

# JERARQUÍA DE LOS SISTEMAS Y CONCEPTO DE NIVELES DE SISTEMAS

## JERARQUÍA DE LOS SISTEMAS

Hoy en día “veamos” el universo como una tremenda jerarquía, de las partículas elementales a los núcleos atómicos, átomos, moléculas, compuestos de molécula compleja, hasta la pléyade de estructuras (microscopio electrónica y óptica) que caen entre las moléculas y las células, luego células, organismos y, más allá, organizaciones supraindividuales. Un esquema atractivo (aunque no el único) del orden jerárquico se debe a Boulding (cuadro 1). Una jerarquía parecida surge tanto en “estructuras” como en “funciones”. En última instancia, estructura (orden de partes) y función (orden de procesos) pudieran ser la mismísima cosa: en el mundo físico la materia se disuelve en un juego de energías, y en el mundo biológico las estructuras son expresión de una corriente de procesos. Actualmente, el sistema de las leyes físicas trata sobre todo del ámbito que hay entre átomos y moléculas (y su suma en la macrofísica), el cual evidentemente es una tajada de un espectro mucho más amplio. Las leyes y fuerzas de la organización se conocen insuficientemente en los dominios subatómico y supermolecular. Hay accesos tanto al mundo subatómico (física de las altas energías) como al supermolecular (física de los compuestos de grandes moléculas), pero está claro que esto no es más que el principio. Resalta, por un lado, en la presente confusión de partículas elementales; por otro, en la actual carencia de comprensión física de las estructuras vistas al microscopio electrónico y en la ausencia de una “gramática” del código genético.

Es evidente que una teoría general del orden jerárquico será un pilar de la teoría general de los sistemas. Es posible enunciar principios de orden jerárquico en lenguaje verbal; hay ideas semimatemáticas conectadas con la teoría de las matrices, y formulaciones en términos de lógica matemática. En la teoría de las gráficas el orden jerárquico es expresado por el “árbol” y de esta manera llegan a ser representados aspectos relacionales de jerarquías. Pero el problema es mucho más amplio y hondo: la cuestión del orden jerárquico está íntimamente ligada a las de la diferenciación, la evolución y la medición de la organización, que no parecen expresadas como es debido ni en términos de



energética (entropía negativa) ni de teoría de la información (*bits*). A fin de cuentas, según se mencionó, el orden jerárquico y la dinámica pudieran ser lo mismo, como expuso Koestler tan bien en su símil de “The Tree and the Candle”.

Hay, de este modo, una serie de modelos de sistemas, más o menos adelantados y complicados. Algunos conceptos, modelos y principios de la teoría general de los sistemas —como el orden jerárquico, la diferenciación progresiva, la retroalimentación, las características de sistemas definidas por las teorías de los conjuntos y las gráficas, etc.— son aplicables a grandes rasgos a sistemas materiales, psicológicos y socioculturales; otros, como el de sistema abierto definido por el intercambio de materia, se restringen a ciertas subclases. La práctica del análisis aplicado de sistemas muestra que habrá que aplicar diversos modelos, de acuerdo con la naturaleza del caso y con criterios operacionales.

La jerarquía es un concepto importante que puede utilizarse para representar el hecho de que los sistemas pueden ordenarse de acuerdo a varios criterios, uno de los cuales es la complejidad en incremento de la función de sus componentes. Kennet Boulding proporciona una jerarquía en la cual pueden considerarse los siguientes niveles de sistemas.

#### 1. Sistemas no vivientes

- 1.1. Primer nivel, *estructura estática* llamada nivel de los marcos de referencia.
- 1.2. Segundo nivel, *estructura o sistema dinámico simple* considera movimientos necesarios y predeterminados, como se muestra en el mundo físico que nos rodea. Estos sistemas son llamados aparatos de relojería o se puede denominar reloj de trabajo.
- 1.3. Tercer nivel, *mecanismo de control o sistema cibernético* con circuitos de control de retroalimentación llamados termostatos. El sistema se autorregula para mantener su equilibrio.

#### 2. Sistemas vivientes

- 2.1. Cuarto nivel, *sistema abierto o autoestructurado* con estructura de automantenimiento. Las células representan el primer nivel en el cual la vida se diferencia de la no vida. En este nivel se comienza a diferenciar la vida. Puede considerarse nivel de célula.
- 2.2. Quinto nivel, *genético-social*, organismos vivientes con poca



capacidad de procesamiento de información. Está caracterizado por las plantas.

