



2

LA METODOLOGIA DE SISTEMAS  
Y LA SOLUCION DE PROBLEMAS  
SOCIALES

Por: ALBERTO LEON BETANCOURT, Ph. D.

Rector

Instituto Colombiano de  
Estudios Superiores de INCOLDA

— I C E S I —

PUBLICACION

No. 1

Cali, marzo de 1.980

INSTITUTO COLOMBIANO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE INCOLDA

— I C E S I —

## PRESENTACION

Se inicia con ésta la serie de publicaciones del ICESI. Se pretende recoger en estas publicaciones la producción intelectual de nuestros directivos, profesores y estudiantes sobre tópicos relacionados con la administración y áreas afines siempre y cuando se trate de un aporte original y útil para el desarrollo y práctica de esa profesión.

Estas publicaciones servirán también, sobre la base de que el material seleccionado sea de muy alta calidad (como lo será), de termómetro para medir y mostrar la calidad e inquietudes profesionales de nuestra gente - teóricas y prácticas. El medio universitario debería ser, pero no siempre lo es, la fuente principal (no la única, es claro) de ideas, ideas que requieren para ser útiles que se concreten en escritos publicables ya que de lo contrario no pasarían de ser una satisfacción personal (a veces sofisma de distracción para justificar la inactividad y la pereza) de quienes dicen tenerlas.

Se tiene la seguridad, con franca sinceridad, de que los objetivos enunciados se alcanzarán porque la gente que tiene y tendrá el ICESI permite tenerla.

Las observaciones y sugerencias de nuestros lectores serán siempre bien recibidas.

LOS EDITORES

Cali, marzo de 1980

## CONTENIDO

1. Introducción
2. La Sociedad Tecnológica
3. Sistemas - Algo viejo pero también nuevo
4. Una posibilidad interesante y simple
  - 4.1. Experimento sobre los Efectos del Saneamiento
  - 4.2. El Modelo del Experimento sobre los Efectos del Saneamiento.
  - 4.3. Una Metodología Generalizable
5. Limitaciones de la Metodología de Sistemas
6. El futuro de la Metodología de Sistemas
7. Conclusiones

## 1. INTRODUCCION

El presente escrito resume algunas ideas y experiencias del autor sobre el tema, ideas que ha venido estudiando, analizando y algunas ya puesto en marcha.

**La Teoría General de Sistemas** se concibe como una serie de definiciones, de suposiciones y de proposiciones relacionadas entre sí por medio de las cuales se aprecian todos los fenómenos y los objetos reales como una jerarquía integral de grupos formados por materia y energía; estos grupos son **los sistemas**.

Un **sistema** es un conjunto de fenómenos - o de objetos - con relaciones estrechas entre los unos y los otros y entre los atributos de los mismos. Los sistemas pueden ser de diversidad enorme. La molécula, la célula, el individuo, los grupos sociales, la sociedad y las naciones son todos ejemplos de sistemas vivientes y podrían citarse ejemplos de sistemas no-vivientes y muchos también de sistemas combinados que son, por lo demás, los más importantes (sistemas hombre-máquina, por ejemplo).

Los **objetos** son las partes o los componentes del sistema y su variedad es ilimitada. Los sistemas pueden estar compuestos por átomos, estrellas, interruptores, resortes, cables, huesos, neuronas, genes, gases, variables matemáticas, ecuaciones, leyes y procesos.

Los **atributos** son las propiedades de los objetos. Así por ejemplo, los objetos presentados en el párrafo anterior tienen (entre otros) los siguientes atributos:

las **estrellas** - temperatura; distancia a otras estrellas

los **interruptores** - velocidad de operación; estado

los **resortes** - tensión del resorte; desplazamiento

los **cables** - resistencia a la tensión; resistencia eléctrica.

Las **relaciones** son los mecanismos que mantienen el sistema unido y operando como **un todo**. Es claro que las **relaciones** - de causa, lógicas, al azar, etc. - son las que hacen que el concepto de sistema sea de utilidad.

**La teoría general de sistemas** se ocupa de encontrar semejanzas entre los diferentes sistemas para poder utilizar procedimientos similares de análisis y estudio. Parece ser indispensable para la su-

pervivencia de la tecnología moderna que exista una integración alrededor de **sistemas** bien definidos. El presente y el futuro de la ciencia y la tecnología dependen, en alto grado, de la **interacción** entre los **sistemas vivientes** y los **sistemas mecánicos**. La **teoría general de sistemas** dirige parte de sus esfuerzos hacia la formulación de principios básicos que permitan integrar los conocimientos sobre toda la enorme variedad de **sistemas vivientes** y de **sistemas no-vivientes**, existentes hoy en día.

