



LA VISIÓN UNIFICADORA
DE LA CIENCIA [^]

Víctor Javier Lara Baquero ^{^^}

S

Introducción

e parte de la hipótesis que todo conocimiento, cualquiera que sea, supone un espíritu cognoscente, cuyas posibilidades y límites son las del cerebro humano, y cuyo soporte lógico, lingüístico y de información procede de una cultura, por tanto, de una sociedad (Morin, 1986)

Por otro lado, la ausencia de un punto de vista objetivo hace surgir la presencia del punto de vista subjetivo en toda visión del mundo; y nos vemos obligados a examinar al sujeto, a volver sobre el observador / conceptuador / investigador, no desde una posición suprema, sino como elemento componente de un sistema, escondido en él, y sobre lo que está escondido detrás de él. y debemos plantearnos la pregunta inevitable que el autor hace: ¿desde dónde observamos?, ¿cómo concebimos e interpretamos el mundo?

Podemos partir de decir que somos seres biológicamente organizados, que disponemos de un aparato cerebral muy útil para considerar nuestro entorno local y global, pero que podemos concebir muy difícilmente lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande; somos seres culturales y sociales que hemos desarrollado una actividad de conocimiento llamada ciencia y son los desarrollos, progresos y crisis a la vez, de esta ciencia los que nos arrastran hoy a cambiar de universo, pero también, a cambiar de ciencia (Morin, 1986)

Si bien la ciencia reduccionista se fundó bajo el signo de la objetividad, es decir, de un universo constituido por objetos aislados, en un espacio neutro, sometidos a leyes universales; visión que manifestaba que el objeto existe como tal, sin que el observador / conceptuador / investigador participe en su construcción con las estructuras

[^] Síntesis de fundamentación teórica del proyecto de práctica Pedagógica y Didáctica III. 2001

^{^^} Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.

de su entendimiento y las categorías de su cultura; relegando la noción científica a la tarea de descubrir al objeto y a las leyes que lo rigen, bajo el supuesto de que el objeto es como es y no de otra forma; estableciendo en este orden de ideas que la descripción de todo objeto fenoménico sea comprendida en sus causalidades y propiedades, por lo que es necesario descomponer el objeto en sus elementos simples; entonces, explicar desde esta visión, es descubrir los elementos simples y las reglas simples a partir de las cuales se operan las relaciones entre los elementos que componen al objeto. Este paradigma tuvo éxito para la explicación de los fenómenos del mundo físico, pero no se extendió satisfactoriamente a la explicación de fenómenos en el campo biológico, conductual y social; por lo que se hace necesario estructurar un marco de referencia que no limite al conocimiento, a la ubicación del objeto en el espacio (posición, velocidad); a sus propiedades físicas (masa, energía) y químicas; y a las leyes generales que actúan sobre él (Morin, 1986).

Se hace necesario ~ estructurar un punto de vista que aborde circunstancias como: organización, mantenimiento, regulación y otros procesos biológicos que son característicos de los sistemas vivientes; y que dé cabida al estudio de aquellos fenómenos que reclaman ser tratados "*holísticamente*", en razón de que la existencia de totalidades irreductibles niega la posibilidad de descomponer en partes y componentes.

Un marco de referencia que atienda estas solicitudes es anunciado desde la concepción de sistema, por lo que se pretende esbozar una breve descripción de lo que expone este enfoque, el cual tiene la intención de situar el discurso desde sistema, tomando distancia de la concepción de objeto; y reconociendo los atributos que el observador le otorga a la dinámica que genera el sistema.

En ciencia no se acostumbra abordar de entrada

Aproximación a un marco de referencia para la concepción de sistema

las grandes cuestiones, sino que parte de algún problema pequeño e intrigante, y se descubre que ha habido, y hay, mucha gente que ha aportado piezas importantes al rompecabezas,



cuando estas empiezan a componer un cuadro general, se empieza a entusiasmar (Goodwing, 1998)

Así, para comenzar a abordar la concepción de sistema es conveniente aludir a un marco conceptual desde el cual se pudiese aproximar a la estructuración del concepto de sistema, y qué marco sería más pertinente que la misma Teoría General de Sistema, la cual se remonta, posiblemente, a los orígenes de la ciencia y la filosofía. Para el propósito, será suficiente situar el año de inicio en 1954, cuando se organizó la Society for the Advancement General Systems Theory (Sociedad para el avance de la teoría general de sistema.); esta publicó en 1956, su libro, *Sistemas Generales*, en el artículo principal del volumen 1 de *Sistemas Generales*; Ludwing Von Bertalanffy presentó los propósitos de esta nueva disciplina: (Bertalanffy, 1987)

