

NACIMIENTO Y DESARROLLO DEL ENFOQUE SISTEMICO COMO UNO DE LOS MÉTODOS GENERALES DE INVESTIGACIÓN

MEMPHIS LÓPEZ VARGAS

MANUEL ROMERO R*

Resumen

Este artículo aborda las cuatro etapas del proceso que, a partir de una concepción relativamente espontánea, condujo posteriormente al nacimiento y desarrollo del Enfoque Sistemico como uno de los Métodos Generales de Investigación Científica.

Palabras clave: Filosofía, Enfoque sistémico, disciplina, método, método particular, método científico general, complejidad.

Abstract

This paper aboard the steps of the process in front off a relative and spontaneous conception became to the born and develop of the Systemic Approach as one of the General Methods of the Scientific Research.

key Words: Philosophy, systemic Focus, disciplines, method, particular method, general scientific method, complexity.

INTRODUCCIÓN

Contrario a lo que se piensa comúnmente, el Enfoque Sistemico nace como una percepción relativamente espontánea en el estadio de desarrollo en el cual los seres humanos adquirieron el conocimiento abstracto y con él, la capacidad para explicar el mundo exterior.

Este proceso comprendió cuatro etapas. Las tres etapas primeras antecedieron a la aparición de los conceptos y métodos generales de investigación que como una cuarta etapa del proceso en la cual surge la Teoría General de Sistemas como base de la elaboración científica del Enfoque Sistemico.

En este escrito abordamos las cuatro etapas de este proceso que condujo posteriormente al desarrollo de otros métodos generales de investigación.

Primera etapa: la visión fantástico - mitológica

El surgimiento de la especie humana, determinado por la forma como los antropoides iniciaron su vínculo con la naturaleza, en un proceso relativamente largo de autotransformación basado en la construcción de instrumentos de producción se complementa paralelamente con la aparición del conocimiento abstracto expresado y materializado en el lenguaje.

Las reflexiones de los seres humanos que en su proceso de desarrollo intentaban explicar el mundo exterior percibido muestran que inicialmente surgió en forma espontánea un enfoque que de manera sistémica reflejaba las conexiones fenoménicas del universo y sus partes.

Este fue un enfoque sistémico que se expresó en el conocimiento insuficiente, superficial y fenoménico de los procesos naturales y sociales y estaba constituido por una visión fantástico – mitológica de la realidad en la cual los fenómenos naturales estaban constituidos por poderosas fuerzas ciegas, incomprensibles y misteriosas que fueron atribuidas, en su imaginación, a espíritus buenos y malos, a dioses, ángeles y demonios. Es decir, para ellos, en esta visión del mundo exterior la realidad tenía dos componentes: por una parte, los espíritus y los procesos naturales y, por otra, los procesos sociales que no tenían otra explicación sino, haber sido producidos por aquellos.

Este enfoque, entendido como una primera etapa del enfoque sistémico, se fue perfeccionando por la actividad de

*Los autores son profesores de la Universidad Autónoma de Colombia. Correo electrónico: mlopez@correo.fuac.edu.co

innumerables pensadores, hasta llegar en su elaboración más profunda a la concepción de la naturaleza y la sociedad y la explicación del mismo conocimiento como una visión única denominada filosofía.

Segunda etapa: el desarrollo de la Filosofía

Una segunda etapa corresponde a un enfoque sistémico más elaborado. En la sociedad esclavista de los Griegos, basados en juicios y raciocinios anteriores¹, sus pensadores fueron formulando una especie de ciencia única que llamaron Filosofía, constituida por la yuxtaposición de los gérmenes de los saberes que se habían alcanzado.

Según Andreiev,

“...dentro de esta ciencia única podían destacarse partes, áreas más o menos importantes. Esto es lo que hicieron los antiguos filósofos. Aristóteles, por ejemplo, dividió todos los conocimientos de los hombres de entonces en tres grandes partes (dominios): 1. Física, que expresa los conocimientos acerca de los fenómenos de la naturaleza; 2. Ética, que contiene los conocimientos acerca de los fenómenos de la vida social; 3. Lógica, que contiene la teoría del pensamiento.”²

Posteriormente, en el seno de la sociedad feudal en descomposición se fueron desprendiendo ramas especiales de la concepción sistémica filosófica de los griegos, proceso que, si bien, durante la existencia de la sociedad feudal fue lento, se aceleró por medio de la acumulación de hechos y datos que exigieron un examen parcial y regional.

De esta forma se acentuaron los desprendimientos que condujeron a la formación de las ciencias particulares, que algunos investigadores denominaron “clásicas”.

Tercera etapa: el desarrollo de las ciencias particulares

Este avance que se manifiesta como una tercera etapa y que corresponde al desarrollo de las ciencias particulares se aceleró desde el llamado “Renacimiento” y ha tenido una evolución continua que va desde Copérnico hasta Newton, pasando por las investigaciones de Kepler, Tycho Brake, Bruno, Galileo y Einstein.

Newton con su Ley de la Gravedad da un importante impulso a la astronomía científica; con la descomposición de la luz genera un gran desarrollo a la óptica científica; el teorema del binomio y la teoría infinitesimal eleva las matemáticas científicas y el desarrollo de las investigaciones acerca de la naturaleza de las fuerzas permite consolidar las bases de la mecánica. Así, a partir del Siglo XVIII se desarrollaron como saberes científicos la Física, la Química, la Geografía, la Historia Natural y la Geología.

Este proceso de desprendimiento y especialización del conjunto global de los saberes particulares generó en estas ciencias un sistema de conocimientos por regiones de la realidad exterior formulando métodos y procedimientos de conocimientos fundamentales y comprobados en la práctica permitiendo descubrir leyes del desarrollo del mundo objetivo y la elaboración de medios para el empleo de los conocimientos obtenidos.

