

Notas sobre la teoría general de sistemas

Amparo GARCÍA CUADRADO

Prof. titular de la EUBD. Universidad de Murcia

La gran vigencia que en la actualidad tiene la Teoría de Sistemas como método científico nos lleva a plantearnos cuál ha sido su origen y su desarrollo, así como las dificultades terminológicas que ella conlleva.

A partir de la Teoría General, el universo observado y por tanto los diversos campos científicos no constituyen sectores de saber aislados, sino que todas las ciencias pueden ser consideradas un gran sistema universal de conocimiento donde se dan interdependencias y relaciones. Por ello, la T.G.S. postula, como expondremos más adelante, la necesaria comunicación entre los especialistas de los diferentes campos, de manera que si analizamos, por ejemplo el caso de la Ciencia de la Documentación, disciplina eminentemente interdisciplinaria, observamos como en una de las parcelas de trabajo más interesantes, la referente a la planificación de sistemas de información, es absolutamente imprescindible la puesta en común de conocimientos diversos. «Algunos campos, como la dirección, el comportamiento de las organizaciones, la ingeniería industrial, la informática, la ingeniería eléctrica, las comunicaciones, la psicología y otros, tienen que hacer importantes contribuciones para realizar el estudio y diseño de los sistemas de información»¹.

Así, los sistemas de información, medios a través de los cuales la Documentación intenta alcanzar su objetivo, son inseparables de esta Teoría. Como bien ha expresado Lucas, el análisis y diseño de sistemas de información resulta inseparable de este antecedente conceptual que señala la importancia de examinar cada una de las partes del sistema.

¹ LUCAS, H.C.: *Sistemas de información. Análisis y diseño. Puesta a punto*. Madrid: Paraninfo, 1987, p.18.

Junto a ello, este modelo o propuesta metodológica resulta enormemente fructífera para abordar cada una de las ciencias en sí mismas como sistemas. A modo de ejemplo podemos señalar como el mundo del Derecho es un vasto sistema que abarca, tanto la legislación general de cada rama del derecho: el civil, el penal, el procesal, el administrativo, etc., como el cumplimiento o no de esa legislación, y en consecuencia los órganos jurisdiccionales, y los órganos ejecutivos y de construcción, etc. Por consiguiente el mundo del Derecho es un gran sistema, con muchos subsistemas, tantos como aconseje la misma complejidad de los hechos jurídicos, y de las ciencias que ellos tratan.

Por todo ello parece conveniente examinar esta Teoría General, su origen y desarrollo.

Antes de adentrarnos en el estudio y exposición de esta Teoría conviene establecer qué entendemos por sistema, ya que el sistema constituye el concepto sobre el cual gira esta Teoría General.

En sentido amplio, el *sistema* puede ser concebido como un conjunto de elementos interrelacionados e interactivos. No se trata pues, de un mero conjunto de elementos, que no contengan más que la simple suma de los mismos; conjunto para el cual es válido el principio de que «el todo no contiene más que la suma de sus partes». El sistema es algo más, puesto que a la suma de sus elementos añade:

- a) las mutuas relaciones que los ligan entre sí, y
- b) las acciones y reacciones mutuas de unos elementos sobre otros.

Por eso, para el sistema, vale más bien el principio aristotélico de que «el todo es más que la simple suma de sus partes».

Un sistema es, por ejemplo, el conjunto de los planetas que giran alrededor del Sol juntamente con el Sol mismo. El Sol y los planetas que lo circundan no están simplemente sumados, sino ordenados, con relaciones fijas de distancia de cada uno de los planetas respecto del Sol, dentro de los límites de las distintas órbitas, y además impulsados por movimientos de rotación y traslación, que son también fijos, y de los que resultan otros fenómenos, como son, por referirnos sólo a la tierra, el día y la noche y las cuatro estaciones del año. Por eso sería absurdo o completamente inexacto, el afirmar que el sistema solar se reduce a la suma de la estrella llamada Sol y los planetas denominados Mercurio, Venus, Tierra, Marte, etc. Es verdad que tal suma se da en nuestro sistema planetario, pero no sólo eso, sino bastante más. Retengamos pues, estas dos notas propias de los sistemas, y que los distinguen de los meros conjuntos: la interrelación de sus miembros y la interacción de los mismos.

Para aclarar más el concepto de sistema convendría establecer las diferencias entre el *sistema* y la *estructura*. En los últimos años ha estado muy de moda hablar de estructuras, hasta el punto de dar lugar a una corriente de pensamiento que se conoce con el nombre de *estructuralismo*. También la estructura es un conjunto de elementos enlazados y relacionados entre

sí. Pero no es esencial a la estructura el que sus elementos actúen los unos sobre los otros. Y si bien es cierto que a veces se ha hablado de estructuras dinámicas contraponiéndolas a las estáticas, el papel que fundamentalmente se ha asignado a las estructuras es, más bien el de conformaciones estables, permanentes, o sea, el de esquemas fijos que se mantienen con independencia de los propios elementos, que pueden variar o ser sustituidos por otros. Por ello, las estructuras tienen más bien, carácter estático. En cambio, los sistemas parecen reclamar la interacción, o al menos, la interdeterminación entre sus miembros.

Un sistema, por tanto, consiste en lo siguiente²:

- a) unos elementos que lo componen, que están integrados en el sistema, y que cada uno de ellos posee determinadas propiedades;
- b) una interrelación entre los elementos;
- c) un todo, el sistema, que es distinto de la simple adición o suma de los elementos, y cuyas propiedades son propias del sistema, no de los elementos componentes;
- d) una subordinación de todos los elementos al todo organizado que es el sistema, (e incluso una jerarquización de los elementos entre sí pues hay unos elementos más importantes que otros).