La **teoría general de sistemas**, teniendo en cuenta el significado que la ciencia da a la palabra teoría, debería considerarse como una **filosofía**, como un **enfoque** o como una **metodología** para acometer el análisis de situaciones y de problemas y no como una teoría. Y así se denominará - **Metodología** - en este escrito.

La característica sobresaliente - quizá tal vez distintiva - de esta metodología es el énfasis en aquellos aspectos de los fenómenos - o de los objetos - que puedan considerarse como propiedades generales del sistema sin detenerse a estudiar su contenido. Es claro, entonces, que el valor científico de la **metodología de sistemas** dependa exclusivamente de la existencia de propiedades que sean comunes a todos los sistemas y de la posibilidad de hacer generalizaciones sobre esas propiedades.

Bajo el supuesto de que las propiedades generales de los sistemas puedan ser descritas con un lenguaje independiente de la naturaleza específica de los mismos, parece ser que la metodología de sistemas esté en posición de suministrar la estructura necesaria para la integración de disciplinas especializadas y, consiguientemente, reducir las distancias que hoy en día separan a los individuos pertenecientes a campos diferentes debido a la existencia de lenguajes especializados. El lenguaje de las matemáticas posee todas las propiedades exigidas como para servir de lenguaje común, especialmente porque está desprovisto de contenido y expresa únicamente los aspectos estructurales de una situación.

Se espera, en este escrito, ilustrar sobre la importancia y la generalidad de la **Metodología de Sistemas** para el análisis de problemas sin tener que adentrarse en su contenido. Se presentan algunos comentarios sobre la **Metodología de Sistemas**, se hace referencia a su empleo para el análisis y solución de **problemas sociales** o **sistemas civiles** y se incluye un ejemplo ilustrativo simple pero importante.

## 2. LA SOCIEDAD TECNOLÓGICA

La sociedad actual es ya hoy una sociedad tecnológica pero, parece ser que el futuro estará aún más influenciado que el pasado por los avances científicos y tecnológicos. Los deseos y los objetivos del hombre, en caso de que fueran claros para él, parecen no ser tecnológicos y todo indica que no se han modificado sustancialmente con el transcurso del tiempo. Pero, hay que decirlo, el curso cambiante de la civilización parece no obedecer exclusivamente a las necesidades humanas sino igualmente, o aún en mayor grado, a la expansión de los recursos físicos y tecnológicos que son, presumiblemente, los medios y las herramientas para satisfacer adecuadamente esas necesidades. Pero el cambio tecnológico ha sido tan veloz que paralelamente con sus enormes beneficios ha dado origen a numerosos problemas, también enormes, debido a la incapacidad del hombre para introducir cambios sociales con igual rapidez.

Como ejemplo, se fabrican centenares de productos para aumentar y asegurar la comodidad física. Es indudable que cada minuto del día miles de millones de individuos conducen automóviles suntuosos, observan las pantallas de televisión, usan los teléfonos y utilizan innumerables implementos tales como lavadoras y máquinas de afeitar eléctricas y muchos más pero el hombre, al hacerlo, no ha tenido en cuenta la necesidad indispensable de planear a largo plazo. Los seres humanos no se han percatado de que este modo de vida los está congregando de manera densa en ciudades pero sin que se les haya enseñado a vivir tan cerca los unos de los otros; que se están contaminando el aire y las fuentes de agua potable - el medio ambiente en general; y, que se hace necesario un elevado nivel de cultura cívica antes de que se pueda organizar todo esto adecuadamente.

El mundo es, paradójicamente, un engendro de progreso tecnológico y de primitivismo social. Desde hace ya bastantes años que el hombre está en posesión de una tecnología que le permitiría, de así quererlo y decidirlo, destruir esta civilización en unos pocos minutos - el poder que le dá la facilidad de producir energía nuclear - pero, al mismo tiempo, ha sido incapaz de estructurar un **sistema socio-político** que impida que esa tecnología y ese poder se conviertan en una amenaza para la humanidad. Un observador poco aguzado que llegara de un planeta menos avanzado podría pensar que esta fuerza potencial se ha debido emplear dándole una mayor prioridad a los llamados usos pacíficos. Los científicos nucleares advirtieron a la humanidad - hace ya bastantes años, en realidad - que por medio de la generación y uso controlado de energía nuclear le sería posible eliminar montañas, cambiar el curso de

- los ríos, modificar las condiciones atmosféricas y, en general, lograr que la superficie de la tierra y todos sus recursos le fueran más accesibles. Pero el hombre no ha sido capaz, por razones sociales y políticas, de hacer algo diferente a realizar actos meramente simbólicos.