Este proceso que incluyó los datos de la práctica social permitió la formulación de conceptos, categorías, leyes, teorías, sistemas de conocimientos, teoremas, axiomas e hipótesis. En estas ciencias particulares cobró un importante papel las conclusiones teóricas generales y sus interpretaciones filosóficas. Cabe aquí una pregunta:

¿Porqué se afirma que fue en el desarrollo de las ciencias particulares en donde aparecieron los problemas generales que exigieron los estudios interdisciplinarios?

Cuarta etapa: el surgimiento y desarrollo de los conceptos y métodos generales de investigación

Es indudable que el desarrollo unilateral y absolutista de los enfoques y métodos de investigación elaborados por las ciencias particulares en desarrollo conducen a la pérdida de la visión global de la interconexión del mundo exterior, deficiencia investigativa que olvidan los métodos dialécticos en el estudio del mundo objetivo.

Aún así, fue muy importante el descubrimiento en la Física de la ley de conservación y transformación de la energía que permitió comprobar que los procesos de la naturaleza están estrechamente interconectados. Pero ha sido en la Biología, la ciencia de la vida, en donde el enfoque interdisciplinario, sistémico se hizo ineluctablemente necesario en tanto la Biología está constituida por un conjunto de ciencias particulares, a saber, la Botánica, la Zoología, la Fisiología, la Embriología, la paleontología, la Microbiología, la Genética, la Citología, la bioquímica y la Biofísica.

Este conjunto de ciencias particulares que estudian las complejidades de la región biológica de la Naturaleza tuvo como puntos de partida el descubrimiento de la estructura de la célula y la teoría de la evolución de Darwin. Con ellas se descubrieron los procesos esenciales de la vida: nutrición, reproducción, metabolismo y transmisión de los caracteres hereditarios.

De esta forma, el conjunto de procesos descubiertos por una ciencia global regional integrada por varias disciplinas,

¹ Principalmente de los egipcios.

² ANDREIEV, I. La ciencia y el progreso social. Editorial Progreso, Pág. 15.

permitió a los especialistas de la teoría de los sistemas formular las características de las formaciones integrales autorreferentes y autopoieticas y detectar el surgimiento de una categoría de sistemas de máxima complejidad en esta región del Universo: los sistemas abiertos.

La comprensión de la gran complejidad de estas formaciones integrales ha requerido la aplicación en gran escala de los métodos físicos, químicos y matemáticos de investigación de los métodos interdisciplinarios para la investigación de las estructuras de las albúminas. Por su parte, los estudios realizados por este conjunto de ciencias en la región biológica de la realidad revelaron la importancia del entorno en el nacimiento y evolución de la formación integral llamada vida.

Los avances en las ciencias físicas, químicas, biológicas, sociales y filosóficas que han generado una visión esencial integrada en desarrollo del Universo se constituyen en una cuarta etapa en donde aparecieron los enfoques, conceptos, métodos generales que exigen procedimientos interdisciplinarios, es decir, la intervención de más de una de esas ciencias particulares.

Según OMELIANOVSKY y otros,³

“En los últimos decenios, como resultado de los cambios generados por la revolución científico-tecnológica y las transformaciones sociales radicales de carácter global, la situación metodológica en la ciencia sufrió algunas transformaciones. Con el desarrollo y la difusión de la metodología dialéctico-materialista, que rechazó los extremismos de los enfoques de la filosofía de la naturaleza y el positivismo y realizó la firme unión de la filosofía con las ciencias particulares, aparecieron en la metodología del conocimiento científico fenómenos fundamentalmente nuevos, que vinculamos, ante todo, al surgimiento de los llamados conceptos, métodos y problemas científicos generales”.⁴

Y agregan:

“La aparición de nuevas tendencias integradoras y científicas generales del conocimiento permite el acercamiento de los estilos de pensamiento propios de los representantes de cada grupo de ciencias. En los últimos tiempos, han comenzado a investigarse las particularidades del estilo de pensamiento de los científicos, sobre todo, en el ejemplo de las ciencias naturales y la cibernética. En los marcos del estilo científico general del pensamiento creador surgen “estilos” más estrechos: ecológico, cósmico, cibernético, probabilístico y otros, y se estudia la sustitución de “paradigmas” dentro de una misma ciencia”.⁵

Por su parte, Mario BUNGE, nos descubre conceptos y categorías que en su utilización como instrumentos cognitivos constituyen

lo que algunos investigadores han designado con el nombre de métodos generales de investigación; explica BUNGE:

“La segunda guerra mundial ha tenido un efecto imprevisto y saludable en la metodología de las ciencias no físicas: ha revolucionado el modo tradicional de investigación en esos dominios, al realzar el valor de las teorías, en particular de las teorías formuladas con la ayuda de las matemáticas. Antes se observaba, se clasificaba y se especulaba; ahora se agrega la construcción de sistemas hipotético – deductivos y se intenta contrastarlos empíricamente, incluso en psicología y sociología, fortalezas otro tiempo de la vaguedad... Empezamos a comprender que el fin de la investigación no es la acumulación de hechos sino su comprensión, y que ésta solo se obtiene arriesgando y desarrollando hipótesis precisas.”⁶

“Esta revolución científica, la más grandiosa desde el nacimiento de la teoría atómica contemporánea, ha sido posible por el acercamiento físico y la colaboración profesional de millares de biólogos e ingenieros, psicólogos y matemáticos, sociólogos y físicos, en algunos servicios de guerra en los Estados Unidos y, a escala más pequeña, en gran Bretaña durante la segunda guerra mundial. Tan pronto terminó la guerra, hubo un alud de nuevos planteamientos, nuevas teorías y nuevas disciplinas nacidas de esos contactos: la teoría general de sistemas, la cibernética, la teoría de la información, la teoría de los juegos, la sociología matemática e incluso la lingüística matemática. Al mismo tiempo se consolidaba la biología matemática y la psicología matemática. No son ya ensayos tímidos sino campos respetables.”⁷

Como puede observarse, el desarrollo de las ciencias particulares ha permitido la aparición de problemas los cuales, por encontrarse e los puntos de contacto entre las diferentes disciplinas que nacen en la frontera del conocimiento de dichas disciplinas que requieren para su solución efectiva investigaciones interdisciplinarias y nuevos conceptos, métodos, principios y enfoques de carácter científico general que no

³ OMELIANOVSKY y otros. La Dialéctica y los métodos científicos generales de la investigación. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana. 1981.

