

# Dinámica de Sistemas

---

Teoría de Sistemas

## Temario

---

Principales conceptos y propiedades de los sistemas cibernéticos. Concepto de caja negra. Comunicación: concepto y componentes. Autorregulación. Sistema de control.

Entropía. La entropía en los sistemas abiertos. La neguentropía y la subsistencia del sistema. La generación de la neguentropía. Entropía e información. Información y organización.

El principio de la organicidad. El principio de la organicidad como elemento desorganizador. La neguentropía como elemento organizador.

## Introducción

Esquema clasificatorio de sistemas propuesto por Beer

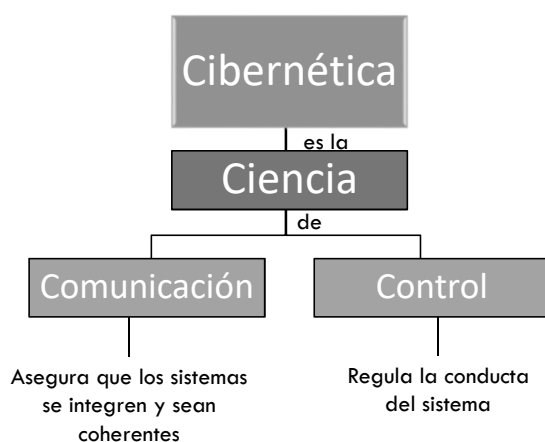
Complejidad Predictibilidad	Simple	Complejo	Excesivamente complejo
<b>Determinista</b>	Polea Billares Máquina de escribir	Computadora Sistema planetario	Conjunto vacío
<b>Tipo de control requerido</b>	<i>Control de entradas</i>	<i>Control de entradas</i>	<i>Control de entradas</i>
<b>Probabilista</b>	Control de calidad Roturas de máquinas Juegos de azar	Niveles de inventario Todo comportamiento condicional Ventas	Empresa Humano Economía
<b>Tipo de control requerido</b>	<i>Estadísticos</i>	<i>Investigación operativa</i>	<i>Cibernética</i>

Facultad de Ciencias  
UNER de la Administración

LICENCIATURA EN SISTEMAS - TEORÍA DE SISTEMAS

abril de 2018 3

## Sistemas Cibernéticos



Tanto en sus orígenes como en su evolución, en la segunda mitad del siglo XX, el campo de estudio de la Cibernética son los **sistemas**. Es igualmente aplicable a los sistemas **físicos y sociales**.

Facultad de Ciencias  
UNER de la Administración

LICENCIATURA EN SISTEMAS - TEORÍA DE SISTEMAS

abril de 2018 4

# Sistemas Cibernéticos

Los sistemas cibernéticos presentan tres propiedades principales:

## Excesivamente complejos

- deben enfocarse a través del concepto de “caja negra” (black box).

## Probabilísticos

- deben ser enfocados a través de la estadística y de la teoría de la información.

## Autorregulados

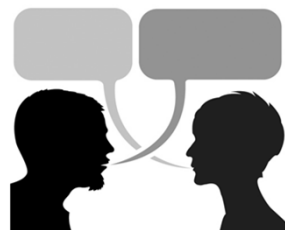
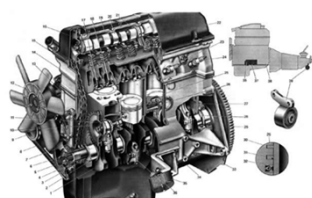
- deben ser estudiados a través de la retroalimentación que garantice la homeóstasis.

# Complejidad

Complejidad: calidad o propiedad de un sistema que es el resultado combinado de la interacción de cuatro determinantes fundamentales:

- **Número de elementos** que comprende el sistema.
- **Atributos de los elementos** especificados del sistema.
- **Número de interacciones** entre los elementos del sistema.
- **Grado de organización** inherente al sistema.

*Ejemplo...*



## Concepto de Caja Negra

Se denomina Caja Negra a aquel elemento que es estudiado desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno.



De una **caja negra** interesa su forma de interactuar con el medio que le rodea entendiendo **qué es lo que hace**, pero **sin dar importancia a cómo lo hace**.