- ◇ Existe una tendencia general hacia la integración en las diferentes ciencias de la naturaleza y las ciencias humanas.
- ◇ Tal integración parece centrarse en una teoría general de sistema.
- ◇ Tal teoría puede ser un medio importante para llegar a los campos no físicos de la ciencia.
- ◇ Desarrollando principios unificados que van "verticalmente" a través de los universos de las ciencias particulares, esta teoría nos acerca al objetivo de la unidad de la ciencia.

Aunque, por conveniencia, se ha seleccionado como punto de inicio de la teoría general de sistema (TGS) el año de 1954, con el fin de dar una descripción del desarrollo histórico de ésta, a partir de esa fecha, se deben tener presentes tres puntos, Primero. como el mismo Bertalanffy anotó, la teoría de sistema no es "una moda efímera o una técnica reciente; la noción de sistema es tan antigua como la filosofía europea y puede remontarse al pensamiento aristotélico", Segundo, algunas ideas de la teoría general de sistema pueden observarse en tiempos no tan recientes; al filósofo alemán George Wilhelm Friedrich Hegel, se le atribuyen 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.*

Tercero, durante la década de 1930 se escucharon muchas voces que demandaban una *nueva lógica* que abarcara los sistemas tanto vivientes como los no vivientes. Las ideas fundamentales de Bertalanffy se publicaron en esa época y se presentaron en varias conferencias; estos escritos formalizaron el pensamiento de esa época, el cual aclaraba que los sistemas vivientes no debían considerarse cerrados, ya que de hecho, eran sistemas abiertos y que al realizar un cambio de los niveles físicos al biológico, social y cultural de la organización, se encuentra que en ciertas etapas de la complejidad de las interrelaciones de los componentes, puede desarrollarse un nuevo nivel emergente de organización con nuevas características (Van Gigh, 1.987).

Las justificaciones para buscar una teoría cuyos principios, según las palabras de Bertalanffy, "sean válidos para los sistemas en general" son:

1. La existencia de principios isomorfos o similares que gobiernan la acción de colectividades en muchos campos: debido a que estos principios son comunes a diferentes niveles de organización y pueden ser legítimamente transferidos de un nivel a otro, es legal buscar una teoría que explique estas correspondencias y las exprese mediante leyes especiales.

2. La necesidad de una nueva ciencia, que fuera exitosa en el desarrollo de la teoría de la complejidad organizada, en contraste con la ciencia clásica que se limitó a la teoría de la complejidad no organizada o desorganizada. Los teóricos de la teoría general de sistema proponen que la complejidad no puede "simplificarse", "reducirse" o "analizarse", Las interacciones no pueden hacerse a un lado, considerarse lineales, insignificantes, y descuidarlas. Como lo notó Ashby: "la complejidad debe aceptarse como una propiedad no ignorable", La teoría general de sistema se esfuerza por encontrar estrategias científicas por las cuales, "se dejan intactas las interacciones



internas y se estudia el sistema como un todo".

3. La ciencia newtoniana se refirió al universo como un mecanismo gigantesco que obedecía a elegantes leyes determinísticas del movimiento. Comprender esto significa desintegrar conjuntos complejos de eventos en sus componentes elementales. A principios del siglo XX se vio cómo decaía este enfoque mecánico de la ciencia, al no poder tratar más y más complejidades mediante este método. El método de "análisis o desintegrante" se volvió ineficaz para competir con la complejidad del estudio del hombre: Su cuerpo, sus interacciones, organización social, sistemas económicos, el medio...

4. Por otra parte, en ese entonces las formulaciones convencionales de la física eran inadecuadas para tratar sistemas vivientes como sistemas abiertos, no podían tomar en cuenta las leyes entrópicas que indicaban "disipación", "degradación" y "evolución", en los organismos vivientes.

5. Había la esperanza de que un "concepto unitario del mundo y de la ciencia" pudiera basarse, no sobre la expectativa posiblemente inútil y ciertamente forzada para reducir finalmente todos los niveles de la realidad al de la física, sino más bien en la isomorfia de las leyes de diferentes campos.

