejemplos

- sistema solar (universo)
- cuerpo humano (sistema nervioso)
- empresa (organizaciones)
- cultura de una nación
- computadora
- teléfono
- mercado



TODO ES UN SISTEMA !!!?!?




SISTEMA: Concepto

Estructura ----- lo que el sistema es

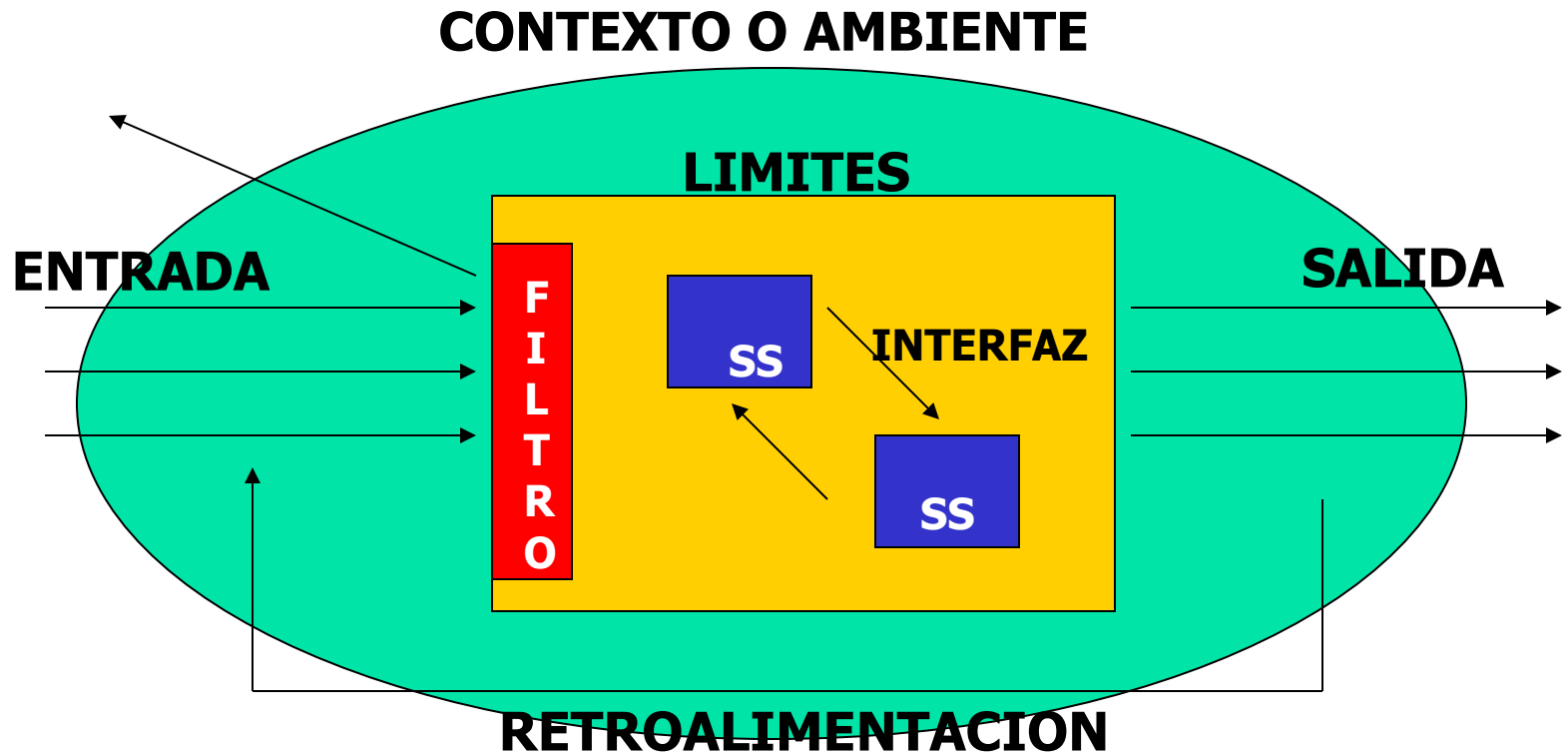
Proceso ----- lo que el sistema hace

concepto de **estructura** → *estático*
(relación de partes en un momento dado)

concepto de **proceso** → *dinámico*

Ejemplos ? 