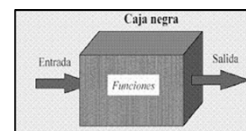
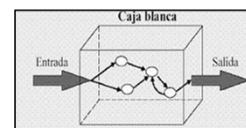
De una caja negra deben estar **muy bien definidas** sus entradas y salidas, es decir, **su interfaz**.

## Concepto de Caja Negra

Los términos caja negra y caja blanca son muy utilizados con respecto al **tipo de perspectiva** con la cual es estudiado un sistema.

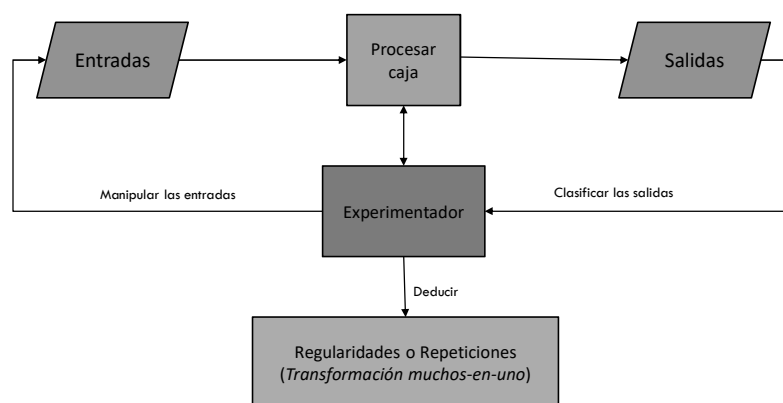
Estos dos tipos de estudios dentro de un sistema son usados dependiendo de lo que exactamente se desea estudiar:

- Si se busca saber *cómo funciona internamente* un elemento de un sistema se utiliza el término **caja blanca**.
- Si se pretende estudiar la *interacción de dicho módulo con los demás módulos del sistema* se utiliza el término **caja negra**.



## Concepto de Caja Negra

### Técnica de la caja negra



## Concepto de Caja Negra

Importancia de la técnica de  
Caja Negra



Suministrar el mejor  
**antídoto contra la tendencia**  
del investigador a **simplificar**  
en exceso **un fenómeno**  
**complejo** descomponiéndolo  
en partes más pequeñas.

## Sistemas probabilísticos

Sistemas con un comportamiento no previsible.

Ejemplo: el clima, sistema económico mundial.



Para el estudio de los sistemas excesivamente complejos y probabilísticos, como los cibernéticos, se utiliza la **teoría de la información**.

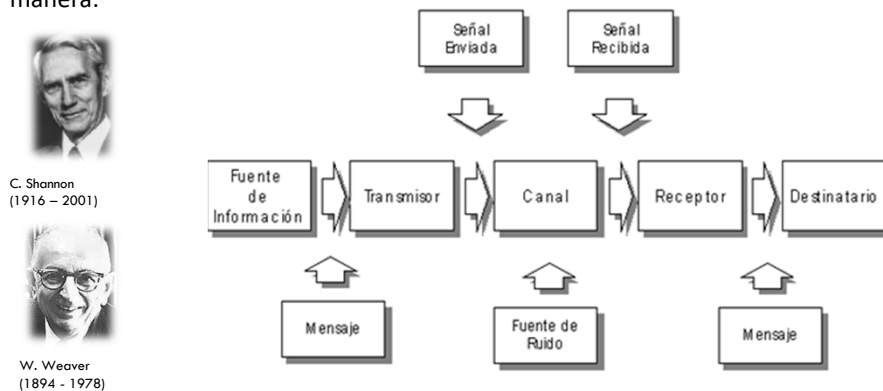
## Comunicación e información

La comunicación es el proceso mediante el cual se puede **transmitir información** de una entidad a otra.



## Modelo de comunicación

El modelo comunicacional desarrollado por *Shannon* y *Weaver* se basa en un sistema de comunicación general que puede ser representado de la siguiente manera:



Facultad de Ciencias  
UNER de la Administración

LICENCIATURA EN SISTEMAS - TEORÍA DE SISTEMAS

abril de 2018 13

## Elementos de la comunicación

Existe una serie de elementos necesarios para que se lleve a cabo la comunicación. Si uno de ellos no aparece, se impide la comunicación o se dificulta.