⁴ Según la Academia de Ciencias enfoque o método científico general “son aquellos métodos o conceptos que encuentran un campo en acelerada ampliación para su aplicación en diferentes disciplinas científicas, los cuales, en principio, no están limitados ni han sido abstraídos de un campo material concreto”.

⁵ Ibidem.

⁶ BUNGE, Mario. Teoría y realidad. Editorial Ariel S.A. Barcelona. 1985. Pág. 9

⁷ Ibidem. Pág. 10.

existían antes del inicio y rápido desarrollo de la revolución científico técnica.

Así, el conocimiento científico admite diferentes métodos específicos de investigación en las diferentes etapas del proceso, en las cuales se pueden escoger procedimientos metodológicos alternativos, dependiendo de la naturaleza del problema de investigación, los propósitos que se persiguen y el grado de profundidad que se quiere alcanzar con el estudio.

Estos nuevos **métodos de carácter científico general** han contribuido a potenciar el arsenal metodológico de la ciencia en un enfoque complejo e interdisciplinario orientado a la solución de tareas científico técnicas, económicas y sociales de vasta complejidad.

Se consideran métodos de carácter científico general, aunque no filosóficos, los lógico – matemáticos, probabilístico – estadísticos, sistémico – estructurales, semióticos, cibernéticos, teórico – informativos, la modelación y otros.

Como conceptos científicos generales se incluyen, entre otros los de algoritmo, probabilidad, información científica, modelo, confiabilidad, incertidumbre, certidumbre, optimización, organización, pronóstico, diversidad, simetría, asimetría, sistema, complejidad, estado, estructura, ordenamiento, control, formalización, función, elemento, etc.

En este marco, se desarrolló la Teoría General de Sistemas cuyo impulso debaten muchos investigadores y con ella, la formulación de una herramienta que permite estudiar la realidad constituida por los objetos, los procesos, los nexos e interacciones de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento y entendida como una totalidad compuesta por subsistemas y ubicada en un entorno dado. Esta herramienta, denominada Enfoque Sistémico, considera al sistema como una unidad con complejidad y dinámica propias.

El concepto de sistema

En su “Teoría General de Sistemas”, VON BERTALANFFY⁸ caracteriza al sistema como un conjunto de elementos interrelacionados, inmerso en un ambiente dado, aportando al entorno todo aquello que “rodea” y “condiciona” al sistema.

Para KAST Y ROSENZWEIG⁹ “el sistema es un todo unitario, organizado, compuesto por dos o más partes, componentes o subsistemas interdependientes y enmarcado en los límites identificables de su ambiente o suprasistema.”

Según LUHMANN¹⁰, sistema es “su diferencia con el medio ambiente, es un orden que define y mantiene una frontera”.

De acuerdo con AFANASIEV¹¹, sistema “es el conjunto de componentes cuya interacción engendra nuevas cualidades, que no poseen los elementos integrantes”.

ROZO GAUTA explica: “En la actualidad el concepto de Sistema hace referencia a una unidad, un todo integrado, un conjunto, cuyas propiedades y características emergen del juego de relaciones y conexiones entre los elementos que lo configuran y del todo con el entorno en el cual se halla inscrito.”¹²

Así, en su acepción más sencilla, al sistema se lo considera un “todo”, inmerso en un entorno dado y compuesto de “partes”, en el que el todo es equivalente a la suma de las relaciones de las partes más un “plus” denominado “sinergia”¹³. En términos organizacionales, la interacción y cooperación de los diferentes componentes o subsistemas determinan niveles más elevados de eficiencia que si cada subsistema actuara aisladamente.

Propiedades y características de los sistemas

En el estudio realizado se comprobó que los sistemas complejos surgieron cuando en el desarrollo de la naturaleza apareció la vida. La vida, evolucionando en el transcurso de unos cuatro mil millones de años ha pasado por varias etapas, cada una más compleja que la anterior, hasta llegar, en esta región del universo, a la aparición de la especie humana y la sociedad, la conciencia y la autoconciencia social.

Este es el trayecto recorrido por los sistemas que en su evolución y desarrollo han adquirido la mayor complejidad. Algunas de sus características, propias de estos sistemas, se explican a continuación.

Totalidad

Una de las características fundamentales del sistema es que sus componentes al integrarse como sistema, adquieren propiedades que no poseen cuando se les considera separadas del sistema.

Así, no solo el todo es más que la suma de las partes sino que, el sistema en si mismo no puede ser explicado sino como una totalidad. De esta característica del sistema se desprende el concepto de **holismo** que se contrapone al reduccionismo; así, mientras el elementalismo reduccionista entiende el todo como

⁸ Op. Cit.

⁹ KAST & ROSENZWEIG. Administración en las Organizaciones, Mac Graw Hill, México, 1982, Pag 107.

¹⁰ LUHMANN, Niklas. Sociedad y sistema, Paidós, Barcelona, 1990

¹¹ AFANASIEV, Víctor. El Enfoque Sistémico Aplicado al Conocimiento Social, Revista Ciencias Sociales Contemporáneas, Academia de Ciencias URSS, CEIS, Bogotá, N° 11, 1979. Pág. 33

¹² ROZO GAUTA, José. Sistémica y pensamiento complejo. I Paradigmas, Sistemas, Complejidad. Biogénesis Fondo Editorial, pág 51.