En el suscito desarrollo expuesto hasta el momento se ha denotado al respecto de Teoría General de Sistema, apartándose de la literatura tocante que la titula Teoría general de sistemas. Se debe referir a teoría general de sistema y no a teoría general de sistemas, señala Laszlo (Laszlo 1975). "El plural debe aplicarse a teoría, y no sólo a sistema, ya que podremos concebir muchas teorías en el campo. Por otro lado, no hay cosa tal como un sistema general y entidades llamadas sistemas generales". Van Gigh resalta la costumbre de "asociar el adjetivo general con sistema en la forma de sistema general y sistemas generales, en vez de asociar general con teoría como en teoría general o teoría general de sistema. De acuerdo con Laszlo, esta confusión semántica surgió originalmente como resultado de una traducción de los trabajos originales del alemán Von Bertalanffy, en los cuales se refirió a una teoría aplicable en diferentes ciencias y no, como parece implicar erróneamente la versión en

inglés, a una teoría de una entidad llamada sistemas generales. El tratado fundamental de Von Bertalanffy se tituló correctamente teoría general de sistema, en singular. Por lo que en el desarrollo que se pretende presentar en este documento se referirá a teoría general de sistema.

Es de importancia tener claridad en que la teoría general de sistema no solo se originó a partir de un grupo de pensadores. En su comienzo estuvieron presentes varias corrientes. En la década de 1930 se desarrollaron conceptos ligados a sistemas abiertos, concurrentemente en la termodinámica y en la biología, Bertalanffy introdujo en 1940 la *equifinalidad* de este tema, término que posteriormente se explicará. En 1949 Brillouin describió el contraste entre la naturaleza inanimada y la viviente. Hacia la década de 1950 se hicieron evidentes los ejemplos de sistemas abiertos tanto en la ecología, como en los sistemas neurológicos, y la filosofía; en las publicaciones de Whitacker, Krech y Bently, respectivamente (Whitacker. R 1987)

La teoría general de sistema es el resultado de otras contribuciones fundamentales, como las siguientes:

Koelher (1928), estructura los primeros intentos para expresar la manera como las propiedades de los sistemas regulan la conducta de los componentes y, de ahí, la conducta de los sistemas.

Redfield (1942), en su tratado de unificación pone de manifiesto la continuidad, la gran variedad y complejidad de los eventos de transición que unen los niveles biológicos y socioculturales.

Jahn Van Neumann (1948), quien desarrolló una teoría general de autómatas y delineó los fundamentos de la inteligencia artificial.

C. E. Shannon (1.948), Propone y desarrolla la Teoría de la información, en la que desarrolló el concepto de cantidad de información alrededor de la Teoría de las comunicaciones.

Norberl Wiener (1948), Cibernética, en el que relaciona entre sí los conceptos de entropía, desorden, cantidad de información e incertidumbre, y acentúa su importancia en el contexto de los sistemas.



Singer y Sommerhoff (1.950), antes que Redfield, también fueron considerados teóricos de sistemas, que vivieron antes de que la teoría general de sistema madurara como una disciplina independiente.

Ross Ashby (1.956), quien desarrolló posteriormente los conceptos de cibernética, autorregulación y autodirección, alrededor de las ideas que habían sido concebidas originalmente por Wiener y Shannon. Ashby acredita a Sommerhoff el descubrimiento de «cómo representar exactamente lo que se quiere decir mediante coordinación e integración y buena organización».

La aplicación de la TGS puede llamarse correctamente Teoría General de Sistema Aplicada. Los administradores, oficiales públicos, estadistas y hombres y mujeres que poseen un puesto de responsabilidad en los negocios, industria, educación y gobierno, encuentran cada vez más difícil decidir sobre los cursos de acción para que sus problemas alcancen una acertada solución. Dichas personas se ven afligidas por posiciones que los urgen para que vean todos los aspectos del problema y al mismo tiempo incorporen sus opiniones en la delineación final del sistema en cuestión. No importa cuán pequeño sea el impacto que una decisión produce en uno o varios sistemas, el sistema total se perturba (Van Gigh, 1987.)

Uno de los objetivos del enfoque de sistema, y de la teoría general de sistema, de la cual se deriva, es buscar similitudes de propiedades, así como fenómenos comunes que ocurren en sistemas de diferentes disciplinas. Al hacerlo así, se busca aumentar el nivel de generalidad de las leyes que se aplican a campos estrechos de experimentación. Las generalizaciones (Isomorfismos, en la jerga de la teoría general de sistema), de la clase que se piensan van más allá de simples analogías. El enfoque de sistema busca generalizaciones que se refieran a la forma en que están organizados los sistemas, al mecanismo por el cual los sistemas reciben, almacenan, procesan y recuperan información, y a la forma en que actúan, responden, se adaptan y evolucionan.