Vista ya la noción de sistema y las notas que lo caracterizan, pasamos a enfrentarnos con la Teoría que nos ocupa, pero lo haremos de una manera sucinta y de modo que resulte fácilmente comprensible. Para ello abordamos en primer lugar los antecedentes de la misma.

ANTECEDENTES DE LA TEORÍA

La idea de considerar las distintas partes que conforman el universo como entidades aisladas en interacción, no es un descubrimiento contemporáneo.

E. Currás señala como ya en el año 2.500 a.C. en el ámbito de la Cultura China se dieron ciertos principios que entrañaban nociones relacionadas con el tema que nos ocupa, como es el caso del principio de que «el todo es mayor que cada una de las partes que lo componen»; como es lógico este principio lleva al estudio de cada una de esas partes que constituyen el todo.

En el mundo griego, la filosofía presocrática, también postulará teorías relacionadas con la cuestión, sin embargo debemos esperar a la época de Platón y Aristóteles para descubrir como estas ideas adquieren carta de naturaleza apareciendo por primera vez el término *sistema*³.

² GONZALEZ NAVARRO, F. La teoría General de Sistemas como matriz disciplinar y como método jurídico. *Persona y Derecho*, 21, 1989, p.114.

³ CURRAS, E.: *La información en sus nuevos aspectos: Ciencias de la Documentación*. Madrid: Paraninfo, 1988, p. 141.

En efecto, Aristóteles ya plantea la máxima de que «el todo es más que la simple suma de sus partes». Para Bertalanffy la frase aristotélica es todavía válida como expresión del problema básico de los sistemas ⁴. La filosofía clásica abordará cuestiones relacionadas con la noción de sistema y así nos encontramos con el concepto de *orden*. Este supone un conjunto de cosas o elementos relacionados entre sí, pero con especial referencia a uno primero, dentro del conjunto o sistema, que se relaciona con todos los demás y los demás con él. Es verdad que también los elementos secundarios se relacionan entre sí, pero lo hacen por el hecho de relacionarse todos ellos con el elemento primario con el principio de ese orden. Para los clásicos, pues, todo orden se funda en un principio, y por ello distinguían varias clases de orden, correspondientes a los varios principios ordenadores ⁵.

Como se ve, la filosofía griega aporta una serie de consideraciones en torno a los sistemas que serán reconocidas por el propio Bertalanffy al afirmar que nociones relativas a la idea de sistema estaban ya latentes en los pensadores clásicos.

Antecedentes de la Teoría los encontramos también durante la Edad Media. Avanzando en el tiempo, el desarrollo de la filosofía sistémica recibió un auge considerable durante la Edad Moderna con nombres como Kant y Hegel ⁶.

Pero centrándonos más concretamente en el desarrollo de la T.G.S. hemos de situarnos a mediados del siglo XIX. En esta época se produce un movimiento filosófico-científico que trata de poner remedio a la unilateralidad de los métodos de investigación científica. La Ciencia, sin más, se había identificado con la Física, hasta el punto que las ciencias no naturales, a saber, las ciencias culturales, sociales o humanas, o se acercaban en sus métodos a las investigaciones físico-matemáticas, o no eran consideradas como verdaderas ciencias.

A esta tendencia opuso Dilthey una tenaz resistencia. No todas las ciencias podían ser tratadas con los mismos métodos. Los métodos físico-matemáticos habían manifestado su eficacia para el cultivo de las ciencias naturales, llegando a desarrollos y descubrimientos admirables; pero a la par, se habían revelado inadecuados para el cultivo de otro tipo de ciencias que tienen por objeto las obras del hombre. Dilthey las llamó *ciencias del espí-*

⁴ BERTALANFFY, L.von.: Historia y situación de la Teoría General de los Sistemas. En *Tendencias en la Teoría General de los Sistemas*. Selección y prólogo de George J. Klir. 3ª reimp. Madrid: Alianza Universidad, 1987. p.29.

⁵ Por lo demás, esos principios ordenadores no eran más que las cuatro causas, a saber, la eficiente y la final que son causas extrínsecas, y la formal y la material, que son intrínsecas. Y de ello resultaban cuatro órdenes: el etiológico, basado en la causalidad eficiente, el teleológico, basado en la causalidad final, el lógico, basado en la causalidad formal, y el holológico, basado en la causalidad material.

⁶ CURRAS, E.: Op. cit. p. 141.

ritu y consideró que constituían la otra parte del *globus intellectualis*, radicalmente distinta a la parte que formaban las *ciencias de la naturaleza*. Esta idea, apuntada ya en su *Introducción a las Ciencias del Espíritu* (publicada en 1883), tendría que haberse desarrollado ampliamente en una segunda parte de esa obra que habría llevado por título «Fundamentación gnoseológica de las ciencias del espíritu». Pero este segundo trabajo no llegó nunca a publicarse. En cambio Dilthey fue desarrollando sus ideas en otros muchos libros, y principalmente en el que lleva por título *Construcción del mundo histórico en las Ciencias del Espíritu* (1905). Este autor describió detalladamente lo que hace de estas ciencias (como la historia, sociología, derecho, economía, etc.) un tipo de saber distinto de las ciencias naturales, y exige, por tanto, para ellas un nuevo método.

En resumen, según Dilthey, las *ciencias naturales* buscan la explicación de los hechos que investigan, pero las *ciencias culturales* buscan la comprensión de los hechos sobre que versan⁷.

Pero más adelante se vió que incluso para ciencias incluidas dentro de las llamadas naturales, como es el caso de la biología, y más aún de la psicología, no resultaban tampoco apropiados los estrictos métodos físico-matemáticos, pues éstos prescinden enteramente de la finalidad, mientras que ni la biología, ni menos la psicología, pueden prescindir del carácter directivo o finalístico de sus objetos. Así, se fue preparando el terreno para la aparición de las teorías organicistas y, finalmente, la Teoría General de los Sistemas.