¹³ Sinergia viene del griego syn, con y ergos, trabajo, es decir, trabajo conjunto. 1982, Pag 107.

“una simple suma de las partes”; el “holismo” considera que los sistemas constituyen totalidades compuestas de partes.

Composición

En el marco del holismo, todo sistema posee una determinada combinación de elementos o componentes. Como resultado de la interacción entre sus componentes el sistema provoca y garantiza su especificidad.

El sistema puede transformar sus componentes; a veces estos sufren cambios visibles: pueden perder algunas propiedades que poseían antes de integrarse al sistema y adquirir nuevas propiedades cuando están integrados a él.

Cada elemento del sistema posee varios tipos de relaciones:

1. Como elemento con relación a los otros elementos del sistema.
2. Como sistema parcial en relación con el sistema que a la vez constituye su entorno particular.
3. Con los otros elementos mirados ahora como sistemas en el entorno.
4. Con el entorno del sistema como unidad global.
5. Con determinados sistemas en el entorno del sistema entendido como unidad global.
6. Con los elementos (sistemas) de los sistemas en el entorno global.
7. Con el mundo y el cosmos a partir de las relaciones con los sistemas en el entorno que median las relaciones del sistema con otros sistemas en el entorno¹⁴

Por su parte, lo que en un sistema funciona como elemento no reducible (átomo, célula, acto, decisión) puede ser para otro sistema un ordenamiento altamente complejo. Así, ser elemento no es, por tanto, una característica ontológica sino una función. (Es decir, se es elemento).

Funcionalidad

Otra importante característica del sistema es su “*funcionalidad*” que se explica como el resultado de su dinámica y se expresa en las funciones que desarrolla el sistema. Las funciones del sistema pueden ser **inherentes** o **inducidas** según sean el resultado de la propia dinámica del sistema o le sean determinadas desde el entorno.

El sistema debe mantener su funcionalidad dentro de su propia tasa de cambio y bajo la tolerancia forjada por su propia fisiología lo que constituye el “*límite fisiológico del sistema*”. Los sistemas complejos poseen la capacidad de modificar estos límites ampliando el rango dentro del cual se producen los cambios en el sistema.

Jerarquización, subordinación y coordinación

Característica importante del sistema es la jerarquización de sus componentes y del sistema mismo en su relación con el entorno.

En general, todos los sistemas pueden ser analizados dentro de una relación jerárquica, compuestos por subsistemas (componentes, partes) y también haciendo parte de un suprasistema (el entorno). Esta jerarquización puede ser de carácter estructural y funcional.

Al decir de KAST y ROSENZWEIG¹⁵, “La estructura jerárquica no solo se relaciona con los niveles, sino que se basa en la necesidad de agrupamientos incluyendo combinaciones de subsistemas en un sistema más amplio, con el objetivo de coordinar las actividades y procesos y de estructura”.

Las relaciones de los componentes en diferentes niveles de jerarquía determinan la subordinación de las partes entre si y del sistema con relación al entorno. A su vez, la relación de los componentes en un mismo nivel de jerarquía se define como coordinación de los componentes del sistema.

Diferenciación y autorreferencia

De acuerdo con LUHMANN un sistema puede denominarse autorreferente cuando él mismo constituye los elementos que lo forman.

Los sistemas se constituyen por diferenciación autorreferencial, distinguiéndose así de su entorno. En este sentido, los sistemas autorreferentes operan necesariamente a partir del autocontacto y no tienen otra forma de contacto con el entorno que no sea el autocontacto.

Recursión

De la concepción holista del sistema deviene el concepto “recursión” que explica cómo “todo sistema contiene y está contenido en otro sistema”. Así, es posible identificar en los sistemas características que se reproducen en sus subsistemas y en el suprasistema.

De acuerdo con esta característica:

- a. Se puede analizar el universo como un sistema configurado por diversos “niveles de recursión” desde

¹⁴ “...de mediación en mediación, un sistema se relaciona, comunica e intercambia materia, energía e información con el cosmos.” ROZO GAUTA, José. Sistémica y pensamiento complejo. I. Paradigmas, sistemas, complejidad. Biogénesis, 2003, p 79.

¹⁵ Op. Cit. P. 122.

partículas muy elementales hasta macrocosmos, que incluyen al mismo universo.

- b. Se pueden identificar en los sistemas características que se reproducen en sus subsistemas y en el suprasistema.

Entropía

Entropía, del griego *entropé*, transformación, es un concepto adoptado por la Teoría General de Sistemas que tiene origen en la Termodinámica. El concepto de *entropía* representa la tendencia de los sistemas a moverse hacia estados de mayor desorganización y, ulteriormente, hacia la destrucción total del mismo sistema.

Homeóstasis

Según BERTALANFFY, la propiedad denominada “*homeóstasis*”¹⁶, permite deducir la capacidad de adaptación del sistema frente a los entornos cambiantes incidiendo favorablemente en la supervivencia del sistema. De esta característica deviene la **viabilidad** del sistema que en la metáfora cibernética de STAFFORD BEER¹⁷ constituye condición última de sistematicidad.¹⁸

Equifinalidad

El fenómeno de la equifinalidad es aquel por el cual un estado final del sistema puede ser alcanzado a partir de condiciones iniciales diferentes y por vías diferentes.

La equifinalidad permite al sistema responder a la perturbación aleatoria con el restablecimiento de sus *finés*, es decir, sus leyes, su propio determinismo.

Límite y frontera

Los “límites” del sistema corresponden a su diferencia frente al entorno;¹⁹ existen dos tipos de frontera: la frontera “*física*” ligada a lo espacial y la frontera “*funcional*” que implica articulación de funciones, actividades y tareas.

Los sistemas físicos mecánicos y químicos pueden ser delimitados e identificados con facilidad por cuanto es posible establecer unos límites que identifican al sistema y lo “separan” de su entorno.

