

Sistemas y Organizaciones

Unidad 1.1: Teoría General de Sistemas

Cintia Aguado - caaguado@untdf.edu.ar

Coordinador de Carrera de Sistemas Horacio Pendenti - hpendenti@untdf.edu.ar

Universidad de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur
Hipólito Yrigoyen 879, Ushuaia.

2023

Índice

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

Índice

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

Objetivo

Objetivo:

- En general los **objetos** (físicos o abstractos) del mundo que nos rodea, son **complejos**.
- Para comprenderlos y manejarlos, necesitamos absorber de alguna forma esta **complejidad**.
- Pero las capacidades que tenemos para realizar esto son limitadas: dependen de nuestra propia complejidad.
- Para poder manejar sistemas de mayor complejidad que la nuestra, debemos usar **herramientas** (físicas o conceptuales).

Índice

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

Enfoque clásico (Reduccionismo):

- **Reduccionismo:** Descomposición y reducción de algo a sus elementos fundamentales y simples. Como consecuencia surgen gran diversidad de ciencias. (VISIÓN ORIENTADA A LOS ELEMENTOS).
- **Pensamiento analítico:** Descomponer el todo en sus partes simples, independientes e indivisibles; permite explicar las cosas con más facilidad, y luego integrar la descripción de cada una de las partes.
- **Mecanicismo:** El principio de la relación Causa – Efecto, es necesario y suficiente para explicar un fenómeno.
- **Determinismo:** Explicación del comportamiento por la identificación de las causas.

- La **Teoría General de Sistemas (TGS)** tiene su origen en los mismos orígenes de la filosofía y la ciencia.
- **Aristóteles** dijo que “el todo es más que la suma de sus partes” en su libro “Metafísica”.
- Se le atribuyen a **George Wilhem Friedrich Hegel** (1770 – 1831) el planteamiento de las siguientes ideas:
 - El todo es más que la suma de las partes.
 - El todo determina la naturaleza de las partes.
 - Las partes no pueden comprenderse si se consideran en forma aislada del todo.
 - Las partes están dinámicamente interrelacionadas o son interdependientes.

Historia

- El biólogo y epistemólogo **Ludwing von Bertalanffy** presenta en la década de 1950 los planteamientos iniciales de la TGS, que terminó de plasmar en su libro Teoría General de los Sistemas; Fundamentos, Desarrollo y Aplicaciones en 1968.
- La idea de **Bertalanffy** surge a partir de la no existencia de conceptos y elementos que le permitieran estudiar los sistemas vivos, ya que éstos son sistemas complejos con propiedades particulares y diferentes a las de los sistemas mecánicos.
- Igualmente, consideró la tendencia hacia la integración de diferentes tipos de ciencias naturales, sociales e incluso exactas, con el fin de dar soluciones más integradas a los problemas presentes en los sistemas; y en oposición a la creciente especialización del conocimiento.

Algunas disciplinas y personas que aportaron:

- Psicología de la Gestalt (Christian von Ehrenfels).
- **Teoría de la Información (Claude Elwood Shannon).**
- **Cibernética (Norbert Wiener).**
- Sociología (Talcott Parsons).
- Fisiología (Walter Brandford Cannon).
- Bioquímica (Lawrence J. Henderson).
- **Teoría de juegos (John von Newman).**
- **Cibernética (Ross W. Ashby).**
- Economía (Kenneth Boulding).
- Ecología (Eugene Pleasants Odum).
- Administración (Robert Lilienfeld).

Actualidad:

- La teoría general de sistemas, si bien ha sido un fracaso en sus presupuestos de partida (construir algo así como una metaciencia), sí ha conseguido logros muy importantes.
- En la actualidad se considera que el **enfoque de sistemas** más que una teoría es una forma de pensar el mundo, que la complejidad del mundo natural y social, y la relación entre sociedad y medio ambiente necesita nuevos enfoques para su comprensión.
- Igualmente, que el enfoque reduccionista es limitado y erróneo para obtener la solución de problemas y adquirir conocimiento, en la medida que no permite el análisis de una gran parte de las variables involucradas.

Enfoque Sistémico (Síntesis):

- **Expansionismo:** Todo fenómeno es parte de uno mayor; evalúa el desempeño del sistema en relación con el que lo contiene; no negar la constitución en partes. (VISIÓN ORIENTADA AL TODO).
- **Pensamiento sistémico:** Un sistema se explica como parte de uno mayor y en términos del papel que desempeña; el interés de su utilización consiste en unir las cosas.
- **Teleología:** El principio de la relación Causa – Efecto, es necesario pero no suficiente para explicar un fenómeno.
- **Probabilismo:** Estudio del comportamiento orientado al logro de objetivos, relación entre variables y fuerzas recíprocas, considera el todo como diferente de sus partes.