- 2.3. Sexto nivel, *sistema animal*, organismos vivientes con una capacidad de procesamiento de información más desarrollada pero no “autoconscientes”. Los animales, excluyendo al hombre, se encuentran en este nivel. Se caracteriza por su creciente movilidad, comportamiento teleológico y su autoconciencia.
- 2.4. Séptimo nivel, *sistema humano*, se caracteriza por la autoconciencia, autorreflexión, y conducta de integración. Es el nivel del ser individual, considerado como un sistema con conciencia y habilidad para utilizar el lenguaje y símbolos.
- 2.5. Octavo nivel, *sistema social o sistema organizacional*. Considera el contenido y significado de mensajes, la naturaleza y dimensiones del sistema de valores, la transcripción de imágenes en registros históricos, sutiles simbolizaciones artísticas, música, poesía y la compleja gama de emociones humanas.
- 2.6. Noveno nivel, *sistemas trascendentales*: sistemas ideales, o sistemas más allá de nuestro conocimiento presente. Estos son los últimos y absolutos, los ineludibles y desconocidos, los cuales también presentan estructuras sistemáticas e interrelaciones.

En forma similar, se pueden desarrollar otras jerarquías basadas en categorizaciones de la noción de complejidad. Se han utilizado niveles de mecanización para caracterizar la progresión de sistemas manuales a automatizados. Los sistemas a los niveles más elevados muestran no sólo autocorrección, sino también propiedades adaptivas y de aprendizaje. Los individuos y grupos se han visto como sistemas de procesamiento de información con diferente complejidad. En forma similar, pueden utilizarse niveles de integración en la conducta que dependen de la complejidad de las funciones humanas de procesamiento de información, para explicar y analizar el contenido del trabajo mental.

La jerarquía y niveles ordenados son conceptos fundamentales que ayudan a explicar la complejidad en incremento de los sistemas.

**Cuadro 1.** Catálogo informal de niveles principales en la jerarquía de los sistemas. (Basado parcialmente en Boulding)



Nivel	Características	Ejemplos	Disciplinas relevantes
1. Estructura estática	Estático	Átomos, moléculas, cristales, estructuras biológicas del nivel microscópico electrónico al macroscópico, puentes	Descripción verbal o pictórica en cualquier disciplina: Fórmulas estructurales de la química, cristalografía, descripciones antómicas
2. Sistema dinámico simple	Movimiento predeterminado (pueden exhibir equilibrio)	Relojes, máquinas, el sistema solar	Física ordinaria, tal como las leyes de la mecánica (newtoniana y einsteiniana) y otras
3. Mecanismo de control o sistema cibernético	Control en un ciclo cerrado	Termostatos, servomecanismos, mecanismos homeostásis en los organismos	Teoría de control, cibernética, retroalimentación y Teoría de la información
4. Sistema abierto o auto – estructurado	Estructuralmente auto – mantenibles	Llamas (flamas), células y organismos en general	Teoría del metabolismo, código genético (DNA).
5. Genético – social	Organizados completamente con partes funcionales, crecimiento y reproducción	Organismos “vegetaloides”: Plantas	Botánica
6. Sistema animal	Un cerebro para guiar el comportamiento total, habilidad de aprender.	Pájaros y bestias	Zoología



7. Sistema humano	Con autoconsciencia, conocimiento del conocimiento, lenguaje simbólico	Seres humanos	Biología y psicología
8. Sistema social o sistema organizacional	Roles, comunicación, transmisión de valores.	Familias, clubes sociales, naciones	Historia, sociología, antropología, ciencia del comportamiento, economía
9. Sistemas trascendentales: sistemas ideales	Irreconocibles	La idea de Dios	

Por regla general, los niveles superiores presuponen los inferiores (p. ej. los fenómenos de la vida presuponen los del nivel fisicoquímico, los fenómenos socioculturales el nivel de la actividad humana, etc.), pero la relación entre niveles requiere aclaración en cada caso (problemas como el del sistema abierto y el código genético como aparentes requisitos previos para la “vida”, la relación entre sistemas “conceptuales” y “reales”, etc.). En este sentido, la lista insinúa tanto los límites del reduccionismo como los vacíos en el conocimiento actual.

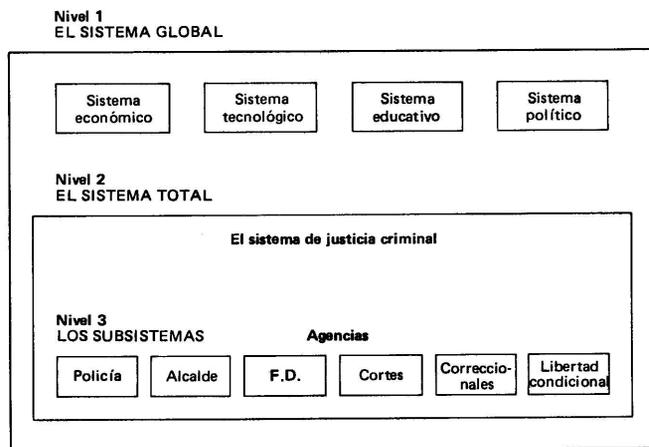
## CONCEPTO DE NIVELES DE SISTEMAS

Un sistema puede estar compuesto de otros sistemas que llamamos subsistemas, y a su vez puede formar parte de un sistema más grande que podemos llamar supersistema, metasistema, sistema total o sistema global. Por ejemplo, el sistema de transporte de una ciudad está compuesto, entre otras cosas, de unidades de transporte, que por derecho propio son a su vez sistemas, y este sistema de transporte forma parte a su vez de un macrosistema: el sistema de servicios públicos de una ciudad.

