

# EL ANÁLISIS DE SISTEMAS COMO NUEVA CIENCIA: Estudiando las transformaciones de las propiedades de la materia

Yuriy D. Zubenko, Cristina Donnamaría<sup>1</sup>, Fernando J. Lage y Zulma Cataldi

Laboratorio de Informática Educativa [informat@mara.fi.uba.ar](mailto:informat@mara.fi.uba.ar)

Departamento de Computación - Facultad de Ingeniería

Universidad de Buenos Aires.

Paseo Colón 850 - 4° Piso - 1063 - Capital – ARGENTINA

1. CIC – Comisión de Investigaciones Científicas.

## Resumen

Es este artículo se resumen algunas de las investigaciones realizadas considerando al análisis de sistemas como una ciencia. Se presentan las características básicas de los estudios realizados y las hipótesis de partida que permiten elaborar la teoría general de sistemas.

Podemos decir que es una ciencia nueva, ya que no pertenece a ninguna rama específica de la ciencia y que estudia los sistemas de todas las ramas de esta. Por consiguiente, el análisis de sistemas (como ciencia de los sistemas) se presenta como una rama independiente de la ciencia.

*Palabras clave: análisis de sistemas, teoría de computadoras.*

## INTRODUCCIÓN

Nosotros creemos, que el objeto de investigación del análisis de sistemas son los sistemas de diferente tipo y destino. Se revelan los estudios realizados acerca del análisis de sistemas, en algunas publicaciones realizadas en el territorio de la ex-URSS, editados durante 1948-1992 [1]. Se ha utilizado la metodología que provee el método científico para realizar las investigaciones [2], es decir es formulada la hipótesis central la cual se refuta o se comprueba, luego a partir de ella se deducen otras.

El análisis de sistemas se basa en la definición misma de qué es un sistema, y cuales son sus relaciones con el medio ambiente o exterior. Se pueden enumerar una serie de sistemas que encontramos a nuestro alrededor: el sistema solar, una bicicleta, un organismo, un sistema de gestión automatizado, un reactor de una estación atómica, una empresa, el sistema de los elementos químicos, el sistema algebraico y otros.

Esos sistemas habían sido investigados con ayuda de medios filosóficos: categorías, leyes, y estructuras categóricas, concluyéndose que un sistema es una realidad con propiedades separadas de la materia, unificadas por una función de esas propiedades.

Se presentarán algunos de sistemas muy comunes, de los cuales se pueden mostrar las características básicas empíricas, que los engloban en un sólo objeto de investigación, destacándose de otros objetos de investigación.

La idea es considerar las características que se enuncian a continuación:

$X_1$  – integridad del sistema;

$X_2$  – propiedades particulares del sistema

$X_3$  – composición del sistema;

$X_4$  – estructura del sistema;

$X_5$  – origen del sistema;

$X_6$  – variedad del sistema;

$X_7$  – naturaleza del sistema;

Y, luego definir las para los sistemas estudiados:

Por ejemplo para un sistema de gestión automatizado: sus características son:  $X_1$  – la función de gestión;  $X_2$  – las propiedades informáticas;  $X_3$  – el personal, el hardware, el software, las bases de datos;  $X_4$  – el esquema tecnológico de elaboración de la información;  $X_5$  – el origen orientado al fin;  $X_6$  – la variedad mixta y,  $X_7$  – la naturaleza dinámica.

Y, para un reactor de una estación atómica, sus características son:  $X_1$  – la función de transformación de energía;  $X_2$  – las propiedades energéticas (potenciales y cinéticas);  $X_3$  – conjunto de elementos térmicos-eliminados, entorno de transporte y cambio de energía, generador de vapor, turbina, generador eléctrico;  $X_4$  – el esquema tecnológico de producción de energía;  $X_5$  – el origen artificial, orientado al fin;  $X_6$  – la variedad inorgánica y,  $X_7$  – la naturaleza dinámica.