Es interesante observar cómo para LUHMANN²⁰ el límite del sistema con su entorno constituye el comienzo de la explicación del sistema entendido como un orden que define y mantiene una frontera.

El entorno del sistema

Otra importante característica del sistema es su interacción con el entorno que se puede denominar interacción contextual

o ambiental: el sistema se caracteriza por encontrarse en interacción con un medio, entorno o contexto específico y por el carácter mismo de la interacción del sistema con su contexto. De acuerdo con LUHMANN, en la comunidad científica existe hoy en día el consenso de que el punto de partida de cualquier análisis sistémico – teórico tiene que ser la *diferencia entre sistema y entorno*.²¹

El ambiente o entorno de un sistema es el conjunto de sistemas con los cuales mantiene relaciones funcionales o estructurales. Ningún sistema concreto funciona por fuera de un entorno o contexto dado; el sistema y el entorno se crean mutuamente de manera tal que un sistema solo puede emerger en un entorno.

Desde este punto de vista, el entorno o contexto del sistema (o al menos algunos de sus aspectos) es consustancial con el sistema mismo: *en la realidad no existen objetos aislados*. En otros términos, no puede haber entorno sin un sistema que lo configure y del que tiene que diferenciarse; así, inmediatamente aparece un sistema, este sistema se acopla estructuralmente al entorno, adaptándose y adoptando el entorno con sus múltiples relaciones de intercambios.

Los sistemas están estructuralmente vinculados al entorno, y sin él no podrían existir. Los sistemas se constituyen y se mantienen mediante la creación y la conservación de la diferencia con el entorno, y utilizan sus límites para regular dicha diferencia”.

El entorno se define a partir del sistema y en su relación con el sistema y como tal, está delimitado por horizontes abiertos y no por límites franqueables. Por consiguiente, el entorno no es un sistema y cada sistema tiene un entorno diferente atendiendo a que un sistema sólo puede definirse por diferencia de su propio entorno.

El entorno también se define por diferenciación, entendido como todo aquello que no es el sistema mismo, pero que

¹⁶ Homeóstasis del griego *homeos*, semejante y *statis*, situación.

¹⁷ BEER, Stafford. *Brain of the Firm*. John Wiley. 1981.

¹⁸ En cierta forma, BERTALANFFY se constituye en precursor de la metáfora cibernética cuando otorga al sistema la capacidad de interactuar con el medio ambiente y modificar su comportamiento a efectos de poder sobrevivir en un medio en permanente cambio.

¹⁹ Por su parte, la “frontera” del sistema es un límite determinado por los intereses particulares teóricos y prácticos de quien observa o analiza el sistema.

²⁰ ROZO GAUTA, José. *Paradigmas, sistemas, complejidad*. Biogénesis. 2003, p 51 y sig.

²¹ LUHMANN, Niklas. *Sociedad y sistema: la ambición de la teoría*. Paidós. Barcelona. 1984. p. 50.

mantiene relaciones y conexiones con el sistema y se ve afectado por su comportamiento”.

La diferencia sistema - entorno y los límites del sistema permiten las operaciones de autorreferencia, identidad y la conservación - transformación del sistema. De acuerdo con ROZO GAUTA,²² “El entorno o nicho de un sistema viviente es su mundo y a través de las relaciones con ese mundo, el sistema se relaciona con el cosmos”.

Cada sistema tiene su propio entorno particular y no existe un entorno global para todos los sistemas. Según ROZO, de esto se desprende la necesidad comprensiva, observacional, descriptiva y lógica del sistema como *unitas multiplex* que tiene en su interior una multiplicidad de sistemas para cada uno de los cuales el sistema como unidad juega el papel de entorno y los elementos de este sistema juegan el papel de sistemas en el entorno.²³

Estructura

Como producto del principio de **integratividad**, surge y evoluciona la **estructura** del sistema que constituye, en su acepción más general “el modo de interconexión e interacción de los componentes, la forma, la organización interna y el aspecto del sistema”²⁴. La integratividad garantiza la existencia y especificidad cualitativa de los sistemas y sobre esta base, su supervivencia, funcionamiento y desarrollo.

La Teoría General de Sistemas argumenta que las principales características de la estructura son:

- a.- La tendencia a permanecer relativamente constante dentro de ciertos límites que determina la cualidad esencial del sistema.
- b.- La capacidad para absorber los cambios de los componentes del sistema desestimando algunos y reteniendo otros lo que permite delinear el crecimiento y desarrollo del sistema.
- c.- Su capacidad para determinar el modo específico de interconexión e interacción de los elementos estableciendo la organización interna del sistema.

Si bien, la estructura guarda alguna relación con la “forma”, no corresponde exactamente a esta última. Según AFANASIEV, a cada sistema integral le corresponde una estructura que se modifica como resultado del proceso continuo de intercambio y adaptación con el entorno.

En la estructura ocupan un lugar muy importante las relaciones espaciales y temporales. Así, de manera muy general, la estructura viene a ser la organización del sistema en el tiempo y el espacio.

Clasificación de los sistemas

La identificación de características en los sistemas ha conducido a la construcción de muchas clasificaciones.

Según BOULDING²⁵ y de acuerdo con el grado de complejidad, los sistemas se pueden clasificar en *estructuras estáticas, mecanismos, organismos inferiores, organismos vegetales, organismos animales, seres humanos y organizaciones sociales humanas*.

Los planteamientos de BERTALANFFY, relacionados con la apertura al intercambio energético con el entorno permitieron caracterizar esta primera generación en sistemas abiertos y sistemas cerrados.

Sistemas abiertos son aquellos que se encuentran en relación dinámica con su entorno con el cual intercambian materia, energía e información, relación activa; éstos reciben del entorno insumos o recursos necesarios para su funcionamiento que son modificados por la acción de sus componentes procesales o transformativas, **devolviéndolos al entorno en forma de productos o resultados**.