Con que vamos a trabajar:

- Nosotros vamos a trabajar con la teoría general de sistemas o el enfoque sistémico planteado por **George Klir** en su libro “**Teoría General de Sistemas, un enfoque metodológico**”.
- Plantea una notación simbólica apoyada en la **teoría de conjuntos**, que nos permite formalizar nuestras definiciones, eliminando ambigüedades (o eso intenta).

Índice

1 Objetivo

2 Historia

3 Teoría General de Sistemas

4 Bibliografía

La primera pregunta que no surge es:

¿Que es un SISTEMA?

¿Que es un sistema?

¿Que dice la R.A.E. al respecto?

- 1** m. Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
- 2** m. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.
- 3** m. Biol. Conjunto de órganos que intervienen en alguna de las principales funciones vegetativas. Sistema nervioso.
- 4** m. Ling. Conjunto estructurado de unidades relacionadas entre sí que se definen por oposición; p. ej., la lengua o los distintos componentes de la descripción lingüística.

¿Que es un sistema?

La definición de sistema que propone Gómez-Pallete, definición que utiliza en un estudio sobre organización y gestión de empresas:

- Un conjunto de elementos.
- Relacionados entre sí.
- Actuando en un determinado entorno.
- Con el fin de alcanzar objetivos comunes.
- Y con capacidad de autocontrol.

¿Que es un sistema?

Nosotros vamos a tomar una definición más general y acotada, para ser en lo posible, más abarcativos.

Definición: (Sistema)

Sistema: Conjunto de elementos relacionados e interactuantes [con un objetivo común].

!A ponernos el traje de científico investigador;



Figura: Un científico muy investigador

¿Cuando comenzamos una investigación, sobre que nos enfocamos?

- Cuando investigamos la realidad, limitamos nuestro examen a una parte de la misma que nos interesa durante un cierto tiempo.
- Esta parte de la realidad lo denominamos el **objeto**, a la parte restante la llamamos **ambiente**.
- En muchas ocasiones, existe incertidumbre en la separación entre un objeto y su ambiente (¿Qué forma parte del objeto y que forma parte del ambiente?).

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definición: (Objeto)

Objeto: *Porción de la realidad sobre la cual realizamos nuestro trabajo de investigación.*

Definición: (Ambiente)

Ambiente: *El resto de la realidad que no forma parte de la porción en la que estamos interesados.*

Definición: (Límite o frontera)

Límite o frontera: *Lo que define el alcance del sistema y lo separa de su ambiente.*

¿Sobre que aspectos del objeto de estudio nos enfocamos?

- Nuestras aptitudes no nos permiten estudiar objetos en toda su complejidad.
- Sobre el objeto elegido, observamos o medimos apariencias de ciertos atributos o características, es decir, **observamos o medimos** valores de ciertas **variables**.
- Su elección depende de lo que consideramos de interés en el objeto dado, o lo que consideramos importante de acuerdo al objetivo fijado.

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definición: (Variable o cantidad)

Variable o cantidad: *Característica o propiedad relevante para el objetivo propuesto.*

Definición: (Variable o cantidad externa)

Variable o cantidad externa: *Vía a través de la cual el sistema se comunica con su ambiente.*

Definición: (Observación)

Observación: *El estado registrable de cada una de las variables externas en un momento dado.*

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definición: (Estado observable)

Estado observable: *El valor (cuanti o cualitativo) que podemos observar (con instrumentos o los sentidos) en una variable externa en un momento dado.*

Definición: (Estado registrable)

Estado registrable: *El conjunto de valores que decidimos registrar. Pueden coincidir o no con los estados observables.*

¿Donde vamos a realizar nuestra investigación?

- Cada variable bajo consideración debe determinarse en el espacio. Es lo que se denomina la **especificación espacial**.
- Si la posición es relevante en este caso, debe considerarse como una variable separada.
- No siempre necesitamos, especificar la posición absoluta en el universo, a veces basta con una posición relativa en función de las posiciones de otras variables consideradas.

¿Cuándo vamos a realizar nuestra investigación?

- Además de la especificación espacial, las variables deben referirse también a un tiempo, es decir, debemos especificar el comienzo de nuestras observaciones o mediciones (y posiblemente también su final).
- Es lo que se conoce como **especificación temporal**
- El comienzo de nuestra investigación es el instante de tiempo de referencia considerado generalmente como tiempo o instante cero (t_0).