Nuestra pregunta, ahora es: *¿Qué tienen en común estos sistemas?*

Primeramente, tienen propiedades particulares y, segundo, la integridad de esas propiedades. Realmente, cuando nosotros hablamos de un sistema, utilizamos junto con la palabra "sistema" la definición de su tipo: económico, informático, físico, químico, etc. Todas esas definiciones señalan los tipos de propiedades de los sistemas.

Las propiedades particulares de un sistema, señalan su tipo y lo caracterizan. Se puede decir entonces, que la condición necesaria para la existencia de un sistema es la presencia de propiedades inherentes al mismo, pero nos podríamos cuestionar si la pila de ladrillos sobre la tierra o la multitud de moléculas del aire atmosférico en la habitación con propiedades diferentes, forman un sistema o no.

En este punto, debemos señalar que las propiedades no siempre forman un sistema, sino solamente en aquellos casos en que ellas conforman la integridad del mismo. Entonces, la integridad de las propiedades debe estar caracterizada por un *síntoma*.

Si se analizan los ejemplos anteriores, [9] se puede ver que la característica esencial que poseen cada uno de ellos es su función y esta es la condición necesaria para la existencia del sistema.

## DESARROLLO

Podemos enunciar nuestra primera hipótesis de trabajo:

**Hipótesis I: El sistema tiene un conjunto de propiedades correspondientes al objeto real, que le permiten realizar una función.**

### 1- NOCIONES PRINCIPALES.

A partir de la Hipótesis I, y con ayuda de la lógica filosófica, se dedujeron las ideas principales, relacionadas con la noción de "sistema":

- el objeto real como portante del sistema;
- las propiedades del sistema que conforman el objeto real;
- el medio exterior al objeto real (y al sistema);
- el límite entre el objeto real (y el sistema) y el medio exterior;
- la base de sistema como aquella parte del objeto real, la cual no pertenece al sistema;

- el límite entre el sistema y su base;
- las relaciones exteriores entre el sistema y su base y el medio exterior;
- la función del sistema y sus relaciones exteriores de acuerdo a integridad, estacionaridad y estabilidad.

Las relaciones entre estas nociones se establecieron en forma de axiomas.

Continuando con el análisis precedente, cualquier objeto real puede ser parte un sistema, pero un sistema está conformado solamente por una parte de las propiedades de los objetos que lo componen. La pregunta que resulta es entonces: *¿Dónde se encuentran las restantes propiedades de los componentes del sistema?*

Si consideramos a cada objeto como un espacio vectorial de  $M$  dimensiones en donde cada dimensión es la representación de una de las propiedades del objeto, el sistema podría representarse también como un espacio vectorial cuyas dimensiones son un número  $m$  de propiedades comunes a todos los objetos componentes. Las restantes dimensiones que conforman a los objetos del sistema pero no están incluidas en el mismo, pasan a formar lo que denominaremos base del sistema. Si llamamos  $M$  al número de propiedades que caracterizan al objeto y  $m$  al número de propiedades que caracterizan al sistema.

Hemos fijado, que el número de propiedades de las partes tiene que ser una cantidad calculada  $M$ , la cual puede ser infinita. En los sistemas conocidos el número de propiedades es un valor calculado y está definido por el objeto de investigación a partir de la teoría correspondiente. Como ejemplos de propiedades simples podemos citar: informáticas, cinemáticas, gravitacionales, electrostáticas y como un ejemplo de propiedades combinadas a partir de las simples estarían las energéticas (sea potencial, cinética, nuclear, térmica, mecánica, eléctrica y otras variedades de energía).

Se puede decir entonces que aquellas propiedades de los componentes del sistema, que no definen al sistema, se denominan base de sistema.

La separación del objeto real perteneciente al sistema del resto de la materia, crea un límite donde lo que no es el objeto mismo es el medio exterior al sistema. Así, se define como medio exterior al sistema, a todo lo que no conforma al sistema o a su base.