LUDWIG VON BERTALANFFY

El autor que puso los fundamentos y los desarrollos iniciales de la Teoría General de Sistemas, fue precisamente L. von Bertalanffy (1901-1972). Nacido en Viena, fue profesor de Biología en la Universidad de esta ciudad hasta que, en el año 1949 se traslada a Canadá y posteriormente a Estados Unidos donde gozará de un gran prestigio hasta su muerte.

Los motivos que le llevaron a desarrollar su famosa Teoría fueron, en principio, los mismos que habían conducido a la diversificación de los métodos especializados para cada una de las ramas del saber; pero con una idea nueva o pretendidamente nueva, en todo este asunto, a saber, que se mantienen siempre ciertas analogías, o mejor, paralelismos y correspondencias, entre los problemas que cada ciencia plantea y los métodos adecuados para resolver esos problemas.

Dicho de otra manera: tras defender la diversidad de métodos para la diversidad de saberes, era necesario dar un paso más y descubrir que no to-

⁷ Puede verse una buena exposición del pensamiento de Dilthey sobre el particular en la obra de A. López Moreno *Comprensión e interpretación en las Ciencias del Espíritu*. Murcia, 1990.

do es aquí diversidad, sino también hay algo de semejanza o analogía. Y no sólo eso, sino que en todos los saberes hay problemas parecidos, aunque no iguales, por lo cual las soluciones a esos problemas son también parecidas, pero no iguales. Pues bien, esa semejanza de problemas y esa semejanza de soluciones es lo que se quiere expresar con la T.G.S.

Vamos a ver a continuación algunos aspectos de esta Teoría General siguiendo la exposición del propio Bertalanffy.

a) Planteamiento general

La Ciencia moderna se encuentra hoy caracterizada por la especialización siempre creciente, debida a una inmensa proliferación de datos, la complejidad de las técnicas y de las estructuras teóricas dentro de cada campo. *Todo ello trae como resultado que la ciencia se encuentra escindida en numerosas disciplinas que a su vez y de manera constante generan nuevas subdisciplinas.*

Ante esta realidad, el hombre de ciencia, el físico, el psicólogo, el sociólogo, etc. están inmersos en sus universos privados y es difícil establecer relaciones entre ellos.

Frente a este aislamiento nos encontramos con que en la ciencia moderna se da un fenómeno curioso: han surgido problemas y concepciones similares en campos muy distintos, de manera independiente ⁸.

Para el autor, «este paralelismo de principios cognoscitivos generales en los diferentes campos es aún más impresionante cuando se tiene en cuenta que se dieron independientemente, sin que casi nunca interviniera nada de la labor e indagación en campos aparte» ⁹.

Esto sólo resulta explicable si consideramos que «existen modelos, principios y leyes aplicables a sistemas generalizados o a sus subclases, sin importar su género particular, la naturaleza de sus elementos componentes y las relaciones o fuerzas que imperen entre ellos». Parece pues necesaria la existencia de «una teoría no ya de sistemas de clase más o menos especial, sino de principios universales aplicables a los sistemas en general. De aquí, que adelantemos una nueva disciplina llamada Teoría general de los Sistemas» ¹⁰.

b) Dificultades de la Teoría

En un primer momento la T.G.S. fue recibida por el mundo científico con incredulidad y así, el mismo Bertalanffy nos dice que guardó las notas que sobre dicha teoría había presentado en 1937 en el Seminario filosófi-

⁸ BERTALANFFY, L. von.: *Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones*. 6ª reimp. México: Fondo de Cultura Económico, 1987, p. 30.

⁹ Idem., p.31.

¹⁰ Idem., p.32.

co de Charles Morris en la Universidad de Chicago y, no fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial, cuando aparecieron sus primeras publicaciones sobre el tema ¹¹.

Según nos sigue contando, durante esos años, se habían producido cambios sorprendentes en el clima intelectual y se habían puesto de moda la construcción de modelos y las generalizaciones abstractas. Por otra parte, un nutrido grupo de científicos estaban siguiendo líneas de pensamiento parecidas y habían llegado a conclusiones similares, partiendo de campos diversos y a través de trabajos independientes. Así, Kenneth Boulding escribía lo siguiente a Bertalanffy en 1953: «He llegado casi a sus mismas conclusiones, aunque en mi caso acercándome desde la economía y las ciencias sociales, en lugar de la biología; a saber, que hay un *corpus* de lo que yo he llamado «teoría empírica general», o de «teoría general de sistemas», si utilizamos su excelente terminología, que es aplicable con gran generalidad a un sinnúmero de disciplinas diversas» ¹².

Es decir, en palabras del propio autor, «...la Teoría General de Sistemas no estaba tan aislada, ni era una ideosincrasia personal en el grado que yo había creído, sino que correspondía a una tendencia del pensamiento moderno» ¹³.

Efectivamente, la Cibernética, la Teoría de la Información, que introdujo el concepto de información como magnitud medible y desarrolla los principios de su transmisión, la Teoría de los Juegos, la Teoría de la Decisión que analiza decisiones racionales dentro de las organizaciones, las matemáticas relacionales, el análisis factorial y «otros progresos novedosos estaban destinados a enfrentarse a las necesidades de la Teoría General de los Sistemas» ¹⁴.

Todo este ambiente intelectual propicio llevó a la constitución de la Sociedad para la investigación de Sistemas Generales, llamada inicialmente Sociedad para la Teoría general de los Sistemas. En 1954, dicha Sociedad estableció un programa de investigación en donde se dice que sus funciones principales son:

«(1) investigar la isomorfía que presenten conceptos, leyes y modelos en varios campos de estudio, y facilitar transferencias útiles entre un campo y otro; (2) impulsar el desarrollo de modelos teóricos adecuados en aquellas esferas donde falten; (3) minimizar la duplicación de esfuerzos en las diferentes disciplinas; (4) promover la unidad de las ciencias mejorando la comunicación entre especialistas» ¹⁵. Este programa sigue siendo aún hoy válido como programa de investigación para la T.G.S.