- Emisor: el que emite un mensaje tras un proceso de codificación.
- Receptor: el que recibe el mensaje y lo decodifica.
- Mensaje: conjunto de signos escogidos del código que hacen referencia a algo de la realidad.
- Canal: medio empleado para enviar mensajes del emisor al receptor.
- Código: sistema de signos regidos por unas reglas, compartido por el emisor y el receptor. *Por ejemplo: lengua castellana, señales de tránsito, código morse.*

Facultad de Ciencias  
UNER de la Administración

LICENCIATURA EN SISTEMAS - TEORÍA DE SISTEMAS

abril de 2018 14

## Perturbación de la comunicación

El Ruido y la Redundancia suponen una perturbación en el proceso de comunicación.



Ruido: todo obstáculo que dificulte la comunicación, de tal modo que suponga una pérdida de contenido del mensaje.



Redundancia: aparición en el proceso de comunicación de elementos que no aportan información nueva al mensaje.

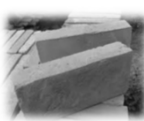
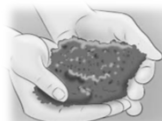
## Entropía

Es una característica común a todos los sistemas.

La entropía, o la ley de la entropía, es un concepto que proviene de la física y es una conclusión a que se llega a partir de la segunda ley de la termodinámica.

Según esta ley, **los sistemas en general tienen la tendencia a alcanzar su estado más probable.**

Existe una tendencia natural de los cuerpos a pasar de distribuciones menos probables a otras más probables. En el mundo de la física, el estado más probable de esos sistemas es el *caos, el desorden y la desorganización*.





## Entropía en los sistemas

La entropía ejerce su acción en los sistemas aislados, es decir, aquellos que no “comercian” con su medio. Es posible afirmar que estos sistemas se encuentran condenados al *caos* y a la *destrucción*.

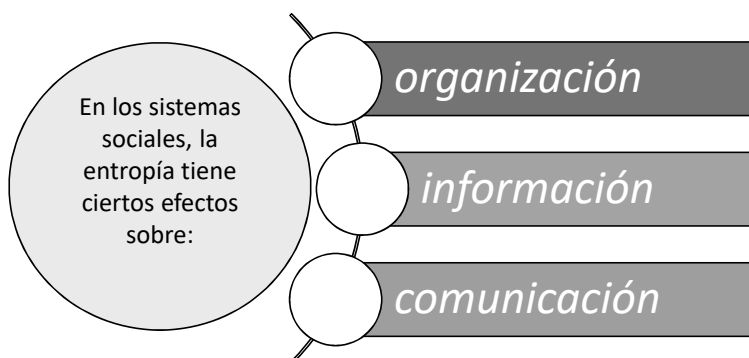


**¿Cómo logra un organismo vivo evitar ese decaimiento observado en los sistemas cerrados?**

A través del *metabolismo* (palabra griega significa cambio o intercambio).

¿Intercambio de qué? Intercambio de materias/energías.

## Entropía en los sistemas abiertos



## Entropía en los sistemas abiertos

Todos los sistemas se ven atacados o influidos por la ley de la entropía. A través del tiempo los elementos del sistema tienden a cambiar su distribución hacia aquel estado más probable: la **desorganización**.

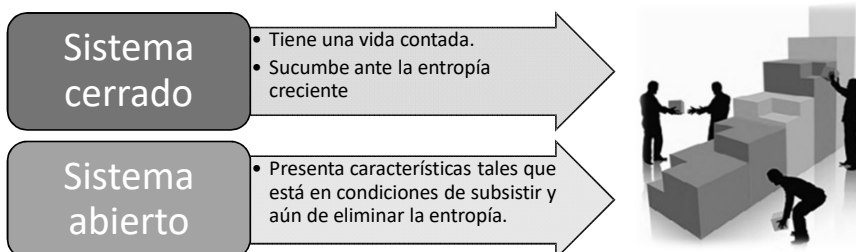
La ley de la entropía indica que ésta es creciente, es decir, **la entropía va en aumento**.