Teoría General de Sistemas

Ambos tipos de especificaciones que hemos mencionado:

- Especificación espacial
- Especificación temporal

Las denominaremos con un nombre común:

Definición: (Especificación espacio-temporal)

Especificación espacio-temporal: *La indicación de la posición del objeto en el espacio y el tiempo.*

Pueden ser:

- *Relevantes o no relevantes*
- *Absolutas o relativas*

¿Con que precisión y frecuencia vamos a observar?

- Una vez determinemos las variables a observar o medir debemos decidir la precisión y la frecuencia en su recogida.
- Esta característica de nuestras observaciones o mediciones será denominada el **nivel de resolución**.
- Cuanto más precisos y/o más frecuentes sean las observaciones o medidas, mayor es el nivel de resolución, y viceversa.

Una vez definido el nivel de resolución, comenzamos a realizar las observaciones.

Vamos registrando cada una, en una tabla de actividad.

instante	$variable_1$	...	$variable_n$
0	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
1	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
2	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
3	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
4	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
5	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
...	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$
m	$estadoVariable_1$	...	$estadoVariable_n$

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definición: (Nivel de resolución)

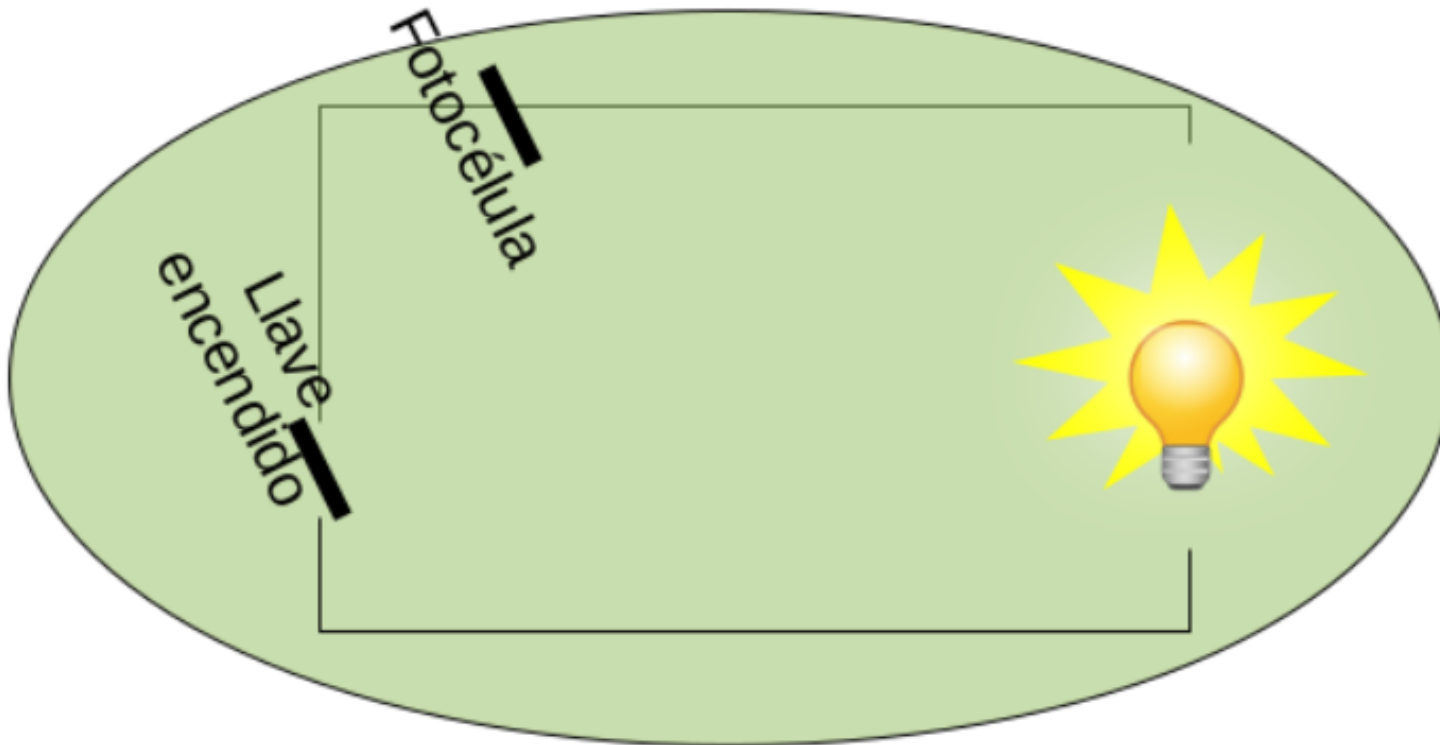
Nivel de resolución: *La especificación espacio-temporal del objeto, junto con el conjunto de los conjuntos de valores registrables de cada variable externa consideradas.*