Concepción de sistema

Llegado a este punto de desarrollo, es importante comenzar a puntualizar el concepto de sistema.

Como de costumbre, señala Van Gigh, se nos vienen a la mente una variedad de definiciones de sistema, y probablemente todas son válidas, por lo tanto se puntualizará lo que en este documento se quiere dar a entender por sistema.

Se inicia por exponer que un sistema es un conjunto de elementos relacionados. Donde la noción de conjunto es enriquecida desde la teoría matemática de conjuntos como: "una agrupación, clase o colección de elementos denominados elementos del conjunto", de donde se puede decir, que un sistema es una agrupación, clase o colección de elementos relacionados.

También existe la siguiente caracterización de sistema: "Es una unión de partes o componentes, conectados en una forma organizada". "Las partes se afectan por estar en el sistema y éste cambia si estas lo dejan". "La unión de partes tiene una conducta dinámica" o mejor, son dinámicas las relaciones e interacciones entre las partes. Además "Un sistema puede existir como un agregado natural de partes componentes encontradas en la naturaleza, o éste puede ser un agregado inventado por el hombre" (Van Gigh, 1987).

Los elementos por su parte, son los componentes de cada sistema, los elementos de un sistema pueden ser *conceptos*, en cuyo caso se está tratando de un sistema conceptual. Un lenguaje es un ejemplo de sistema conceptual. Los elementos de un sistema pueden ser objetos, como por ejemplo la máquina de escribir compuesta por varias partes. Los elementos del sistema pueden ser sujetos, como los de un equipo de fútbol. Finalmente, un sistema puede estructurarse por conceptos, objetos y sujetos, como en un sistema hombre- máquina, que comprende las tres clases de elementos; por tanto, el concepto de sistema sigue complementándose al proponer que un sistema es un agregado de entidades, vivientes o no vivientes o ambas. Los elementos de un sistema pueden a su vez ser sistemas por derecho propio, es decir, subsistemas (Van Gigh, 1987).

En otro caso se puede pensar en un sistema, el cual comprende otros sistemas y que se llama sistema total; esta concepción puede ser mejor abordada desde el concepto de niveles de sistemas, el cual se utiliza para indicar que los sistemas están enclavados en otro sistema.



Más establecer la identificación de los sistemas, los subsistemas y el sistema total involucra definir los límites de cada uno, es decir, delimitarlos; tal delimitación puede incurrir en una fragmentación del sistema total y de los diferentes sistemas que lo componen, por lo que Van Gigh plantea que, lo que debe hacerse es empujar los límites de cada sistema a fin de considerar el fenómeno presente, a nivel del sistema total.

Concebido en esta forma, el sistema, (advírtase que está en singular, con lo cual denota también sistema total) se define como el entorno de los diferentes sistemas que lo componen.

Por lo tanto, el sistema total comprende todos los sistemas que se considera afectan o se ven afectados por el objeto de nuestro estudio. Es necesario dar claridad a que los atributos que se le otorgan a los sistemas emergen de la interacción entre el observador y el sistema, más cada sistema configura su propia dinámica independientemente del observador.

Por lo que es necesario comenzar a exponer lo que se entiende por sistema, y cómo éste, se da en la multidiversidad del universo de nuestra observación.

La pregunta de qué va definirse e interpretarse como sistema no tiene respuesta trivial u obvia; la pretensión radica en que se llegue a estar de acuerdo en que una galaxia, un perro, una célula y un átomo son sistemas. ¿Pero en qué sentido y en relación con qué se puede con respecto a un animal o una sociedad humana, la personalidad, el lenguaje, las matemáticas y así sucesivamente, hablar de sistema?

Se podría comenzar por distinguir, en primer lugar, los sistemas reales, esto es, entidades percibidas mediante la observación o inferidas de ésta, y con una existencia independiente del observador (Bertalanffy; Ashby, 1978); por otra parte, hay que considerar los sistemas conceptuales, tales como las matemáticas y la lógica, que son en esencia construcciones simbólicas; esta última categoría contiene, como subclase, a los sistemas abstraídos (la ciencia), es decir, sistemas conceptuales que corresponden a una realidad; sin embargo, esta distinción no puede estar al margen de toda interpretación filosófica, que

llevaría al terreno del realismo metafísico, idealismo, fenomenalismo, discusión que está fuera del marco de este documento, más se considerará como parte de los sistemas abstractos a los objetos o cosas, entendidas como las entidades a las que se llega por medio de la percepción en simultaneidad con la razón y la interpretación, y son discretas en el espacio y en el tiempo.