SISTEMA: Modelo General





SISTEMA: Elementos

1. **CONTEXTO:** medio circundante o entorno
2. **LÍMITES:** o fronteras físicas o abstractas
3. **ENTRADAS:** insumos
4. **SALIDAS:** productos o resultados
5. **RECURSOS:** componentes, partes, elementos (pueden ser SUBSISTEMAS)
6. **PROCESOS**
7. **RETROALIMENTACIÓN**



SISTEMA: Tipos de Entradas

- **Activantes:** son los datos e información sobre los que el sistema actúa para producir una salida.
- **De mantenimiento:** están integradas estrechamente al sistema de control.



SISTEMA: Recursos

- Cuando un componente de un sistema es en sí mismo un sistema, se constituye en un SUBSISTEMA.
- En todo sistema debe haber interrelación entre sus componentes o subsistemas y transferencia de información entre ellos, para que cada uno pueda realizar sus tareas.
- Tipos:
 - **físicos** (libros, estanterías) o **abstractos** (reglas, normas, procedimientos, principios, ideas)
 - **objetos** (una mesa) , **conceptuales** (redes de bibliotecas) o **sujetos** (los bibliotecarios).



SISTEMA: Procesos

Actividades que el sistema aplica sobre los elementos de entrada para convertirlos en elementos de salida.

- Tipos:

- Mentales: aprendizaje, pensamiento
 - Ej: ideas, símbolos, códigos, conceptos, SW
- Mecánicos: torneear, fundir
 - Ej: equipos, máquinas, instalaciones, HW

SER

HACER

- FUNCIONES de:

- PRODUCCIÓN. Transformación de insumos (entradas) en productos.
- MANTENIMIENTO. Para que el sistema continúe en funcionamiento.
- INNOVACIÓN. Incorporación de nuevos elementos en su interior y en su medio ambiente.

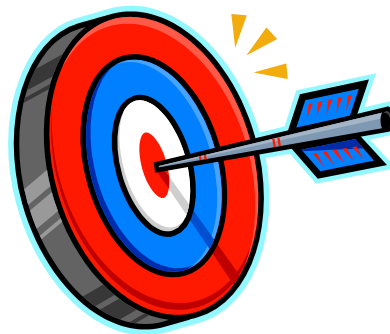


SISTEMA: Retroalimentación

- Mecanismo de ajuste y control que tiene como objetivo mantener el equilibrio de un sistema.
- Función del sistema mediante la cual se comparan las salidas con el objetivo establecido, obteniendo información sobre su funcionamiento.

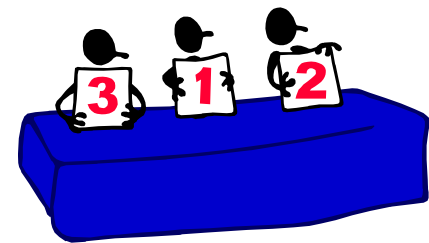
SISTEMA: Objetivo

Mantener el equilibrio,
requiere de un mecanismo de ajuste
o control que se conoce como
RETROALIMENTACIÓN.



SISTEMA: Clasificación

- ABIERTOS, CERRADOS, PERMEABLES
- ABSTRACTOS, FÍSICOS
- SUPRASISTEMA, SISTEMA, SUBSISTEMA
- En NIVELES (Boulding)
- S/ la INFORMACIÓN (Sanchez Forero)
- S/ Lancaster
- S/ Burch
- S/ O'Connor





SISTEMA: Clasificación

■ ABIERTOS:

- Se relacionan con el medio en el que se encuentran y son influenciados e influyen en ese medio.
- Capacidad de adaptación, de ajuste a los cambios del entorno con el objeto de preservar su existencia, en base a las entradas y la retroalimentación.