Definición: (Actividad)

Actividad: *Una secuencia de observaciones en momentos determinados del tiempo. Nos dice que es lo que ha estado ocurriendo en la porción de la realidad que nos interesa cuando la observamos a través del sistema definido.*

Ejemplo

Para ejemplificar las definiciones que siguen, vamos a utilizar como objeto de estudio, un sistema de iluminación. El objetivo es explicar su funcionamiento.



Primera definición de sistemas de Klir:

Por sus **Variables** y su **Nivel de Resolución**

Definiciones

Definimos las variables a considerar:

- Sean x_1, x_2, \dots, x_n las **variables externas** de un sistema.

Definimos el conjunto de todas las variables:

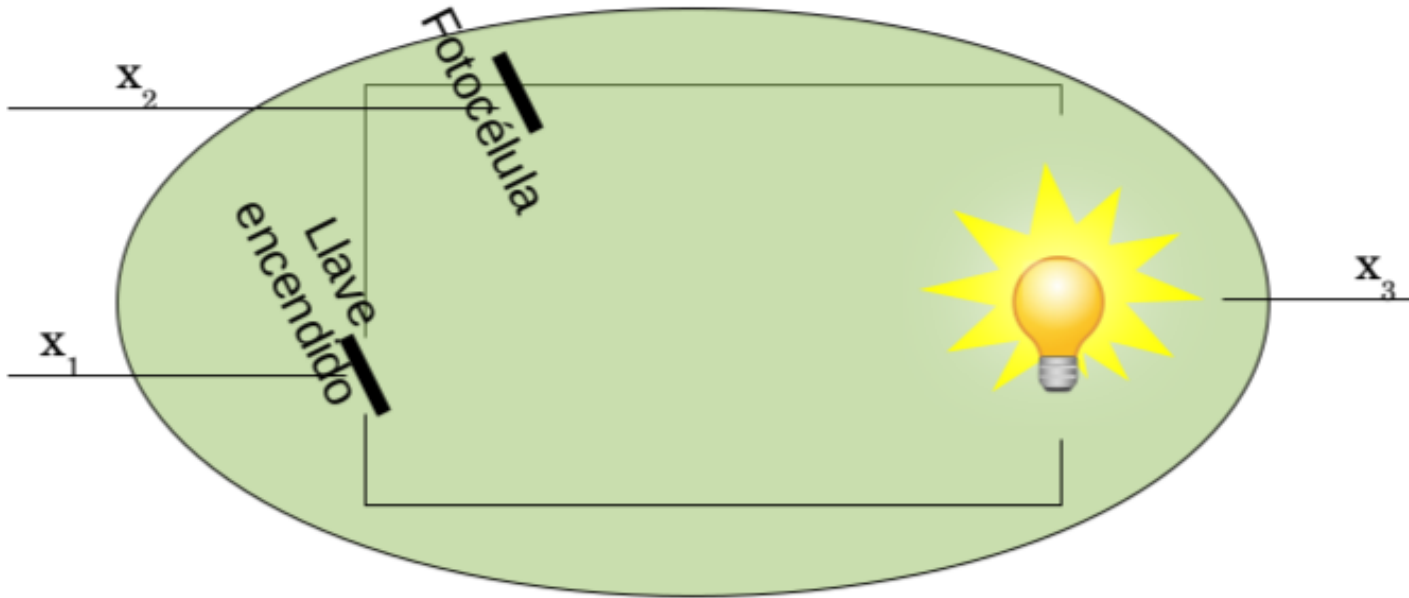
- Sea $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ el conjunto de todas las **variables externas** de un sistema.

Ejemplo:

- Variables externas:
 - x_1 = Llave de encendido
 - x_2 = Fotocélula
 - x_3 = Lamparita
- Conjunto de variables:
 - $X = \{x_1, x_2, x_3\}$

Ejemplo

Veamos graficamente la definición de las variables.



Definimos los estados registrables de cada una de las variables externas:

- Sean $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n$ los conjuntos de estados registrables de las variables externas x_1, x_2, \dots, x_n respectivamente.