Se debe tener presente que la percepción no es guía digna de confianza, de aquí que un objeto, un sujeto, y en particular un sistema, es sólo definible por las interacciones entre los elementos componentes, donde las interacciones no se ven o perciben directamente; son construcciones conceptuales, desde las cuales se atribuye la propiedad de la dinámica que genera el sistema.

Al seguir ampliando el concepto; se encontraría, como expuso Afcock, que un sistema abstracto es aquel en el que todos sus elementos son conceptos y un sistema concreto es aquel en el que por lo menos dos de sus elementos son objetos. (Afcock 1987), Van Gigh, agrega, que en un sistema concreto, los elementos pueden ser objetos o sujetos, o ambos. Lo cual no le quita generalidad a las definiciones de Ackoff; conllevando con esto a proponer que todos los sistemas abstractos son sistemas no vivientes, en tanto que los concretos pueden ser vivientes o no (Van Gigh, 1987)

El referirse a sistemas vivientes o no vivientes lleva a cuestionar qué pertenece y qué no pertenece al sistema viviente; para evitar entrar en esta discusión, se establece que los sistemas que están dotados de funciones biológicas como son el nacimiento, la muerte y la reproducción pertenecen al sistema viviente. En ocasiones, términos como nacimiento y muerte, se usan para describir procesos que parecen vivientes de sistemas no vivientes, sin vida, en el sentido biológico como se encuentra necesariamente implicado en células de plantas y animales (Van Gigh, 1987), y los sistemas que no presentan estas funciones biológicas pertenecen al sistema no viviente.

Un atributo que emerge de la anterior distinción se centra en establecer si el sistema, sea viviente o no, establece y mantiene una relación e interacción con su entorno lo cual lo convierte en un sistema abierto; o, sí no existe ningún tipo de



interacción con su entorno lo cual lo configura como un sistema cerrado.

Así, un sistema cerrado es un sistema que no tiene entorno es decir, no hay sistemas externos con los cuales interactúe; que lo violen, o a través del cual ningún sistema externo será considerado (Van Gigh, 1987).

Un sistema abierto es aquel que posee entorno; es decir, posee otros sistemas con los cuales se relaciona, intercambia y se comunica.

La noción de sistema cerrado aquí expuesta, coincide más con el concepto de sistema aislado propuesto por la termodinámica, la cual plantea que un sistema aislado es aquel que no intercambia, ni se comunica con el entorno, por tanto, no hay flujo de materia ni energía entre el sistema y el entorno, es decir, el sistema no es perturbado ni modificado por el entorno; y solo las interacciones internas del sistema son objeto de estudio (Laidler, 1999).

Al hacer la similitud del concepto de sistema aislado propuesto por la termodinámica, con el concepto de sistema cerrado que expone la teoría general de sistema, se afirma que los sistemas cerrados se mueven a un estado estático de equilibrio que es únicamente dependiente de las condiciones iniciales del sistema; si cambian las condiciones iniciales, cambiará el estado estable final. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, el sistema se moverá en dirección a la entropía máxima, esta ley enuncia que la entropía se puede considerar como una medida de lo próximo o no que se halla un sistema al equilibrio; también se puede considerar como una medida del desorden (espacial y térmico) del sistema; Igualmente afirma que la entropía de un sistema aislado nunca puede decrecer, por tanto, cuando un sistema aislado alcanza una configuración de máxima entropía, ya no puede experimentar cambios: ha alcanzado el equilibrio.

En el caso de los sistemas abiertos, puede lograrse el mismo estado final a partir de diferentes condiciones iniciales, debido a las diferentes interacciones con el entorno. A esta propiedad se le da el nombre de equifinalidad. (Van Gigh, 1987).

Los sistemas vivos por medio de un mecanismo de realimentación, tenderán hacia estados de equilibrio, que no dependen únicamente de las condiciones iniciales. sino más bien de las limitaciones impuestas al sistema.