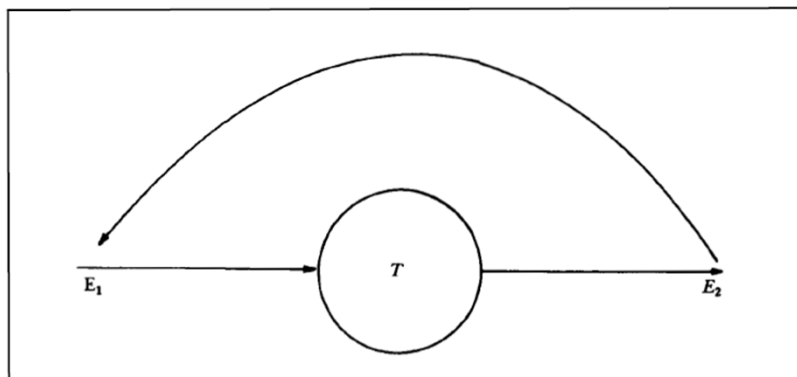
## Neguentropía y la subsistencia del sistema

La expresión "entropía negativa" (o neguentropía) es en sí una **medida de orden**.

El mecanismo mediante el cual el organismo se mantiene estacionario y a un nivel bastante alto de ordenamiento (*es decir, a un nivel bajo de entropía*) realmente consiste en extraer continuamente orden (*u organización*) de su medio.



## Generación de la neguentropía



$E_2$  tiene que ser capaz de generar  $E_1$  (donde  $E_1$  es la energía de entrada y  $E_2$  es la energía de salida).

## Generación de la neguentropía

El **sistema abierto puede almacenar energía**. Supongamos que  $E'_1$  es la energía destinada al proceso de transformación propiamente dicho y  $E''_1$  es un saldo.

$$E''_1 + E'_1 = E_1 \quad \text{o} \quad E_1 - E'_1 = E''_1$$

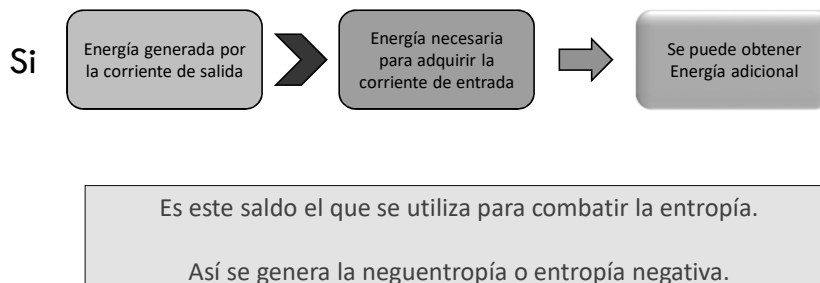
$E''_1$  representa entonces una cantidad de energía no utilizada en el proceso de transformación o de elaboración del producto particular del sistema.

**Es una energía que permanece (o se acumula) dentro del sistema** y es justamente este  $E''_1$  el que sirve de base para la creación de la neguentropía o entropía negativa.

*Ejemplo: Club de damas*



## Generación de la neguentropía



## Generación de la neguentropía

Un sistema para poder sobrevivir debe desarrollar algunos subsistemas, donde:

- $y(a + b)$  representa el total de la corriente de salida.
- $y(a)$  es la energía que el sistema entrega al medio para adquirir "x".
- $y(b)$  es la energía que se guarda (o vuelve al sistema) para combatir la entropía "Ax".



## Generación de la neguentropía

La generación de neguentropía es el proceso que se desarrolla dentro del sistema para combatir la entropía, utilizando la energía y (b):

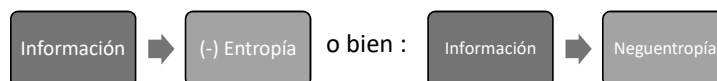
- si  $y(b) = Ax$ , El sistema sobrevive
- si  $y(b) > Ax$ , El sistema se expande
- si  $y(b) < Ax$ , El sistema se descompone

La *organización* del sistema representa al proceso que lucha o se opone a la entropía, y la energía gastada en mantener el sistema organizado es la *entropía negativa o neguentropía*.