Ejemplo:

- Estados registrables de las variables externas:
 - $\bar{x}_1 = \{arriba, abajo\}$
 - $\bar{x}_2 = \{alta, media, baja\}$
 - $\bar{x}_3 = \{encendida, apagada\}$

Definiciones

Realizamos la especificación temporal:

- Sea t el tiempo y $T = \{t_0, t_1, \dots, t_n\}$ el conjunto de instantes o intervalos de tiempo en los que se llevan a cabo las observaciones.

Definimos el nivel de resolución:

- Sea $L = \{T, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n\}$

Realizamos la primera definición formal:

- Sea $Z = \{X, t, L\}$

Ejemplo:

- Especificación temporal:
 - $t_i = i$ Cada cuanto tiempo les parece observar?
 - $T = \{t_i\}$
- Nivel de resolución:
 - $L = \{T, \bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3\}$
- Primera definición formal:
 - $Z = \{X, t, L\}$

Segunda definición de sistemas de Klir:

Por su Actividad

Actividad

Registramos la actividad del sistema, en una tabla de actividad:

t	x_1	x_2	x_3
0	baja	baja	apagada
1	baja	media	apagada
2	baja	alta	apagada
3	arriba	alta	apagada
4	arriba	media	apagada
5	arriba	baja	prendida

Realizamos la segunda definición formal:

- Sea $Z = \{(x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t)) \mid t \in T \wedge x_1(t) \in \bar{x}_1 \wedge x_2(t) \in \bar{x}_2 \wedge \dots \wedge x_n(t) \in \bar{x}_n\}$

Ejemplo:

- Segunda definición formal:
 - $Z = \{(x_1(t), x_2(t), x_3(t)) \mid t \in T \wedge x_1(t) \in \bar{x}_1 \wedge x_2(t) \in \bar{x}_2 \wedge x_3(t) \in \bar{x}_3\}$

¿Es posible predecir las observaciones futuras?

- Resulta sumamente útil o necesario poder predecir las observaciones futuras. Para ello necesitamos conocer su comportamiento.
- El **comportamiento** es una relación atemporal (independiente del tiempo) entre las variables, que se verifica dentro de un cierto intervalo de tiempo.
- En general, algunos de los valores pasados y/o algunos de los valores futuros de las variables observadas pueden incluirse en la relación, además de sus valores instantáneos.

Teoría General de Sistemas

Definiciones:

Definición: (Predicción)

Predicción: *Buscamos algo que nos permita predecir de alguna forma las observaciones futuras.*

Definición: (Comportamiento)

Comportamiento: *Una relación atemporal (independiente del tiempo) entre las variables externas al nivel de resolución dado. Una relación entre los valores actuales, pasados y/o futuros*

Tercera definición de sistemas de Klir:

Por su Comportamiento

Definiciones

Definimos las variables principales:

- Sean p_1, p_2, \dots, p_m las variables principales del sistema.
- Cada variable principal p_j se define por una correspondencia biunívoca $j \iff (i, a)$ de modo que:
 - $p_j = x_{i(t+a)}$ con $t \in T \wedge (t+a) \in T$
 - $p_j \in \bar{x}_i \wedge x_{i(t+a)} \in \bar{x}_i$
 - $j \in [1..m] \wedge i \in [1..n] \wedge m \geq n$

Ejemplo:

- Variables principales:
 - $p_1 = x_1(t)$
 - $p_2 = x_2(t)$
 - $p_3 = x_3(t)$

Definiciones

Definimos los estados registrables de las variables principales:

- Sean $\bar{p}_j = \bar{x}_i \iff p_j = x_{i(t+a)}$, los estados registrables de la variable principal p_j .

Ejemplo:

- Estados registrables de las variables principales:
 - $\bar{p}_1 = \bar{x}_1$
 - $\bar{p}_2 = \bar{x}_2$
 - $\bar{p}_3 = \bar{x}_3$

Definiciones

Definimos el comportamiento del sistema:

- Sean $P = \bar{p}_1 \times \bar{p}_2 \times \dots \bar{p}_m$, el producto cartesiano de los estados registrables de las variables principales.
- Sea $K \subseteq P$, el comportamiento del sistema.
- Tercera definición formal $Z = K$

Ejemplo:

- Tercera definición formal:
 - $K = \{(p_1, p_2, p_3) \mid p_3 = \text{prendida} \iff p_1 = \text{arriba} \wedge p_2 = \text{baja}\}$
 - $Z = K$