## 1- LA FUNCIÓN DEL SISTEMA.

La separación del sistema  $S$ , de su base  $B$  y del medio exterior  $V$  conduce al surgimiento de las relaciones por pares ordenados entre ellos:

$$\langle SS, SB, SV, BS, BB, BV, VS, VB, VV \rangle \dots (1),$$

Las relaciones del sistema con cada uno de ellos dan:

$$\langle SS, SB, SV, BS, VS \rangle \dots (2).$$

Por lo que definimos, que el conjunto de las relaciones exteriores del sistema (2), definirá la función  $F$  del sistema y si todas las relaciones están coherentes en el intervalo de tiempo  $\Delta T$  y se subordinan a las condiciones siguientes:

**condición 1** – integridad de relaciones;

**condición 2** – estabilidad de propiedades formadoras del sistema;

**condición 3** – estacionariedad de relaciones;

**condición 4** – estabilidad de relaciones.

Entonces, la función del sistema  $F$  en el intervalo de tiempo  $\Delta T$  se define por la expresión:

$F = \langle SS, SB, SV, BS, VS \rangle$  en  $t \in \Delta T$  y las condiciones 1-4... (3).

La expresión (3) tiene en cuenta las relaciones exteriores del sistema, pero las propiedades del mismo están caracterizadas por las relaciones interiores de las propiedades del sistema  $s_i$ , sus características  $s_{ij}$  y su cantidad  $s_{ijk}$ , definiendo la integridad o la funcionalidad del sistema:

$F = F(s_i, s_{ij}, s_{ijk}) \dots$  (4).

La integridad del sistema es posible cuando su estructura funcional interior (4) corresponde a las relaciones exteriores (3), es decir:

$F(s_i, s_{ij}, s_{ijk}) = \langle SS, SB, SV, BS, VS \rangle \dots$  (5).

De (5) se puede decir, que el sistema existe cuando hay la correspondencia entre las posibilidades interiores del sistema (como integridad), y sus relaciones exteriores.

## 2- LA TEORIA GENERAL DE SISTEMAS.

Hasta aquí hemos considerado las nociones principales y los axiomas en la rama de sistemas. Pero, existe una ausencia de reglas de conclusiones sobre nuevas verdades (teoremas) para construir una teoría general de sistemas nueva. Se sabe que el fundamento de cualquier teoría es el enunciado de conclusiones (el enunciado de predicados y la teoría de conjuntos son insuficientes para construir la teoría de los sistemas).

Las conclusiones la teoría L permiten afirmar que ella es completa, no contradictoria y axiomática. Para utilizar la teoría L como un fundamento de la teoría general de sistemas es necesario probar la verdad de todos los axiomas en la rama de los sistemas y luego, la teoría general de sistemas será un caso particular de la Teoría L para arribar a las conclusiones.

La prueba necesaria se puede realizar de dos maneras:

- 1) por medio de la Teoría L, utilizando las reglas de conclusiones (Modus Ponens);
- 2) por medio de pruebas usando computadoras con ayuda del lenguaje PROLOG.

De ellas se han obtenido resultados algunos positivos [11].

## 3- LOS SISTEMAS COMO OBJETO DE INVESTIGACION.

Observando con mayor atención los sistemas como objetos de investigación, podemos decir que un sistema está caracterizado por sus propiedades de formación y por su función.

Los sistemas se pueden clasificar por sus propiedades (informáticos, mecánicos, económicos, etc.), cuyas propiedades pueden ser simples (electroestáticas, cinemáticas) y compuestas (mecánicas, ecológicas) y además pueden tener naturaleza variada (vivos, no vivos, naturales y artificiales):

Se puede definir también el tipo de sistemas según sus propiedades, la clase de sistemas, según la cantidad de propiedades simples y la especie de sistemas, según la naturaleza de sus propiedades. La clasificación de los sistemas por su forma y su expresión de la función se había limitado por la separación de género de los sistemas: según el nivel relativo de integridad; según el nivel de estabilidad (estable–inestable) y según el nivel de estacionariedad (estacionario– no estacionario).