■ CERRADOS (utópicos?? - abstracciones)

- Los que NO interactúan con su medio,
- No hay entradas desde el entorno para fomentar la adaptación, por lo que tienden a la ruina o el deterioro

■ PERMEABLES

- Sólo son influidos e influyen en el medio a través de algunas variables consideradas relevantes.

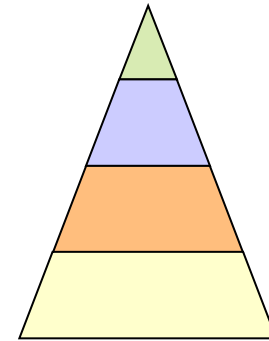


SISTEMA: Clasificación

- ABSTRACTOS: Son sólo conceptuales, son un producto de la mente humana.
 - Ej.: sistemas sociales, religiosos, culturales
- FISICOS: Son conjuntos de elementos materiales, que operan en relación con otros para lograr un objetivo.
 - Ej.: sistemas de computación, comunicación, ventas

SISTEMA: Jerarquías

- SUPRASISTEMA
 - SISTEMA
 - SUBSISTEMA



- Cada *SISTEMA* está formado por múltiples subsistemas y cada SISTEMA es a su vez un *SUBSISTEMA* de otro mayor.
- Hay RECURSIVIDAD: analogía y homología de los elementos por tener propiedades semejantes
Ej: en una empresa, subsistema de contabilidad, de ventas, de producción
- Tipos de división: NIVEL, GRADO, OBJETO, AREA



CLASIFICACIÓN EN NIVELES según Kenneth E. Boulding

Sistemas físicos-mecánicos

1. De ESTRUCTURA ESTÁTICA : No ocurre ningún suceso. Su estado es siempre el mismo. Ej: una mesa.
2. De ESTRUCTURA DINÁMICA de movimientos predeterminados: relojes, sistema solar. Tienen sucesos y cambios.
3. CIBERNÉTICOS o de mecanismos de control. Sistemas autoregulables en el mantenimiento del equilibrio de los organismos. Ej. el termostato



CLASIFICACIÓN EN NIVELES según Kenneth E. Boulding

Sistemas biológicos, botánicos, zoológicos

- ABIERTOS, interrelación con su medio ambiente. Ej. las células
- GENÉTICOS, caracterizado por la división de trabajo entre células. Ej. las plantas
- ANIMAL

Sistemas humanos y sociales

- HUMANO
- SOCIALES, de organizaciones humanas. Ej.: arte, música, religión, etc.
- TRASCENDENTALES, son supremos y absolutos.



CLASIFICACIÓN S/LA INF., según María Margarita Sanchez Forero

- *SISTEMAS INFORMADOS*: disponen de por lo menos 1 entrada de información
- *SISTEMAS INFORMANTES*: disponen por lo menos 1 salida de información
- *SISTEMAS DE INFORMACIÓN*: son el mismo tiempo informados e informantes



CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS adoptada en Lancaster (1971)

- NATURALES: integran el universo, en una jerarquía de sistemas subatómicos desde los sistemas de ecología hasta los sistemas galácticos
- DISEÑADOS: pueden ser físicos (herramientas, puentes) como abstractos (matemáticas, lenguaje, filosofía)
- De ACTIVIDAD HUMANA: describen los seres humanos que emprenden una actividad determinada, como los sistemas políticos, la actividad industrial.
- SOCIALES Y CULTURALES: la mayor parte de la actividad humana existirá en un sistema social donde los elementos serán humanos y las relaciones serán interpersonales. Ejemplos: la familia, una comunidad, los Scouts



CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS, según John Burch

- SEGÚN EL NIVEL DE PREDICTIBILIDAD
 - Determinista
 - Probabilista
- SEGÚN EL NIVEL DE COMPLEJIDAD
 - Sencillos
 - Complejos
 - Muy complejos



CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS, según O'Connor

- **SISTEMAS COMPLEJOS**

- **a. Complejidad de detalle:** composición de muchas partes distintas. Ej: un rompecabezas.
- **b. Complejidad dinámica:** elementos relacionados de muchas formas distintas, porque cada parte puede tener diferentes estados. Ej.: el ajedrez o el sistema económico.