En el análisis de sistemas se puede utilizar el concepto de niveles de sistemas para indicar que los sistemas están enclavados en otros sistemas. Establecer los límites del sistema involucra la identificación de los sistemas,



subsistemas y suprasistemas que tienen injerencia en el problema. Para ilustrar este punto, puede verse el sistema de justicia criminal en términos de los siguientes niveles de sistema (véase la figura 1).



**Figura 1.** Tres niveles de sistemas: los subsistemas (agencias), el sistema total (sistema de justicia criminal) y el sistema global.

1. *El nivel de subsistemas*, en éste operan cada una de las agencias del sistema total (a definirse enseguida), como una organización autocontenida y autosuficiente, que busca objetivos establecidos como su propia guía. Las agencias típicas a las cuales se hace referencia son los departamentos de policía y del alcalde, fiscales de distrito, cortes, departamentos de libertad condicional, agencias correccionales, instalaciones médicas, etc. Desde el punto de vista de la agencia individual, todas las demás agencias fuera de sus límites se clasifican como el “medio”.
2. *El nivel de sistema total*, en este nivel se agregan las agencias en un solo sistema, el cual trabaja en un objetivo común. Generalmente, la mención del sistema de justicia criminal significa este nivel de agregación. Otras agencias como las de bienestar, salud, educación y otras no directamente

involucradas con la ley, enjuiciamiento y disposición, son consideradas como el “ medio “. El medio también contiene los factores comunitarios y todos los demás, como son los sociales, políticos, tecnológicos y algunos otros factores o sistemas tomados como “conocidos” o “dados”.

3. *El nivel de sistema global*, éste no sólo abarca el sistema de justicia criminal, sino que contiene, además de otros, un sistema social, un sistema legal, un sistema tecnológico y un sistema político. Siempre se deben buscar sistemas competidores y el sistema mayor al cual pertenecen todos éstos.

### Definición de los Límites del Sistema y del Medio

El medio se define como algo que incluye todos los sistemas sobre los cuales no ejerce control alguien que toma decisiones. En el sistema de justicia criminal, cada agencia tiende a referirse a otra agencia como el medio, ya que las agencias actúan en forma independiente y un administrador en una agencia o en un subsistema, no tiene jurisdicción sobre la otra. Obviamente, lamentamos este punto de vista del sistema, debido a que esto conduce a una fragmentación y conspira contra el logro de los objetivos del sistema. Lo que debe hacerse es “empujar” los límites del sistema, a fin de considerar el problema del crimen y la delincuencia a nivel del sistema total (que comprende todas las agencias identificadas en la figura 1), y a nivel del sistema global, que incluye no sólo las agencias del sistema de justicia criminal, sino también otros sistemas que se interrelacionan con éste (económico, tecnológico, educativo y político).

La delimitación de un sistema depende del interés de la persona que pretende analizarlo. Por ejemplo, una organización podrá entenderse como sistema o subsistema o incluso como macrosistema dependiendo del análisis que se quiera hacer: que el sistema tenga un grado de autonomía mayor que el subsistema y menor que el macrosistema. Por tanto, es una cuestión de enfoque. Así, un departamento puede considerarse un sistema compuesto de varios subsistemas (secciones o sectores) e integrado en un macrosistema (la empresa), y también puede considerarse un subsistema compuesto de otro subsistema (secciones o sectores), que pertenece a un sistema (la empresa) integrado a un macrosistema (el mercado o la comunidad). Todo depende de la forma que se haga el enfoque. El sistema total está representado por todos los componentes y relaciones necesarios para la consecución de un objetivo, dado cierto número de restricciones. El objetivo del sistema total define la finalidad para la cual fueron

ordenados todos los componentes y relaciones del sistema, mientras que las restricciones son limitaciones que se introducen en su operación y permiten hacer explícita las condiciones bajo las cuales deben operar. Generalmente, el término sistema se utiliza en el sentido de sistema total. Los componentes necesarios para la operación de un sistema total se denominan subsistemas, formados por la reunión de nuevos subsistemas más detallados. Así, tanto la jerarquía de los sistemas como el número de subsistemas dependen de la complejidad intrínseca del sistema total. Los sistemas pueden operar simultáneamente en serie o en paralelo. No hay sistemas fuera de un medio específico (ambiente): existen en un medio y son condicionados por el medio (ambiente) es todo lo que existe afuera, alrededor de un sistema, y tiene alguna influencia sobre la operación de este. Los límites (fronteras) definen que es el sistema y cual es el ambiente que lo envuelve.