El sistema abierto, al interactuar con su entorno, en ellos se manifiesta la entropía pero los procesos de dirección se orientan al mantenimiento de su organización. A esta se le denomina entropía negativa o “*negentropía*”.

Los sistemas cerrados se caracterizan porque en ellos surge el proceso de destrucción, entropía, que los va liquidando gradual o aceleradamente. Sin embargo, los sistemas abiertos también sufren los procesos de destrucción, pero en ellos, los procesos de dirección que generan la negentropía permiten toda la **manifestación de la autorreferencia, la autopoiesis** que determinan su existencia y desarrollo.

La noción de autopoiesis comprende no solo las relaciones más o menos consolidadas entre los elementos, sino también los elementos mismos, resultantes de la reproducción correlativa del sistema.

Un sistema autopoietico puede representarse entonces como “autónomo” sobre la base de una “organización cerrada” de reproducción autorreferencial.

Desde el punto de vista de su autonomía funcional los sistemas pueden dividirse en dos grandes grupos: *sistemas gestionados y sistemas autogestionados*.

²² ROZO GAUTA, José. Op. Cit. p 77.

²³ ROZO GAUTA, José. Op. Cit. p 79.

²⁴ AFANASIEV. Op. Cit. Pag. 37.

²⁵ BOULDING, Kenneth. General Systems Theory, The Skeleton of Science. Management Science. No 2. 1956.

Según AFANASIEV, sistemas autogestionados son aquellos que poseen regulación propia; a este tipo de sistemas les son inherentes los procesos de auto gestión y la capacidad para controlar la entropía. “El sistema autogobernado debe poseer homeostasis, es decir, capacidad para conservar la estabilidad de sus parámetros fundamentales pese a los cambios del medio ambiente”.²⁶

FLOOD y JACKSON²⁷ clasifican los sistemas en *sistemas relativamente simples* y cerrados al ambiente, con un pequeño número de elementos y pocas interacciones y *sistemas muy complejos*, altamente probabilísticos, abiertos al entorno, con gran número de componentes y subsistemas altamente interconectados.

LUHMANN precisa: “Un sistema puede denominarse autorreferente cuando él mismo constituye los elementos que le dan forma como unidades de función, y cuando todas las relaciones entre estos elementos van acompañadas de una indicación hacia esta autoconstitución, reproduciéndose de esta manera la autoconstitución permanentemente. En este sentido, los sistemas autorreferentes operan necesariamente a partir del autocontacto, y no tiene otra forma de contacto con el entorno que no sea el autocontacto.”²⁸

LUHMANN²⁹, basado en los estudios de MATURANA y VARELA sobre los seres vivos habla de sistemas “*autopoiéticos autorreferentes*” donde el sistema se define por su diferencia respecto al entorno y la capacidad de los sistemas complejos para auto reproducirse: “Sistemas autopoiéticos son los que crean su propia estructura y producen y reproducen los elementos de que constan”.

Los *sistemas autorreferentes* son aquellos que tienen la capacidad de entablar relaciones consigo mismos y diferenciarse respecto al entorno.

La organización social humana es una herencia sistémica biológica de muchos millones de años.

El suprasistema social está integrado por dos subsistemas o componentes básicos:

- ✓ Los procesos económicos
- ✓ Los procesos sociales y sus instituciones

Los procesos económicos expresan la relación de la sociedad con la naturaleza para transformarla y obtener bienes materiales de existencia. Estos procesos económicos tienen dos componentes: las fuerzas productivas y las relaciones sociales de producción. Las fuerzas productivas a su vez están integradas por tres componentes: los objetos de trabajo, los medios de trabajo y la fuerza de trabajo.

Las relaciones sociales de producción están integradas por tres componentes:

- ✓ Las formas y relaciones de propiedad sobre los medios de producción.
- ✓ La posición de los grupos sociales en el proceso de producción y el intercambio de actividades entre esos grupos sociales.
- ✓ Las formas de distribución de los bienes materiales producidos.

El conjunto de las relaciones sociales de producción constituyen la base sobre la cual se levantan y son engendrados los procesos sociales y sus instituciones. Los procesos sociales y sus instituciones están constituidos por el Estado, el derecho, la ética, la estética, la ideología, la ciencia, la religión, etc.

Aceptado como un enfoque cognitivo, el Enfoque Sistémico aborda el estudio de la realidad de manera genérica, ya sea con el solo propósito de entender los fenómenos, o bien, con el propósito de modificarlos.

El Enfoque Sistémico nació en el momento en que los integrantes de la sociedad humana adquirieron la capacidad del conocimiento abstracto. Ya con estas características, la percepción del mundo exterior se constituyó en una visión sistémica y su desarrollo dio paso a la aparición de las ciencias particulares en donde la acumulación de hechos, procesos y problemas en cada disciplina exigió, en otra etapa más avanzada, abordarlos en forma interdisciplinaria, lo que llevó a los enfoques, métodos y teorías más generales.

Posteriormente, las teorías de VON BERTALANFFY³⁰ dieron forma a la Teoría de General de Sistemas y con ello, al Enfoque Sistémico científicamente más elaborado.

Las representaciones sistémicas como reflejo de la sistematicidad del mundo real

El Enfoque Sistémico descubre que los sistemas existen en la realidad objetiva y también en la mente como imagen subjetiva. Los sistemas no solo se presentan ante la razón humana como una totalidad sino que el hombre los puede reconstruir y transformar en forma material o conceptual. Así, las representaciones sistémicas no son otra cosa que el reflejo de la sistematicidad del mundo real. El Enfoque Sistémico concentra su atención en las interacciones de los elementos y los efectos de

²⁶ AFANASIEV, Víctor. Dirección científica de la sociedad, Progreso, Moscú, 1975. p 17 y sig.