- **SISTEMAS SIMPLES:** pocas partes, estados, y relaciones simples entre las partes.

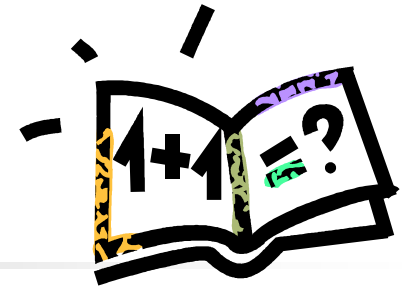


SISTEMA: Principios Generales

- **SINERGIA**
- **RECURSIVIDAD**
- **ENTROPÍA**
- **ENTROPÍA POSITIVA**
- **ENTROPÍA NEGATIVA**
- **HOMEOSTASIS**
- **TELEOLOGÍA**
- **EQUIFINALIDAD**
- **MULTIFINALIDAD**



SINERGIA



Concepto del todo, > a la suma de las partes.

Un objeto la posee cuando el examen de 1 o alguna de sus partes en forma aislada no explica o produce la conducta del todo

Objetos CON sinergia	→	SISTEMAS
Objetos SIN sinergia	→	CONGLOMERADOS

Ej:

- La compra cooperativa de BD o revistas a través de un consorcio de bibliotecas, los costos operativos son inferiores a la suma de los montos que debería abonar cada uno en forma separada.
- Con la venta de una composición de productos/servicios se logra mayor ventaja competitiva que si se vendieran por separado.



RECURSIVIDAD

Implica que los sistemas inferiores se encuentran contenidos en los sistemas superiores (suprasistemas, sistemas y subsistemas). Y todos son sinérgicos.

Ej:

- Algoritmo: se trata un conjunto de datos iniciales para obtener un resultado, si no se obtiene se divide el conjunto de datos y se aplica el tratamiento a dichos subconjuntos y así sucesivamente.
- Un hombre es un conjunto de células, un grupo de hombres, una empresa de grupos..... Pero no son SUMA.
- PERT/CPM: división de tareas en subtareas interdependientes.

INTERDEPENDENCIA: Relaciones entre los elementos de un sistema y entre éste y su medio ambiente.

ENTROPÍA

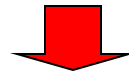


LEYES DE LA TERMODINÁMICA

- Tendencia a la desorganización
- Decadencia de un sistema.
- Agotamiento del sistema.

(+): cuando se produce un incremento del desorden o la desorganización. También se denominan “sistemas posentrópicos”. Ej: sistemas cerrados

(-): tendencia hacia el orden o la organización, mediante la cual el sistema absorbe más energía de la que libera. También se denomina “neguentropía”.



S/ Montoya Díaz: oposición dinámica interna del sistema a esa tendencia natural autodestructora, para mantener el orden y la organización y asegurar la continuidad del sistema.



TELEOLOGÍA (finalismo)

Doctrina que presupone la existencia de una finalidad a la que obedecen los procesos del universo y los explica

Tendencia del sistema a la consecución de un fin u objetivo

- EQUIFINALIDAD
- MULTIFINALIDAD



EQUIFINALIDAD

En un sistema hay varios caminos para llegar a un mismo fin.

- Sistema Cerrado, el estado final está determinado por las condiciones iniciales. Si se alteran las condiciones iniciales, el estado final también cambiará. No hay EQUIFINALIDAD
- Sistema Abierto se puede llegar al mismo estado final, partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos



MULTIFINALIDAD

Proceso mediante el cual partiendo de condiciones o estados iniciales semejantes, se llega a estados finales diferentes.

Contrario a equifinalidad.

HOMEOSTASIS o EQUILIBRIO DINÁMICO



Tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios externos del medio ambiente.