Conclusiones

El ocurrir de la vida se da a través de sistemas; el hombre le atribuye a la dinámica propia de cada sistema una cualidad o propiedad con el fin de proporcionar alguna apariencia de orden al universo de sus observaciones.

Al darle un vistazo rápido a esos sistemas, se puede interpretar que comparten una propiedad que emerge de las interacciones entre sus partes componentes; a esa propiedad se ha denominado complejidad.

Muchos de los problemas que se presentan en la actualidad en el sistema de la sociedad se derivan de la incapacidad de los administradores, planificadores y todas aquellas personas que tienen puestos de decisión dentro de las estructuras que componen el sistema de la sociedad, para entender que la organización social, un determinado orden del sistema de la sociedad, está organizada alrededor de instituciones de toda clase; estas instituciones son sistemas, y, a la vez, subsistemas del sistema de la sociedad; además estas instituciones interactúan y se relacionan a través de propiedades que exponen una multiplicidad de posibilidades más allá de las que puede posibilitar una institución en particular.

Posibilidades, que al no ser diseñadas dentro de un proceso consciente hacia la búsqueda de unas metas predeterminadas, pueden amenazar las condiciones mínimas de vida que los hombres requieren para desarrollarse, formarse, y construir sus propios proyectos de vida.

Así, el sistema educativo presenta la ambivalencia de manifestarse como un sistema cerrado y, a la vez, como sistema abierto a la sociedad (López, 1998); cerrado por la noción fragmentada que las instituciones educativas, y la misma organización social exponen en las operaciones que ejecutan en su quehacer; y abierto, dado que cada acción de cambio que en el sistema de la sociedad opere, perturba al sistema educativo y viceversa.

La noción de sistema puede muy posiblemente ser, una segura probabilidad de unir las piezas fragmentadas del mundo, y un marco de referencia desde el cual, no se caiga en el lodazal de las pequeñas soluciones que solo abarcan una parte de las circunstancias resultantes de la interacción de las diferentes instituciones sociales; al considerar estas como sistemas que interactúan y se relacionan.

Las instituciones educativas, no pueden seguir ajenas a esta visión que muy posiblemente les ayude a desempeñar los propósitos para los cuales fueron creadas: responder al proyecto político que el Estado elabore con el fin de asegurar su organización social, y hacer al hombre partícipe y gestor de ese aseguramiento tanto en lo productivo como en lo adaptativo y evolutivo de esa determinada organización social; del mismo modo que le concierne posibilitar al hombre para la producción, adaptación y evolución en su individualidad.

BIBLIOGRAFÍA

AFCOCK, citado por VAN GIGHEH, *John P.*, Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.52

ASHBY W. R. Principles of the self -Organizing System, citado por VAN GIGHEH, *John P.* Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.67

BERTALANFFY; Ashby; Weinberg; y otros. 1978. Tendencias de la teoría general de sistemas, Alianza Editorial, Madrid -España. .

FRIEDRICH HEGEL, George Wilhelm. (1770 - 1831), citado por VAN GIGHEH, *John P.* Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.66

KOELHER, W. Closed and Open System, citado por VAN GIGHEH, *John P.* Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987.

LAIDLER. Miller. Físicoquímica. 1999.

LASZLO, E. 1975. Los significados y los significantes de la teoría general de sistemas. Ciencia de comportamiento. No. 11

LÓPEZ, RUPÉREZ F. 1997. Complejidad y Educación. Ministerio de Educación y Cultura. Revista española de pedagogía. Vol. 55, N°. 206.

MORÍN, E. 1986 La naturaleza de la naturaleza. Ediciones Cátedra S. A.

REDFIELD, Robert. Levels of Integration in Biological and Social System, citado por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.69

SHANOON, C. E. The Mathematical Theory of Communication, citado por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.68

SINGER, E. A. Mechanism, Vitalism, Naturalism; SOMMERHOFF G. Analytical Biology, citado por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987, p.67

Teoría de conjuntos. Enciclopedia Micro- Encarta~ 2001. @ 1993- 2000 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

VAN GIGHEH, J. P. 1987. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, .

VON NEUMANN, John. The General and Logical theory of Automata, citado por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, 1987

WHIT ACKER, R. H. A Consideration of Climax Theory; KRECH, R. Dynamic System as Open Neurological Systems; BENTLEY A. F. Kenetic Inquiry; citados por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987

WIENER, Norbert. Cybernetics, citado por VAN GIGHEH, John P. Teoría General de Sistemas. Trillas. Colombia, junio 1987,