¹¹ Idem., p.94.

¹² Idem., p.13 y también en *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas. Estudios científico-filosóficos*. 2º reimp. Madrid: Alianza Universidad, 1986, p.142.

¹³ *Teoría General de los Sistemas*, op. cit., p.93.

¹⁴ Idem., p.93-94.

¹⁵ BARTALANFFY, L. von.: *Perspectivas en la Teoría General de los Sistemas...*, op. cit., p.142-143.

c) Metas

«... la Teoría general de los sistemas es una ciencia general de la «totalidad», concepto tenido hasta hace poco por vago, nebuloso y semimetafísico. En forma elaborada sería una disciplina lógico-matemática, puramente formal en sí misma pero aplicable a las varias ciencias empíricas. Para las ciencias que se ocupan de «todos organizados» tendría una significación análoga a la que disfrutó la teoría de la probabilidad para ciencias que se las ven con «acontecimientos aleatorios»; la probabilidad es también una disciplina matemática formal aplicable a campos de lo más diverso, como la termodinámica, la experimentación biológica y médica, la genética, las estadísticas para seguros de vida, etc.

Esto pone de manifiesto las metas principales de la teoría general de los sistemas:

(1) Hay una tendencia general hacia la integración de las varias ciencias, naturales y sociales.

(2) Tal integración parece girar entorno a una teoría general de los sistemas.

(3) Tal teoría podría ser un recurso importante para buscar una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia.

(4) Al elaborar principios unificadores que corren «verticalmente» por el universo de las ciencias, esta teoría nos acerca a la meta de la unidad de la ciencia.

(5) Esto puede conducir a una integración, que hace mucha falta, en la instrucción científica»¹⁶.

Resumiendo todo lo expuesto podemos extraer las siguientes enseñanzas de esta Teoría general:

a) En primer lugar, tenemos que en todas las ciencias existen sistemas.

b) En segundo lugar, que todos esos sistemas son semejantes o coincidentes en lo fundamental pero no son iguales. El descubrir esas semejanzas y ponderarlas ha sido sin duda el mérito principal de la Teoría.

c) En tercer lugar, tenemos que existen unos principios generales comunes a todos los sistemas. El estudio y consideración de tales principios hará posible la integración de las distintas ciencias y en definitiva un acercamiento a la meta de la unidad de la ciencia.

Para terminar con la exposición de la Teoría que nos ocupa recojamos aquí este juicio realizado por Robert Liliensfeld acerca de las aportaciones de L. von Bertalanffy: «La visión general de von Bertalanffy y sus pretensiones para una significación universal de la teoría de sistemas aparecen ya en sus primeros escritos, que son más bien repetitivos y de índole estática; muchos argumentos se repiten casi textualmente de un libro a otro, lo que

¹⁶ BERTALANFFY, L. von.: *Teoría General de los Sistemas...*, op. cit., p.37-38.

hace al menos que sus concepciones sean consistentes y fáciles de resumir (...) Von Bertalanffy aportó una filosofía programática basada en la biología; se contempló a sí mismo como el iniciador de una nueva e importante senda, aunque delegó en otros el desarrollo y aplicación de sus conceptos en actividades específicas (...)»¹⁷.

APLICACIONES Y DESARROLLOS DE LA T.G.S.

Los planteamientos de Bertalanffy pusieron de actualidad las teorías y los métodos sistémicos. Nombres como Ashby, Shannon, Weiner, Bergman, De Rosnay, Laszlo y otros fueron desarrollando sus diversos campos científicos desde un enfoque sistémico.

Bertalanffy fue consciente de que su propuesta tenía un carácter interdisciplinar y así señala que la T.G.S. es «un modo de ver cosas que antes se habían ignorado o pasado por alto. En este sentido es una máxima metodológica y como toda teoría científica ambiciosa, tiene que ver con los problemas perennes de la filosofía, a los que trata de dar sus propias respuestas»¹⁸.

En efecto, al asignar el término *general*, quiso poner de manifiesto la naturaleza interdisciplinar de la teoría que proponía: todas las ciencias podrían ser enfocadas con una perspectiva sistémica.

Pero además, la T.G.S. ha tenido múltiples desarrollos surgiendo la Teoría de Sistemas o Teoría de Sistemas Generales. La diferencia entre ambas es claramente perceptible si tenemos presente que, desde el punto de vista de la T.G.S., en todas las ciencias existen sistemas y estos sistemas son semejantes o coincidentes en lo fundamental pero no son iguales, sino que existen también discrepancias entre los diversos sistemas que es preciso tener en consideración. Por ello, nada tiene de extraño que la T.G.S. haya desembocado, como un complemento necesario de la misma en lo que hoy se denomina Teoría de Sistemas Generales.

Esta T.S. está interesada en categorizar modelos concretos de sistemas, o sea en identificar tipos de sistemas. Por ello el objeto inmediato de esta teoría es el estudio de la totalidad de cada tipo o modelo de sistema, su crecimiento, su diferenciación, su orden jerárquico, su control, sus interrelaciones, su mecánica, su evolución y su finalidad¹⁹.

Los especialistas en esta T.S. han trabajado en la evolución constante de la misma y no han desdeñado o no han descuidado ninguno de los aspectos de los sistemas estudiados, y que pueden ayudar a conocerlos y caracterizarlos lo más adecuadamente posible. Por eso dentro de esta T.S. hay que consi-

¹⁷ BARTALANFFY, L. von.: *Perspectivas en la Teoría General de Sistemas...* op. cit., p.49.