Equilibrio:

- entre los insumos que entran y los que salen
- a través de la información recibida por
 - la retroalimentación del sistema y
 - los mecanismos de autocontrol o autorregulación
- Requisitos para el estado firme:
 - Unidireccionalidad (= fin)
 - Progreso



TGS: Metodología de Análisis

1. Definir objetivo del análisis:
 - Determina tipo y detalle de la I a obtener
2. Fijar fronteras del sistema en análisis:
 - Separar variables internas de externas en $f()$ del grado de control del sistema sobre el entorno
3. Describir características del sistema y su entorno:
 - Recopilar I de procesos operativos y de decisión, recursos, resultados
4. Efectuar representaciones de las características del sistema y las interacciones entre SS usando:
 - Diagramas de bloques-SIPOC, flujo-cursogramas, ecuaciones
5. Definir objetivo del sistema (QUÉ) y la función criterio (CÓMO)
 - Ej Obj: incrementar la utilidad neta
 - Ej $f()$ criterio: fórmula de cálculo aplicable a un período

MODELIZACION



TGS: Características del análisis sistémico

- **FUNCIONALIDAD**
 - Alcanzar objetivos propuestos
- **ADAPTABILIDAD**
 - Al entorno y recursos existentes
 - Equilibrio interno y externo
- **JERARQUIZACIÓN**
 - Subordinación, general a particular
- **SINERGIA**
 - Acción sistema > acción de sus partes

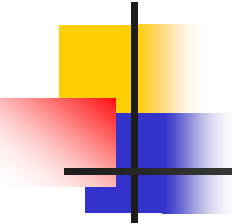
Aplicación de la TGS a Sistemas Sociales



- Niveles: Interpersonal / Grupal / Social
- Conjuntos: Simples $\leftarrow\text{-----}\rightarrow$ Complejos
- Interacción: cooperación, competencia, conflicto, asimilación, acomodación, comportamiento colectivo o no estructurado
- Características:
 - Abiertos adaptativos, c/equilibrio dinámico
 - Comportamiento probabilístico
 - Interdependencia de partes recursivas
 - Homeostasis: unidireccionalidad + progreso
 - Fronteras: permeabilidad variable
 - Morfogénesis: modifica estructura por proceso cibernético

TGS: INSTITUCIONES SISTÉMICAS

- **CAPSIST**: Centro para la Acción y el Pensamiento Sistémicos
<http://www.capsist.com/>
Lectura recomendada: http://www.capsist.com/la_trampa_de_la_reingenier_a.html
- **ISSS** (International Society for the System Sciences), entidad decana de la Sistémica a nivel mundial. <http://www.iss.org>
- **GESI** (Grupo de Estudio de Sistemas Integrados), capítulo argentino de la ISSS, dedicado a la enseñanza y generación de conocimiento en temas de ciencias sistémicas de nuestro país. <http://www.gesi.org.ar/>
- **ALAS** (Asociación Latinoamericana de Sistémica), entidad regional
- **IFSR** (Internacional Federation of Systems Research), que reúne a todas las entidades sistémicas del mundo, a la cual pertenecen las tres organizaciones arriba mencionadas. <http://www.ifsr.org/>
- **INTERACT** (The Center for Designing Interactive Systems), entidad con la cual pueden realizarse intervenciones en empresas cuya complejidad requiera la asistencia internacional.



ACTIVIDAD



Para los siguientes sistemas:

1. Identificar Input, Process, Output
2. Objetivo
3. Ambiente
 - Universidad Católica de Córdoba
 - Banco de la Nación Argentina
 - Fábrica de autopartes
 - Arcor SAIC
 - Hospital Privado
 - Correo OCA



SISTEMAS (Senn)

Por falta de ...

- *... información, se perdió un producto;*
- *... un producto, se perdió una venta;*
- *... una venta, se perdió una cliente;*
- *... un cliente, se arruinó un gerente;*
- *... un gerente, se arruinó un departamento;*
- *... un departamento, se arruinó una empresa;*
- *... una empresa, se arruinó una industria;*
- *... una industria, se arruinó un país.*