**Slide 2**

La descripción de sistemas es la primera fase del análisis de sistemas y forma parte de  
la conceptualización, el cual es el primer paso en la metodología para la construcción de un modelo. Esta fase requiere de gran cantidad de información y técnicas de codificación y organización de la información. En este sentido, es conveniente destacar que todos los sistemas que verdaderamente son de interés para un analista:

**Slide 3**

a) Se componen de múltiples partes  
b) Se constituyen por una gran variedad de materiales  
c) Operan por largo tiempo bajo diversas condiciones

Es importante hacer una definición precisa del sistema y si este está definido  
adecuadamente se conocen las partes o subsistemas, así como la interacción entre  
dichas partes. Además, se comprende el funcionamiento del sistema para un periodo  
determinado y se conocen los cambios que sus características sufren con el tiempo.

**Slide 4**

En nuestra vida cotidiana abundan los sistemas, tales como:

**Sistema circulatorio**. Del cuerpo humano, compuesto por el corazón, las venas y arterias, así como la sangre que lleva el oxígeno a todo el cuerpo.

**Sistema térmico cerrado.** Como es el caso de un termo en el que guardamos café caliente, y el material aislante ayuda a minimizar la pérdida de calor, manteniendo la energía calórica en el sistema de partículas del líquido.

**Sistema lingüístico.** En el caso del idioma que hablamos, compuesto de signos y sonidos, y de la capacidad de crear con él sentidos complejos (significados).

**Sistema solar.** Del que forma parte nuestro planeta, y que se compone de astros celestes orbitando al Sol en trayectorias elípticas, atraídos por su fuerza de gravedad.

**Sistema eléctrico.** Presente en nuestros hogares y que se activa al encender un interruptor para brindar electricidad al bombillo que ilumina la sala, por ejemplo.

**Slide 5**

La estructura de un sistema se refiere a las diferentes interrelaciones estables entre los  
componentes del sistema que pueden identificarse en un determinado momento. La principal característica de la estructura de todo sistema son los  
bucles de realimentación que pueden ser de dos tipos que se describen a continuación  
con base en las definiciones de:

**Slide 6**

Ocurre cuando la realimentación de los cambios en el sistema se amplifica porque se produce en la misma dirección del cambio original. Este tipo de bucle puede dar lugar a un círculo virtuoso si el refuerzo es positivo y a un círculo vicioso si el refuerzo es negativo.

La realimentación de refuerzo ocurre cuando los cambios registrados en todo el sistema se realimentan para amplificar el cambio original. Dicho de otro modo el cambio recorre todo el sistema produciendo más cambios en la misma dirección.

Por ejemplo el progreso en el aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Aun que el proceso de conocer es intangible, también está dirigido por un bucle de realimentación de refuerzo. Cuanto mayor es el conocimiento, más aprendemos, pues podemos establecer más conexiones con lo que ya sabemos y, así, más ampliamos y profundizamos nuestros conocimientos.

**Slide 7**

* Espíritu de equipo
* Cáncer
* Crecimiento de la población
* Deudas bancarias
* Aprendizaje
* Confianza en uno mismo
* Dividendos de una cuenta de ahorros

**Slide 8**

Ocurre cuando la realimentación de los cambios en el sistema va en dirección contraria al cambio original con el fin de moderar el efecto. Esto puede entenderse como una resistencia al cambio por parte del sistema o como la tendencia a la estabilidad.

Se produce un bucle de realimentación de compensación cuando los cambios en una parte del sistema generan cambios en el resto del sistema, que reducen, limitan o contrarrestan el cambio inicial. Son los bucles que presentan resistencia al cambio y mantienen estable el sistema; sin ellos la realimentación de refuerzo acabaría por romperlo.

Siempre que haya diferencia entre el estado actual del sistema y el estado deseado, la realimentación de compensación desplazará el sistema en la dirección del estado deseado.

**Slide 9**

♣La temperatura del cuerpo que se mantiene estable, el hipotálamo funciona como termostato.

♣Por ejemplo llevar el inventario de un negocio también genera un bucle de realimentación de compensación. Debe haber suficiente mercancía almacenada para satisfacer la demanda y que los clientes no tengan que esperar, pero no tanta que acupe demasiado espacio y haya que pagar mucho en gastos de almacenamiento.

♣La oferta y la demanda forman un bucle básico de realimentación de compensación en el conjunto de la economía. Cuando los bienes son escasos y la demanda es superior a la oferta, la realimentación reduce la demanda en dos sentidos: aumentando los precios o aumentando la oferta las ventas y el marketing. Cuando la oferta es superior a la demanda, el bucle se activa y aumenta la demanda mediante la reducción de los precios o disminuye la oferta mediante la acumulación de reservas o las restricciones de fabricación.