¹⁸ Idem., p. 154-155.

¹⁹ CURRAS, E.: *La información en sus nuevos...* op.cit., p.154.

derar como partes de la misma: una filosofía de sistemas, para estudiar los aspectos filosóficos que puedan descubrirse en ellos; una matemática de sistemas para expresar de modo conveniente las medidas y las correspondencias que en ellos se encuentran; una tecnología de sistemas, para considerar sus aspectos técnicos y su posible construcción; una dinámica de sistemas, un análisis y unos procesos de síntesis; la dialéctica sistémica, la invéntica, etc.

Tal como recoge Bertalanffy en uno de sus escritos, «la ciencia clásica en sus diversas disciplinas, la química, la biología, la psicología o las ciencias sociales, había intentado aislar las partes que componían los universos observados —compuestos químicos, enzimas, células, sensaciones elementales, individuos en libre competencia, etc.—, con la esperanza de que, al reconstruir conceptual o experimentalmente el todo o sistema —célula, mente, sociedad—, éste resultase inteligible. Hoy sabemos que para comprenderlos no sólo son necesarias sus partes, sino también las relaciones que conectan unas con otras y con el entorno: el interjuego de enzimas en la célula, los procesos conscientes o inconscientes de la personalidad, la estructura y la dinámica de los sistemas sociales, etc.»²⁰.

Si como vemos, en un principio se abordó el estudio de los sistemas como conjuntos de elementos interrelacionados entre sí y con el medio, había sin embargo, como señala E. Currás, ciertos comportamientos que no tenían explicación, por lo que hubo que pensar en la existencia de unos procesos dinámicos que regulaban el comportamiento de los sistemas. Así es como hace su aparición la *dinámica sistémica*, parte de la T.S. de enorme aplicación en el campo de la economía, de la política, de los estudios de mercado, etc. En definitiva, la *dinámica sistémica* se interesa por las transformaciones de los sistemas en el tiempo. Para el estudio de la evolución de los sistemas en el tiempo, los analistas utilizan la llamada *simulación sistémica* o construcción de modelos en los que se hacen constar parámetros y variables²¹.

Al aplicar esta dinámica sistémica a un tipo de sistema caracterizado por su evolución discontinua o por etapas de duración variable, se comprobó que no todos los comportamientos sistémicos tenían explicación. Esto ha motivado la aparición de la llamada *dialéctica sistémica* que es definida por Rodríguez Delgado como un método experimental deductivo-inductivo para estudiar las leyes o principios generales que gobiernan los procesos de transformación de ciertos tipos de sistemas²².

Hoy día también se lleva a cabo el estudio de los sistemas por medio de los procesos de análisis y síntesis. El *análisis de sistemas* permite abordar la estructura, el funcionamiento y las relaciones del sistema por medio de la *evaluación sistémica* o metodología en donde la información sobre todos los as-

²⁰ *Perspectivas...* op. cit. p.144.

²¹ CURRAS, E.: Op.cit., p.143 y 157.

²² *Idem.*, p.162.

pectos del sistema resulta imprescindible para poder realizar la evaluación del mismo. Así, a la hora de abordar el desarrollo de un sistema de información es preciso llevar a cabo el análisis del mismo para su posterior diseño o proceso planificador. Es decir, es preciso comprender el sistema en su totalidad llevando a cabo un proceso de clasificación e interpretación de hechos, diagnóstico de problemas, etc, especificando lo que el sistema debe hacer. Junto a ello, los *procesos de síntesis* «tratan de estudiar el sistema en su conjunto, considerando las partes integradas de forma global en el todo»²³. En definitiva, los procesos de síntesis tienen como fin la mejor concepción y organización de los sistemas por medio de la *simulación sistémica* y la *invéntica*.

Por último, se ha desarrollado la *sistemografía* o metodología consistente en descubrir las características del sistema y sus interrelaciones mutuas y con el entorno, las etapas de su evolución, etc. Para Emilia Currás «es este el estado de evolución de la teoría de sistemas en el momento presente con una prospectiva de futuro hacia un desarrollo y auge aún mayor»²⁴.

Pues bien, todos estos estudios juntos y combinados integran una completa y omnicompreensiva Teoría de Sistemas.

CARACTERÍSTICAS DE LA TEORÍA DE SISTEMAS

Machlup y Mansfield han señalado las siguientes notas acerca de la Teoría de Sistemas²⁵, a las que hemos añadido alguna apostilla.

I. «No hay consenso general en cuanto al ámbito de la T.S.» Esto es así, debido en gran parte a la falta de una terminología común entre los varios autores incluso cuando se trata de definir el concepto de sistema. Sin embargo, para F. Machlup «Esto no debe preocuparnos: los eruditos pueden no estar de acuerdo en cómo definir un mismo término y, sin embargo, están de acuerdo en su significación. Son demasiado orgullosos para dar la excusa del profano: «usted sabe lo que quiero decir», cuando es consciente de no poder expresarse con claridad. Y los científicos suelen poder transmitir significados claros sin formular definiciones explícitas; (sin embargo) esto no es así cuando hablan de sistemas. Más aún, tres o cuatro nociones son mencionadas como fundamentales por la mayoría de los teóricos de sistemas: un todo (o reunión, colección, grupo, etc), partes (o elementos, objetos, entidades constructivas, miembros, etc.) relaciones (entre las partes), y a veces, como una idea adicional, el medio...»²⁶

²³ Idem., p.157.

²⁴ Idem., p.143.

²⁵ Notas sintetizadas por A. Debons en una serie de puntos en su obra conjunta con E. Horne y S. Cronenweth, *Information Science. An integrated view*. Boston: G.K. Hall and Co., 1988.