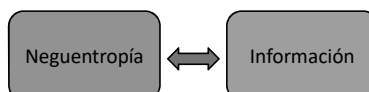
## Entropía e información

La información puede considerarse como una *disminución de la incertidumbre o del caos*, y en este sentido, la información tiende a combatir la entropía; la información es, pues, neguentropía.

En este sentido, podemos suponer la relación:



La cibernética define la entropía negativa (o neguentropía) y la información mediante una transición en dos sentidos:

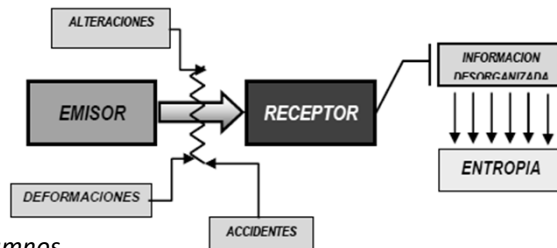


## Entropía e información

La entropía tiene efectos en la *información*.

Es factible pensar que la información proporcionada por un mensaje al ser transmitido, tiende a disminuir, pero nunca a aumentar.

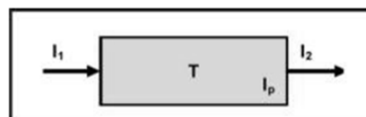
*Esta pérdida de información equivale a la entropía.*



*Ejemplo: Experimento con alumnos*

## Información y organización

Ley de incrementos



Ley de incrementos

$$I_p = I_1 + I_{\text{existe}}$$

$$I_p = I_2 - I_1 \searrow$$

$I_p$  = Información que permanece en el sistema

$I_1$  = Suma de Informaciones importadas

$I_2$  = Información exportada

$I_{\text{existe}}$  = Información que existe antes de cualquier proceso

## Información y organización

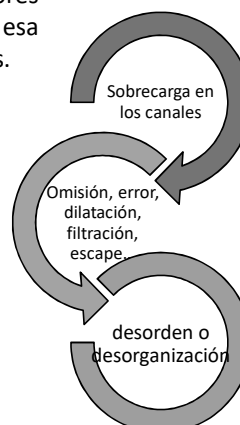
Mientras la entropía es una medida de **desorganización**, la información es una medida de **organización**.

Para que el sistema pueda operar dentro de cierto equilibrio, es necesario una limitación de las comunicaciones, es decir, que *los sistemas sociales deben poseer una red selectiva de comunicación*.



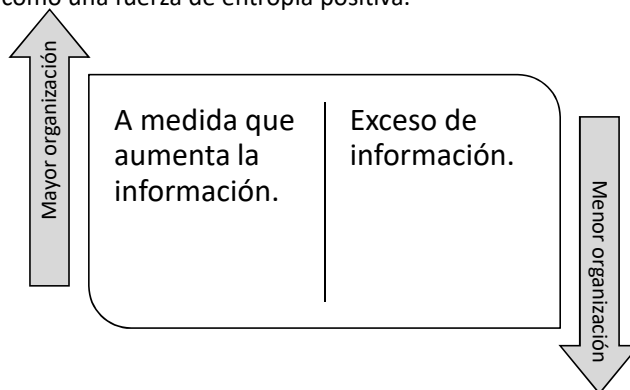
## Información y organización

Un exceso de información en los centros receptores tiende a aumentar el trabajo de elaboración de esa información y a incrementar los ruidos de los canales.



## Información y organización

Una corriente de entrada de información superior a la capacidad de elaboración que posee el sistema, disminuye la habilidad de éste para operar en su medio; en efecto, puede actuar como una fuerza de entropía positiva.



## Bibliografía

JOHANSEN BERTOGLIO, Oscar. Introducción a la teoría general de sistemas. México, Limusa – Noriega Editores, 2004.

SCHODERBEK, Charles G., SCHODERBEK, Peter P. y KEFALAS, Asterios G., Sistemas Administrativos. Editorial Ateneo, 1984.