♣El aire acondicionado

♣Depredadores y presas

Por lo general, la estructura de un sistema se representa a través de diagramas causales  
y presenta una combinación de bucles de realimentación. Además, muchas veces los  
sistemas presentan otra característica en su estructura denominada demoras o retrasosy pueden definirse como una relación causal entre dos variables que implica una  
transmisión de información que requiere del transcurso de una cierta cantidad de tiempo  
(González & Múgica, 1998). Su existencia en las relaciones del sistema son una  
característica fundamental en la dinámica de sistemas porque permiten estudiar los  
cambios y efectos de los sistemas a lo largo del tiempo.

**Slide 10**

La frontera de un sistema se refiere a los límites que separan al sistema de su ambiente y por ende, definen aquello que pertenece dentro o fuera de dicho sistema. La frontera del sistema puede ser física o conceptual y la delimitación de este dependerá de lo que el analista considere necesario para hacer el estudio, sin embargo el establecimiento de la frontera debe encerrar las principales relaciones con el medio.

En teoría de sistema, la frontera o límite de un sistema es una línea (real y/o conceptual) que separa el sistema de su entorno o suprasistema. La frontera de un sistema define qué es lo que pertenece al sistema y qué es lo que no. Lo que no pertenece al sistema puede ser parte de su suprasistema o directamente no ser parte. Establecer el límite de un sistema puede ser sencillo cuando hay límites físicos reales y se tiene bien en claro cuál es el objetivo del sistema a estudiar. Por ejemplo, el sistema digestivo humano incluye solo los órganos que procesan la comida. En cambio los límites son más difíciles de establecer cuando no es claro el objetivo o se trata de un sistema lógico o conceptual. Las fronteras de los sistemas también nos permiten establecer jerarquías entre subsistemas, sistemas y supersistemas.

**Slide 11**

Para ello es importante tomar en cuenta lo siguiente:

✓ Enumerar todos los componentes que integran al sistema permite tener una mejor  
perspectiva de las interacciones dentro del sistema. Todos los componentes  
dentro de la frontera se llaman sistema, mientras que los que están fuera se llaman  
ambiente.  
✓ Indicar todos los flujos que atraviesan la frontera. En este sentido, puede haber  
dos tipos: los que entran desde el ambiente al interior de la frontera del sistema o  
entradas y los que van desde el interior de la frontera al exterior o salidas.  
✓ Identificar todos los elementos que contribuyen a la obtención de metas  
específicas e incluirlas dentro de la frontera si aún no lo están

**Cuando es real o conceptual**

Definir los límites de sistemas físicos (palpables) es más fácil: árbol, humano, auto, plaza, perro... En estos casos los límites son físicos y visibles.

Para un árbol su límite es la corteza y la superficie de las hojas. Para un humano su límite es el exterior de su cuerpo (piel mayormente, pelos, uñas...). Para una plaza, vista como sistema, su límite pueden ser calles o el perímetro de la plaza. Para un automóvil su frontera es la carrocería, parabrisas y la superficie de sus ruedas.

En todos esos casos el límite es físico, palpable.

En el caso de sistemas sociales como una universidad, una empresa, etc. en ocasiones definir sus límites no es fácil y dependerá del objetivo de estudio del sistema en particular.

**Ejemplo de límite en un árbol (visto como sistema):**

Un árbol, visto como un sistema natural abierto, tiene sus límites bien definidos: la corteza del tronco y ramas, raíces y las hojas. Estos constituyen su "frontera" como sistema, que le permite relacionarse con el mundo exterior. A través de su "frontera" respira y recibe alimentos (luz, agua, minerales, etc.), como así también produce desechos.

**Ejemplo de límite en un sistema informático:**

En este caso un sistema informático está formado (y definido) por componentes físicos como hardware (impresoras, monitores, gabinetes de computadora, teclados), software y recursos humanos (quienes controlan el sistema informático).

Por lo tanto, se define qué forma parte de nuestro sistema informático, cualquier elemento que no constituya parte de la definición de nuestro sistema, se considera fuera de este. Esta sería la frontera.

**Slide 12**

El comportamiento puede definirse como la evolución a lo largo del tiempo de los distintos

atributos de los elementos que forman el sistema. Cuando se estudia el comportamiento

de un sistema, se asume que éste cambia con el tiempo y que nos interesa dar razón de

ese cambio.

Cuando el sistema presenta una estructura de refuerzo, se dice que presenta un comportamiento que asegura patrones de crecimiento o decaimiento, o bien, un comportamiento de crecimiento exponencial. Por otro lado, cuando el sistema presenta una estructura de compensación, se dice que presenta un comportamiento de equilibrio de modo que cualquier cambio alejado del punto de equilibrio inicial producirá una fuerza de compensación nuevamente hacia ese punto. Finalmente, si se introduce una retraso en la estructura del sistema entonces se dice que tiene un comportamiento que presenta oscilación.

**Slide 13**

**Endoestructura:** Es la estructura interna de un sistema y corresponde al conjunto de relaciones entre los componentes del sistema.