²⁶ MACHLUP, F. y MANSFIELD, U. (eds): *The study of information Interdisciplinary messages*. New York, etc.: John Wiley & Sons, 1983, p.43.

A este respecto G.J. Klir señala que «una faceta peculiar de la Teoría general de sistemas, es su *terminología*. La terminología de sistemas, aunque aspire a ser el lenguaje propio para la comunicación interdisciplinaria, se reduce en la actualidad a una mezcla poco trabada de lenguajes utilizados por distintos individuos o grupos. Por ejemplo, es de lamentar que al tiempo que hay con frecuencia varios nombres distintos para un mismo concepto, conceptos distintos tengan a veces el mismo nombre. Tales ambigüedades son causa de numerosas confusiones. Además, este caos de términos levanta dudas acerca de toda la teoría general de sistemas» por lo que es necesario llevar a cabo con absoluta prioridad la unificación terminológica²⁷.

En parecidos términos se expresa González Navarro para quien «resulta sorprendente que la T.G.S. que proclama su vocación de universalidad, no se haya preocupado gran cosa, hasta ahora, de precisar su terminología y depurar las unidades conceptuales. Y desde luego, por lo que a mí respecta puedo afirmar que la mayor dificultad que he encontrado para entender la literatura especializada que aquí manejo deriva, no tanto del uso frecuente de fórmulas matemáticas —ciencia ajena a mi dedicación profesional— cuanto de ese hecho de falta de acuerdo previo acerca de los términos empleados y de los conceptos que tratan de designar. El mismo significante se emplea por unos autores con un significado y con significado distinto por otros»²⁸.

2. «La Teoría de Sistemas es primordialmente matemática.» Esta característica no es indiscutible pues hay fenómenos que no pueden ser matematizados ya que la cualidad no se puede matematizar. Sin embargo, el objetivo de la Teoría es el desarrollo de ésta «en términos matemáticos puesto que las matemáticas son un lenguaje exacto que permite deducir, confirmar y rechazar teorías de manera rigurosa»²⁹.

3. «La Teoría de Sistemas no es una teoría de sistemas concretos sino una teoría de modelos.» De aquí que también se la denomine Teoría de Sistemas Generales, sin descender al nivel específico o concreto sino manteniéndose en un nivel genérico con rasgos suficientemente precisos e identificables.

4. «La Teoría de Sistemas contribuye a las otras ciencias generando un conjunto de modelos para cualquier sistema bien definido pero no específica qué modelo es el mejor para un sistema particular.»

5. «La teoría de sistemas es reduccionista.» En realidad todas las ciencias lo son, pues en la medida en que buscan cierto grado de universalidad

²⁷ KLIR, G. J.: Teoría polifónica general de sistemas. En *Tendencias en la Teoría...*, op. cit., pp.23-24.

²⁸ GONZÁLEZ NAVARRO, F.: La Teoría General de Sistemas como matriz disciplinar y como método jurídico. *Persona y Derecho*, 21, 1989, p.109.

²⁹ BERTALANFFY, L. von.: *Perspectivas en la Teoría...*, op. cit., p.45.

o generalidad tienen que prescindir de los datos o de los hechos demasiado individualizados.

6. «La Teoría de Sistemas suministra las bases para organizar las ciencias sociales». Pero no sólo las ciencias sociales, sino todas ellas dado su carácter de matriz disciplinar.

7. «Mientras la Teoría General de Sistemas trata de lo fundamental, abstracto y aspectos generales de los sistemas, la Teoría de Sistemas trata de las cuestiones más específicas acerca de las clases de sistemas mejor definidos».

CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES MODELOS DE SISTEMAS

Se han establecido diversas clasificaciones acerca de los sistemas teniendo en consideración aspectos diversos como propiedades, funciones, configuración, grado de complejidad, ámbito, etc.

Teniendo en cuenta la simplicidad o complejidad de los elementos que se integran en el todo podemos señalar la existencia de sistemas **simples** y sistemas **complejos**. Estos últimos están integrados por subsistemas, que a su vez pueden tener otros subsistemas y así hasta la unidad básica del sistema que constituye lo que denominamos sistema simple.

Un ejemplo claro lo podemos observar si analizamos el Sistema Archivístico Español. Este sistema complejo, está integrado por dos subsistemas, también complejos, el sistema estatal y el sistema autonómico. El primero de ellos está integrado por dos nuevos subsistemas que son la Red de Archivos de titularidad estatal, adscritos o no al Ministerio de Cultura y los Centros y Servicios archivísticos de carácter técnico. Cada uno de ellos está a su vez compuesto por diversos subsistemas como son, por una parte los archivos Nacionales, archivos Regionales y Provinciales y archivos de la Administración Central (subsistemas de la Red de Archivos) y por otra, el Servicio Nacional de Microfilm, el Instituto de Conservación y Restauración y el Centro de Información Documental de archivos (subsistemas de Centros y Servicios). Cada uno de estos últimos, son unidades básicas del sistema. Del mismo modo cada uno de los subsistemas de tercer orden que son los archivos Nacionales, archivos Regionales y Provinciales y los de la Administración Central, están constituídos por unidades básicas de ese sistema que es el Sistema Español de Archivos.

De igual manera, el otro gran subsistema de primer orden que es el Sistema Autonómico está integrado por 17 subsistemas de las respectivas Comunidades Autónomas que, a su vez, se subdividen en nuevos subsistemas hasta llegar a las unidades básicas. Así, el Sistema Regional de archivos de la Comunidad de Murcia está configurado por dos subsistemas, los archivos públicos y los privados. Los primeros están constituídos por las si-

guientes unidades básicas: el Archivo de la Administración Regional, el Archivo Histórico Provincial y los diversos archivos municipales. En cuanto a los privados tenemos aquellos que, siendo de interés público, reciben ayudas o subvenciones por parte de la Comunidad Autónoma; por tanto cada uno de los archivos privados que reúnan estas condiciones constituirían las unidades básicas de ese sistema murciano de archivos.³⁰

Considerando la naturaleza de los sistemas, tenemos que éstos se dividen en sistemas **reales** y sistemas **lógicos**, siendo los primeros aquellos en los que existe verdadera actividad, y los segundos aquellos en los que tal actividad falta por completo.