²⁷ FLOOD, Robert. JACKSON, Michael. Creative Problem Solving: Total System Intervention. England, John Wiley & Sons, 1991.

²⁸ LUHMANN, Niklas. Sociedad y Sistema: la ambición de la teoría. Paidós, Pág. 91.

²⁹ LUHMANN, Niklas. Sociedad y Sistema, Barcelona, Paidós, 1990, p 91 y sig.

³⁰ BERTALANFFY. Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. México. 1977.

estas interacciones. Su visión es global y totalizante y sus análisis poseen una orientación eminentemente deductiva. Permite el desarrollo de modelos caracterizados por su sencillez pero ante todo funcionales, utilizables en la toma de decisiones y en la acción. Conduce a análisis de carácter multidisciplinario.

En la investigación sistémica, el énfasis se hace en la revelación de la diversidad de relaciones y vínculos dentro del objeto en su interacción con el entorno. Por ello, los conceptos que directamente se asocian al concepto de sistema son los conceptos de estructura y entorno.

Según LE MOIGNE³¹, el enfoque sistémico se basa en una síntesis de dos visiones: **la visión estructuralista**, en la cual la realidad constituye una totalidad en funcionamiento y evolución y otra, **la visión cibernética**, que busca privilegiar la interpretación del complejo comportamiento del sistema en su relación con el entorno en el cual funciona y se transforma. De esta síntesis se genera la interpretación del objeto como un proyecto identificable y cuyo comportamiento pueda ser interpretado.

Principales criterios que rigen el Enfoque Sistémico

De acuerdo con lo expuesto, los principales criterios que rigen el Enfoque Sistémico entendido como método de investigación e interpretación de la realidad pueden ser resumidos así:

- 1.- Pensar en todo objeto como una totalidad, como un sistema.
- 2.- Analizar el objeto como un todo compuesto por partes interrelacionadas e interactuantes. Así, el comportamiento de cada elemento tiene efectos sobre el comportamiento del todo.
- 3.- Entender que las propiedades del todo son cualitativa y cuantitativamente diferentes a las propiedades de sus elementos individualmente considerados.
- 4.- Entender que el sistema posee una estructura y que esta a su vez, es el conjunto de relaciones, vínculos y funciones que se establecen entre los componentes del sistema y determinan las cualidades esenciales del mismo.
- 5.- Reconocer la interacción específica del sistema con el contexto.

Sistematicidad y complejidad

La complejidad existe como un momento, una etapa o un estadio de la evolución del universo. Es un estado del mundo objetivo. Cuando ha surgido el ser racional y el sujeto cognoscente refleja relativamente en forma integral esa etapa de la realidad aparece el llamado pensamiento complejo. Es decir

que la complejidad existe como un momento de la realidad y como un reflejo de ella en el cerebro humano.

MORIN explica que el concepto de complejidad se elaboró con base en el surgimiento de “la teoría de la información, la cibernética, la teoría de sistemas, el concepto de autoorganización.”³²

Estas teorías en sus contenidos son raciocinios complejos que reflejan las leyes, los patrones y las características de las formaciones integrales constituidas por todas las etapas del surgimiento y evolución de la vida, la aparición de la sociedad integrada por los seres humanos y dentro de esta la manifestación de la conciencia general y social.

MORIN señala: “A primera vista la complejidad es un tejido (*complexus*: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre.”³³

En la evolución del mundo material, la ciencia ha detectado tres grandes regiones: la región del micromundo estudiada por la física cuántica en donde rigen las leyes de la probabilidad; la región que ha estudiado la física clásica en donde rigen las leyes deterministas y la región del macromundo estudiada por la física relativista en donde también se puede afirmar que no se ve claramente que rijan las leyes deterministas.

Es en la región intermedia, estudiada por la física clásica en donde surgió la formación integral más compleja que conocemos con el nombre de “vida”.

Para MORIN la vida está constituida por “las asociaciones activas núcleo proteinadas”. Más adelante complementa esta explicación diciendo: “Lo que llamamos vida, es decir, una organización núcleo – proteinada que dispone de un poder de autorreproducción y que se determina según un doble movimiento generativo y fenoménico.”³⁴ “...esta se manifiesta simultáneamente como accidente – evento, por una parte, y como sistema – estructura, por otra”³⁵

³¹ LE MOIGNE, Jean Luis. La Théorie du Système General: Théorie de la Modelisation Presses Univeritaires de France. París. 1990.

³² MORIN, Edgar. Introducción al pensamiento complejo. Ed. Gedisa S.A. Barcelona, 1976.

³³ Ibidem, pág 32.

³⁴ MORIN, Edgar. Ciencia con conciencia. Anthropos editorial del hombre. Barcelona. 1984. p 139.

³⁵ IBIDEM, p 140.

“La organización biótica (la vida) no es solamente un sistema metabólico que asegura, mediante sus intercambios con el entorno el mantenimiento de su constancia interior, no es solo un sistema cibernético dotado de feed - back , posibilidad retroactiva de autocorrección; la vida es también, más profundamente un sistema evenencializado, es decir, apto para afrontar el evento (accidente, alea, azar).”³⁶

“Se hizo evidente que la vida no es una sustancia, sino un fenómeno de auto – eco – organización extraordinariamente complejo que produce la autonomía. Desde entonces es evidente que los fenómenos antroposociales no podrían obedecer a principios de inteligibilidad menos complejos que aquellos requeridos por los fenómenos naturales.”³⁷

La evolución y desarrollo de la vida ha tenido su máxima expresión en esta región del universo con la aparición de la especie humana.

La sociedad humana, el sistema más complejo

El surgimiento de la sociedad humana constituyó el nacimiento de un sistema global de máxima complejidad, integrado por una serie de subsistemas que interrelacionados generan la cualidad más profunda de aquel sistema.