**Exoestructura:** Es la estructura externa de un sistema y corresponde al conjunto de relaciones entre los componentes del sistema y los elementos de su entorno.

**Estructura total:** Es la unión o suma lógica entre la endoestructura y la exoestructura del sistema.

**Slide 14**

Los diagramas de bloques son una representación gráfica de las funciones  
desempeñadas por cada uno de los componentes del sistema, así como el flujo de  
señales de un componente a otro. Estos permiten representar de forma  
simplificada la transformación de una variable en otra, es decir, la representación de la  
relación entrada/salida.  
Los bloques del diagrama son operacionales y unidireccionales y representan la función  
de transferencia de las variables de interés. Además, con los bloques es posible evaluar  
la contribución de cada componente al desempeño total del sistema, pero el diagrama  
de bloques de un sistema no es único y no incluye información de la construcción física  
del sistema.

**Slide 15**

**Elementos de un diagrama de bloques:** La forma más simple de un diagrama  
de bloques se compone de un bloque individual que transforma o procesa una  
entrada para producir una salida. Los elementos de este tipo de diagrama son:  
✓ **Variable de entrada:** Es el estímulo o señal que se debe transformar para  
producir un resultado.  
✓ **Variable de salida:** Es el resultado de la transformación de la variable de  
entrada.  
✓ **Bloque:** Representa la operación de transformación que sufre la entrada  
para producir la salida.  
✓ **Flecha:** Representa una y sólo una variable; la punta de la flecha indica la  
dirección del flujo de señales o la dirección de la información.

**Slide 16**

Los diagramas de flujo de señales son una forma de representar de manera esquemática  
un sistema en función de las señales que interactúan en él (entradas, salidas y señales  
intermedias) considerando el flujo o sentido de ellas y las funciones de transferencias  
que las vinculan.

Este tipo de diagrama contiene fundamentalmente la misma  
información que un diagrama de bloques, con la diferencia de que despliega el flujo de  
las señales que pasa desde un punto del sistema a otro punto, así como las relaciones  
entre esas señales.

**Slide 17**

**Elementos de un diagrama de flujo de señales:** Los elementos de un diagrama  
de flujo de señales son descritas por (Rocha & Lara, 2008) y se especifican a  
continuación:  
✓ **Nodo:** Se representa por un punto y define una señal de entrada, salida o  
intermedia.  
✓ **Nodo de entrada:** También llamado fuente, es un nodo que sólo tiene  
flechas que salen de él.  
✓ **Nodo de salida:** También llamado sumidero, es un nodo que sólo tiene  
flechas que entran a él.  
✓ **Nodo mixto:** Tiene tanto flechas de entrada como de salida.  
✓ **Transmitancia o transferencia:** Se representa por una flecha orientada  
que une dos nodos y define la función de trasferencia que vincula a los dos  
nodos o señales.  
✓ **Trayecto o camino:** Es el recorrido en el sentido de las flechas que une  
dos nodos. Si sólo toca los nodos una vez, se dice que es un camino  
**abierto**, mientras que si finaliza en el mismo nodo del cual partió y pasa  
por los restantes nodos una sola se dice que es un camino **cerrado** o **lazo**.  
✓ **Trayecto o camino directo:** Son los caminos, en el sentido de las flechas,  
que unen de forma directa un nodo de entrada con uno de salida.

**Slide 18**

La realimentación es otra estructura que se presenta con frecuencia en los sistemas y  
esta ocurre cuando la salida de un subsistema actúa sobre la entrada. La realimentación  
comprende aquellos procesos en los que el sistema obtiene información sobre los  
efectos de las acciones internas en el medio, en cuanto a decisiones sucesivas (Arnold  
& Osorio, 2009). En el Capítulo I se resolvieron ejemplos de sistemas de control a través  
de los diagramas de bloques y se mencionaron dos tipos: los sistemas de lazo abierto y  
los sistemas de lazo cerrado, siendo estos últimos sistemas de control realimentado.

Un sistema de control realimentado es aquel sistema que tiende a mantener una  
relación preestablecida entre la salida y la entrada de referencia, comparando ambas y  
utilizando la diferencia como parámetro de control. La realimentación es la característica  
que distingue a los sistemas de lazo cerrado y es la propiedad que permite que la salida  
de un sistema sea comparada con entrada, de tal manera que se pueda establecer la  
acción de control apropiada como función de la entrada y la salida.

Es importante destacar que cuando un sistema presenta realimentación, pueden existir  
fenómenos de inestabilidad y por esta razón es importante detectar la presencia de  
realimentación en un sistema de modo informal. Es factible afirmar que un sistema es  
inestable si la señal de salida de este es el algún momento de magnitud ilimitada cuando  
la señal de entrada tiene una magnitud limitada. La inestabilidad ocurre cuando la  
magnitud de la salida aumenta sin límites.