Los sistemas reales son los que se dan en las cosas mismas y que cada ciencia estudia y los lógicos son aquellos que las distintas ciencias tratan de reflejar, o trasponer en las mentes humanas en relación a los sistemas reales. Estos sistemas lógicos y reales son denominados por Acroff y Emery³¹ como sistemas **abstractos** y sistemas **concretos**. Es decir, aquellos en que todos los elementos que los componen son conceptos son sistemas abstractos; y las entidades específicas que existen en el espacio y en el tiempo son sistemas concretos. Así, el ser humano es un sistema concreto. El sistema de las cifras y las letras por los que nosotros representamos la abstracción matemática y los conceptos son también sistemas concretos; sin embargo la abstracción matemática es un sistema abstracto.

Dentro de los sistemas reales o concretos nos encontramos en primer lugar, con los sistemas **naturales**, o que la propia naturaleza ha construido. Son los sistemas del universo físico, de los astros, de los seres inertes de la tierra, de los seres vivos del mundo vegetal, y de los seres vivos del mundo animal. Por tanto, dentro de estos sistemas naturales podemos distinguir entre sistemas **físicos o inorgánicos** y sistemas **vivos**, llamados también por algunos autores sistemas **orgánicos**. Todos estos sistemas son muy variados pero con ciertas analogías.

Dentro de los sistemas reales tenemos también los que se deben a la intervención del hombre, agente inteligente y libre, en la misma naturaleza, y que constituyen la amplísima y variadísima gama de los seres artificiales o sistemas **artificiales**. Finalmente están los sistemas que resultan de la convivencia de los propios hombres y que podemos llamar sistemas **sociales**; la agrupación en familias, en pueblos, en ciudades, en naciones, en sociedades de todo tipo, juntamente con las vicisitudes históricas de todos estos grupos sociales.

³⁰ Ponencia de Álvarez-Coca, M.J. y Gómez Llera, E. Redes y Sistemas de archivos. Legislación. Organos. Centros. Recursos. *Actas de la IV Conferencia de la ANABAD, La Coruña, 1988. Boletín de ANABAD*, 38, 1-2, 1988, p.9-80.

En cuanto al sistema autonómico de la Región de Murcia: Murcia. *Leyes 1990 Enero-Junio*. Murcia: Consejería de Cultura, Educación y Turismo; Comunidad Autónoma, 1990.

³¹ Según recogen Debons, Horne y Cronenweth en su obra *Information Science...*, op. cit.

Entre todos estos sistemas hay una analogía. La analogía o semejanza de los sistemas lógicos con los sistemas reales es indudable, puesto que cada sistema lógico trata de trasponer en nuestra mente el sistema real al que se refiere. Analogía, pues, de cada sistema lógico con el sistema real al que trata de reflejar o trasponer. Pero solamente analogía, no igualdad, porque las diferencias entre lo real y lo lógico son grandes e irreductibles; en la realidad hay actividad, pero en lo lógico no la hay. Por eso, un sistema real es un conjunto de elementos que se hallan entre sí, no sólo relacionados, sino también en interacción; unos elementos actúan sobre los otros y viceversa. En cambio, los sistemas lógicos son un conjunto de elementos relacionados entre sí como lo están las conclusiones con las premisas, o sea por relaciones de implicación o de inferencia, sin el menor rastro de verdadera actividad.

Pero hay también analogías entre todos los sistemas reales. Todos son conjuntos de elementos interrelacionados e interactivos, y en todos ellos hay un orden, un orden que descansa en el papel preponderante de uno de tales elementos, el que hace por así decirlo, de centro, o mejor, de principio de todos los demás. Así, en nuestro sistema planetario, el elemento central o principal es el sol; en el sistema circulatorio, el corazón, en el sistema digestivo, el estómago, etc.

Dependiendo de sus relaciones con el medio que les rodea, tenemos: sistemas **cerrados** y sistemas **abiertos**. El sistema abierto es aquel sistema real (concreto) cuyos límites son permeables a la transmisión de materia, energía o datos del entorno y desde el sistema al entorno, es decir, establece relaciones de intercambio con el medio que le rodea. Es esta una característica general de los seres vivos, sistemas inexorablemente abiertos. Este planteamiento es defendido por Bertalanffy en su *teoría de sistemas abiertos*. Dice así el autor: «Todo organismo viviente es un sistema abierto, que se caracteriza por importar y exportar sustancias sin descanso. En este intercambio el organismo rompe y reconstruye sus elementos, pero se mantiene constante. Es lo que yo he llamado estado estable...»³². Es decir, cualquier sistema viviente está abierto a la materia (como el comer) y a la energía (a través de los sentidos) y de retorno crea sonidos, emite calor, elimina residuos, etc.³³. O lo que es lo mismo, recibe entradas y produce salidas

Pero debemos considerar también como sistemas abiertos, otros sistemas que no siendo sistemas vivos, es decir, orgánicos, son capaces de producir entradas y salidas y mantener ese estado estable. Es el caso por ejemplo, de un horno regulado por un termostato que le permite mantener un calor estable. Este horno es evidentemente un sistema abierto, que mantiene relaciones con su entorno de donde toma energía; sin embargo no es

³² *Perspectivas en la teoría general de sistemas...*, op. cit., p.40.