## 4- EL DESTINO DE LOS SISTEMAS.

El destino principal de cada sistema es la realización de su función, sobre sus propiedades de formación. La función del sistema no está incluida en sus propiedades de formación y por consiguien-

te, incluye a otras propiedades. Llamamos a esas propiedades funcionales y, decimos que el destino de cada sistema es la transformación de propiedades de materia.

## 5- LA ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS.

Se puede realizar el análisis de los sistemas, e investigar acerca de ellos, utilizando la teoría general de sistemas. De este modo, se puede decir que se puede ver al análisis de sistemas como la ciencia de los sistemas o como una nueva ciencia.

Si utilizamos la analogía del triángulo considerando a la base del triángulo como el sistema y a la cima como teoría general de sistemas, podemos preguntarnos: ¿Qué es lo que se encuentra entre la base y la cima del triángulo? Cada sistema, según el tipo de sus propiedades, es estudiado por la teoría de la ciencia correspondiente, así el sistema solar por la astronomía, la bicicleta por la mecánica, un organismo por la biología; etc.

Se estudian las propiedades más comunes de los sistemas, mediante la teoría de sistemas dinámicos, la teoría de sistemas análogos, la teoría de sistemas discretos, y otras más comunes: por la teoría de las estructuras, por la teoría de las funciones, la teoría de conjuntos, la teoría lógico–matemática; los medios filosóficos; etc. La más común para todos los sistemas es la teoría general de sistemas.

Así, el análisis de sistemas incluye: a los sistemas, las aplicaciones de las diferentes teorías para los sistemas y la teoría general de sistemas.

## 6-UN LUGAR PARA EL ANÁLISIS DE SISTEMAS EN LA CIENCIA.

¿Cuál es el lugar que tiene el análisis de sistemas respecto de las otras ciencias?

La estructura de toda ciencia tiene la siguiente forma común: ciencia–ramas de ciencia (física, química, biología, economía, etc.), disciplinas científicas (por ejemplo, en física: astronomía, acústica, óptica, mecánica, calor, etc.), especialidades científicas (por ejemplo, en calor: calorimetría, termodinámica, termometría, etc.).

El análisis de sistemas no pertenece a ninguna rama de ciencia pero estudia los sistemas de todas las ramas de la ciencia, por consiguiente el análisis de sistemas, como ciencia de los sistemas, se presenta como una rama independiente de la ciencia.

## 7-LA DINAMICA DE LOS SISTEMAS.

Respecto de la dinámica, podemos formular la hipótesis siguiente.

**Hipótesis II: Cada sistema está limitado en el tiempo y en el espacio.** De lo que se puede deducir que un sistema aparece y desaparece. Además de esto, un sistema es inercial, porque representa las propiedades del objeto real. Es por ello, que los momentos de aparición y desaparición de un sistema están separados en el tiempo, en etapas simples: etapa I: aparición y síntesis, etapa II: funcionamiento estable y estacionario con función constante, etapa III: degradación y descomposición.

La forma de evolución simple del sistema es trapezoidal, como se puede ver en [10]. Es también posible considerar la evolución cíclica de los sistemas como sucesión de evoluciones simples con una función constante. Por ejemplo, la evolución de los sistemas de transporte: caballo, coche, tren, avión, cohete; y los sistemas electrónicos: de válvulas, de semiconductores, de circuitos integrados.