Es claro que el pensamiento complejo se expresa en el enfoque sistémico que nos descubre los procesos de autoorganización, autorreferencia y en general de autopoiesis de los sistemas más desarrollados de la realidad, dentro de los cuales el más complejo es la formación integral que los científicos han designado con el concepto compuesto de sociedad humana.

¿Cómo surgió este sistema y qué lo distingue de los otros sistemas autoorganizados , autorreferentes y autopoieticos?

La sociedad humana es un sistema que está integrado por seres vivos que en la región biológica de la realidad son sistemas autoorganizados, autorreferentes y autopoieticos, es decir en constante interrelación con el entorno para intercambiar información y energía que le permita la renovación de su constitución y reproducción.

Esta interrelación la realizan todos los seres vivos como sistemas complejos, a través de su propia integridad estructural, es decir, de sus propios órganos, desde sus primitivas formaciones integrales, pasando por todas sus etapas de desarrollo, y por lo tanto su evolución y progreso está regido por las leyes o patrones biológicos de la herencia y la adaptación.

En cambio, la sociedad humana, siendo integrada por seres vivos, se interrelaciona con su metaestructura, es decir una parte del entorno, la región inmediata de la naturaleza, no por intermedio de los órganos biológicos propios de estos seres,

sino por medio de todo un sistema muy complejo y extenso de órganos artificiales, constituido por la producción social de los bienes materiales.

De esta forma, el sistema sociedad humana, sin liberar totalmente a sus integrantes de los marcos de las leyes biológicas, su evolución y desarrollo, es determinado, en última instancia - sin ser el único- por los procesos de la producción social.

En resumen la sociedad humana como sistema de alta complejidad surgió cuando sus integrantes comenzaron a producir instrumentos de producción para relacionarse con la naturaleza e intercambiar sustancia y energías que le permitieran seguir viviendo.

La especie humana emergió como el sistema social global integrado por un conjunto de subsistemas de las mismas características sociales. Dentro del sistema social global surgió un subsistema de alta complejidad: la conciencia general y social.

Cuando el pensamiento ha abordado el estudio y la explicación de las formaciones integrales, a saber, la vida, la sociedad y su subsistema, la conciencia social, aparece el pensamiento complejo.

No sobra precisar que la totalidad posee características y propiedades no contenidas en las partes tomadas aisladamente; a su vez, las partes poseen características y propiedades específicas que se modifican en el marco de la organización del sistema. Estas características y propiedades determinan, en gran medida, la complejidad de lo sistémico.

Así, si bien, la complejidad crece con el aumento y diversidad de los elementos del sistema, también se incrementa con el carácter cada vez menos determinista de sus interrelaciones, interacciones, retroacciones e interferencias.

Dicho en otros términos, la complejidad no implica solo pensar en lo uno y lo múltiple sino también pensar conjuntamente en lo incierto y lo cierto, lo lógico y lo contradictorio; además implica incluir al observador en la observación lo que deviene inevitable cuando se investiga a la sociedad como sistema.³⁸

³⁶ IBIDEM, p 142

³⁷ Ibidem, pág 33

³⁸ Si bien, el conocimiento científico puede ser objetivo, las estructuras del conocimiento, las estructuras espacio – temporales en las que situamos el objeto y la misma noción de objeto son producidas por humanos; es decir, el conocimiento depende de nuestras representaciones las que dependen a su vez, de las “estructuras organizadoras” del espíritu humano pero la certeza de su formulación la comprueba la práctica social cuyo rasgo esencial es la aplicación de la técnica y la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- AFANASIEV, Víctor. (1967) Dirección Científica de la Sociedad. Progreso. Moscú.
- AFANASIEV, Víctor. (1979) El Enfoque Sistémico Aplicado al Conocimiento Social. Revista Ciencias Sociales Contemporáneas. Academia de Ciencias URSS. CEIS. Bogotá. N° 11..
- ANDREIEV, I. (1979) La ciencia y el progreso social. Editorial Progreso, Moscú.
- ASHBY, Ross. (1960) Introducción a la Cibernética. Nueva Visión. Buenos Aires..
- BERTALANFFY, L. (1977) Teoría General de Sistemas. Fondo de Cultura Económica. Mexico..
- BOULDING, Kenneth. (1956) General Systems Theory. The Skeleton of Science. Management Science, No 2,
- BUNGE, Mario. (1982) La ciencia, su método y su filosofía. Ed. La Patria. Bogotá.
- FLOOD, Robert. JACKSON, Michael. (1991) Creative Problem Solving: Total System Intervention. England. John Wiley & Sons.
- FORRESTER, Jay W. (1961) Industrial Dynamics. Cambridge, U.S.A.: MIT Press.
- GIBSON, IVANCEVICH y DONNELLY. (1994) Las Organizaciones. Comportamiento Estructura – Procesos. ADDISON – WESLEY IBEROAMERICANA. Wilmington, Delaware. EUA..
- IVANCEVICH, LORENZI y SKINNER. (1996) Gestión: Calidad y Competitividad. IRWIN. Madrid.
- KAST y ROSENZWEIG. (1982) Administración en las Organizaciones. Mac Graw Hill. México..
- LUHMANN, Niklas. (1990) Sociedad y sistema. Paidós. Barcelona.
- MORGAN, Gareth. (1996) Imágenes de la Organización. México. Alfaomega.
- MORIN, Edgar. (1984) Ciencia con Consciencia. Anthropos. Barcelona.
- OMELIANOVSKY y otros. (1981) La Dialéctica y los métodos científicos generales de la investigación. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana.
- PARSONS. T. (1951) The Social System. New York. Free Press.
- ROSENTAL y IUDIN. (1997) Diccionario Filosófico. Gráficas Modernas. Bogotá.
- ROZO GAUTA, José. (2003) Sistémica y pensamiento complejo. I Paradigmas, sistemas, complejidad. Biogénesis.