³³ *Information Science: An integrated view...*, op. cit.

un sistema vivo ³⁴. Hemos de concluir pues, que no todos los sistemas abiertos son sistemas vivos, mientras que todo sistema orgánico o viviente es un sistema abierto.

Otro ejemplo de este tipo de sistema abierto es el sistema de información. Este sistema mantiene relaciones con su entorno, y recibe de él información. Esta información actúa en dos sentidos: por una parte se genera en el interior información, por medio de la cual, el sistema se comunica con el exterior, con otros sistemas, con el ambiente que le rodea. Pero además, la información alimenta el sistema desde fuera, es decir, desde el medio que le rodea. Por tanto se establece un flujo-reflujo de información, que en ningún caso es reversible. La información que fluye hacia el sistema de información no es la misma que la que refluye o emana del sistema. Las entradas continuas de datos y documentos, evita que el sistema se destruya y las demandas de información desde el exterior, deben estar en consonancia con las respuestas para mantener el equilibrio del sistema. En efecto, un sistema de información «que no guarde un equilibrio entre los fondos recibidos y su actividad informativa, terminará destruyéndose por asfixia o por convertirse en obsoleto» ³⁵.

El sistema cerrado es aquel que no intercambia materia con el medio ambiente. Hablando en términos estrictos, no se puede admitir la existencia de tales sistemas. El único sistema cerrado, sería el universo en su conjunto, ya que cualquier parte del universo se encuentra relacionada con las otras partes, y muchas veces con intercambio activo de energías de todo tipo. Para Senn, el sistema cerrado no existe en la realidad, es un simple concepto ³⁶.

Se podrían seguir enumerando otros tipos de sistemas ya que como señala Currás el mundo de la Teoría de Sistemas es tan extenso como imaginar pueda la mente humana. Para concluir con este punto vamos a encuadrar dentro de la tipología expuesta las características de un sistema de información.

Todo sistema de información es un sistema real, es decir, una entidad específica que existe en el espacio y en el tiempo; es un sistema artificial, pues su existencia se debe a la acción del hombre con objeto de que el fin de la Documentación pueda desarrollarse. Al mismo tiempo es un sistema abierto ya que mantiene relaciones con su medio ambiente, como ya hemos analizado (científicos, técnicos y demás productores de información, usuarios del sistema, legislación, tecnología, economía, etc.). Por otra parte el sistema de información puede ser simple, cuando los elementos que lo integran

³⁴ GONZALEZ NAVARRO, F.: *La Teoría General de Sistemas como matriz disciplinar...* op. cit., p.116

³⁵ CURRAS, E.: *Op. cit.*, p. 152.

³⁶ SENN, J. A.: *Análisis y diseño de sistemas de información*. 2ª ed. México, etc.: Mc Graw-Hill, Cop., 1992, p. 21.

son individualidades, o complejos, cuando sus elementos no son individualidades básicas, sino otros sistemas que, con respecto al sistema más amplio en el que se integran, pueden y deben denominarse subsistemas³⁷.

CONCLUSIÓN

Para terminar con esta exposición hemos de señalar que la Teoría General de Sistemas está en continua evolución y desarrollo, siendo numerosos los especialistas que han expuesto sus enfoques particulares sobre la Teoría. Ello ha originado concepciones diversas de la misma. Para unos es una teoría formal, para otros una metodología, una forma de pensar y analizar el universo, e incluso una herramienta educativa y una profesión³⁸. A pesar de la diversidad de puntos de vista hay algo común a todos los autores que por ella se han interesado y es el reconocerle su carácter innovador. Es innovadora porque varias razones:

1. Permite observar el mundo como un conjunto de fenómenos individuales pero interrelacionados en lugar de aislados;
2. Demuestra que ciertos conceptos, principios y modelos no dependen de la naturaleza específica de los fenómenos implicados;
3. Abre a través de investigaciones generales, nuevas posibilidades a disciplinas específicas. Es importante que a través de la T.G.S. se reconozca el valor específico de otras ciencias, distintas de las naturales o físico-matemáticas, que puedan exhibir la seriedad, el rigor y la exactitud que hoy se reclama para todas las demás;
4. Resalta la unidad del saber humano y fomenta así los estudios interdisciplinarios, que tanto se echan a veces de menos.

³⁷ Para más información sobre taxonomía sistémica consultar el libro de E. Currás *La información en sus nuevos aspectos...* op.cit., págs. 147-153.

³⁸ Sobre esta última cuestión George J. Klir insiste en la necesaria formación de generalistas especializados y de especialistas generalizados. «Con frecuencia se llama generalistas a quienes trabajan en la teoría general de sistemas, contraponiéndoles a los *especialistas* que trabajan en alguna disciplina clásica. Sin embargo, quien trabaja únicamente en la teoría general de sistemas, se convierte en un especialista. Se especializa en generalizaciones. Llamémosle *teórico de sistemas o generalista especializado* (...) Afirmo que la existencia de un gran teórico de sistemas capaz de resolver casi todo problema de casi toda disciplina, es un mito, y creo que como tal debe tratarse. Un teórico de sistemas se especializa en investigación de los principios generales de los sistemas, y unas pocas horas, días o incluso semanas de estudio concentrado de otra disciplina, no pueden darle sino una comprensión muy superficial de sus peculiaridades, necesidades y problemas (...) Un teórico de sistemas no puede dominar todas las materia en las que va a trabajar hasta el punto de resolver cualquier problema especializado que pueda surgir. Pero un especialista en, por ejemplo, sanidad, puede dominar los fundamentos de la teoría general de sistemas en un tiempo relativamente pequeño. Diremos que se trata de un *especialista generalizado*.» Teoría polifónica general de sistemas. En *Tendencias en la teoría...*, op. cit., p.23.