## **8-ALGUNAS APLICACIONES DEL ANALISIS DE SISTEMAS.**

- Los principios del management como disciplina científica, estudiando los sistemas de gestión de la empresa según las condiciones del mercado, los que fueron compilados y utilizados en algunas universidades [3].
- También se estudió la posibilidad de aplicación del análisis de sistemas para la síntesis de sistemas de control de los reactores de estaciones atómicas [4].
- Se estudió la evolución cíclica de las universidades, considerando las condiciones de degradación del sistema educativo del país [5].
- Se consideró la posibilidad de aplicación de análisis de sistema en deporte [6].
- Se estudió la conexión de análisis de sistema con la teoría de los ciclos [7].
- Se utilizó el análisis de sistemas en conjunto con la metodología pronóstica para la elaboración del pronóstico de la evolución cíclica de los sistemas de gestión [8].
- Los estudiantes estudiaron (con permiso del Santo Vaticano) las posibilidades del análisis del sistema de religión católica, como el sistema de la concepción del mundo (en la Universidad Estatal Técnico de Donetsk, 1998).
- Se analizó con estudiantes la conexión metodológica del análisis de sistemas con la programación orientada a objetos (en la Universidad Estatal Técnico de Donetsk, 1997).
- Con la ayuda de análisis de sistemas, se elaboró el Avant-proyecto del sistema informático-analítico para una ciudad. (en la Universidad Estatal Técnico de Donetsk, 1996).
- Se realizó el análisis de sistemas para estudiar el nuevo sistema global “MediaInternet” (en la empresa MediaInternet, Buenos Aires–Nueva York, 2000).

## **9- LA PERSPECTIVA ACTUAL DEL ANÁLISIS DE SISTEMAS.**

La acumulación de los resultados empíricos permitirá el desarrollo y evolución de la teoría de sistemas. Para ello, es necesario la aplicación de sus principios teóricos por las universidades principalmente como centros de investigación para sistemas de diferentes: tipos: informáticos, tecnológicos, económicos, políticos, militares, etc.

Esta investigación permitirá incrementar el cuerpo de conocimientos que sustentan al análisis de sistemas como una ciencia nueva.

## **CONCLUSIONES.**

Los resultados de las investigaciones se publicaron [1,3-10] y se discutieron en algunas universidades y centros científicos de Ucrania y Argentina. Se recurrió a la experiencia de otros países y a las obras científicas de especialistas de Estados Unidos y otros [11-12]. Estos resultados son los que permitieron dar a luz a las ideas centrales de la teoría de sistemas e incrementar luego los conocimientos acerca de sus características y evolución.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Zubenko Y.D. *Análisis de sistemas*. – Universidad Estatal Técnico de Donetsk, 1995.

2. Artyuj A.T. *Síntesis categorial de teoría*. Academia de Ciencia de Ucrania. "Naukova Dumka", Kiev, 1967.
3. Zubenko Y.D., Nosach A.K. *Management con análisis de sistemas como fundamento*. Universidad Estatal Técnico de Donetsk, Donetsk-Kiev, 1998.
4. Zubenko Y.D. *Integración de los sistemas de dirección automatizados e instalaciones de enseñanza*. Sociedad "Conocimiento" de Ucrania, Kiev, 1991.
5. Zubenko Y.D., Nosach A.K. *Metodología de la investigación en educación en universidades aplicando la teoría general de sistemas*. Conferencia "Ciencia-vida-producción" en Universidad Estatal Técnico de Donetsk, Krasnoarmeisk, 1996.
6. Zubenko Y.D. *Elementos de la teoría de sistemas en el deporte*. Congreso Mundial: "Deporte en la sociedad actual", parte IY, Tbilisi, 1980.
7. Zubenko Y.D., Sirovatko A.A. *Influencia de los ciclos del medio en los sistemas*. Conferencia Internacional "Ciclos de la naturaleza y sociedad", Stavropol, 1996.
8. Zubenko Y.D., Iliin A.A. *Optimización de las soluciones de los problemas de producción*. "Statistika", Moscú, 1977.
9. Zubenko Y.D., Cataldi Z., Lage F. *Conceptos fundamentales del análisis de sistemas y sus relaciones con el medio*. – VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática, Universidad de Buenos Aires, 26-28 de abril de 2000.
10. Zubenko Y.D., Cataldi Z., Lage F. *Los elementos del análisis de sistemas: las estructuras interiores y los algoritmos*. – VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática, Universidad de Buenos Aires, 26-28 de abril 2000.
11. Mesarovich M., Takahara Y. *Theorie general of the systems: basis mathematics*. – Moscow, "Mir", 1978.
12. Bertalanfy L.fon. *History and status of the theorie general of the systems*. – Investigations of the systems. Moscow, "Nauka", 1973.