Parece que se esté llegando a una sociedad "tridimensional", desde el punto de vista tecnológico. Se están desarrollando los medios adecuados para considerar y, aún más, llevar a cabo la colonización de buena parte del espacio que circunda este planeta, todo lo cual indica que el hombre no seguirá confinado, como lo estuvo en el pasado, en este pequeño **componente del sistema solar**. El punto clave es, sin embargo, detectar si esta enorme capacidad se desarrolló porque, como una sociedad madura (una que analiza cuidadosamente sus objetivos y necesidades, recursos y tecnología), decidió que era el momento indicado para invertir grandes cantidades de dinero en el esfuerzo espacial. Parece que sí, al menos en parte. Varios científicos percibieron que las comunicaciones con la ayuda de satélites, la navegación en el espacio, el pronóstico de las condiciones atmosféricas, paralelamente con otros usos de la tecnología espacial, podrían constituirse en ingredientes del desarrollo tecnológico y, por supuesto, del bienestar material. La tecnología espacial al permitir, como en realidad lo está haciendo, tener una visión completa de nuestro planeta juega papel importante en los esfuerzos para desarmar los países y las mentes y asegurar el mantenimiento de la paz.

Se ha venido examinando cuidadosamente el valor potencial del esfuerzo espacial y se considera que ese valor excede, por mucho, su costo. Dentro de los beneficios obtenidos se pueden mencionar los avances en las comunicaciones telefónicas y por televisión; mejores sistemas de navegación y control para las líneas aéreas; transmisión de datos indispensables, hoy en día, para mantener el mundo en actividad, incluyendo la intercomunicación entre computadores; y, un detenido examen de la superficie del planeta y de la localización de sus recursos naturales - los de la tierra y el mar - para darles un uso más eficiente y adecuado. Todo ello sin contar los beneficios que vendrán, y que se presienten, en vista de las experiencias pasadas.

Desafortunadamente, y para ser históricamente correctos, el tamaño, el momento en tiempo y los esfuerzos del programa espacial, tal como este se inició, estuvieron todos determinados no por un convencimiento sobre sus beneficios potenciales sino más bien por una obligación de las dos potencias mundiales del momento por mantener y preservar su prestigio - lo que hubiera podido llamarse una "olimpiada científica" en la cual cada uno de los contendores consideraba extremadamente importante, y a veces vital, vencer a su rival a cualquier costo.



Considérese otro dilema que demuestra pasmosa, por no decir que aterradora, inmadurez sociológica. La humanidad está llegando, en este momento, al límite en ciertos avances en el campo de la biología; se tienen abiertos ya los caminos que permiten llegar a los códigos genéticos con lo cual seguramente se descubrirán secretos insondables, hasta ayer, en los procesos de la vida que revelarán las diferencias entre una molécula viviente y una no viviente. Todo esto hace pensar que la capacidad del hombre será mayor para controlar las enfermedades y, muy posiblemente también, para producir alteraciones moleculares que permitirán, en la mente de muchos, tener una mejor especie humana.

En esta hermosa, pero inquietante, época de la tecnología se ha aprendido cómo “extender” la mente humana con la ayuda de implementos electrónicos. Se sabe ya cómo poner a trabajar un grupo de cerebros humanos en asocio de uno de implementos electrónicos para que manejen la información que debe acumularse, almacenarse, procesarse y comunicarse para controlar la actividad del mundo actual. Quizá todo esto permita satisfacer, con medios automáticos, las necesidades materiales de la humanidad. El hombre puede sustraerse, ayudándose en la tecnología, a muchos de los problemas rutinarios que enfrenta hoy y entonces utilizar el tiempo y el talento en menesteres intelectuales - los que le son propios, por lo demás.

Pero todavía no se sabe cómo garantizar que el uso de la nueva tecnología electrónica para el manejo de información alcance, realmente, esos benéficos fines. Hay indicios de que el hombre está siendo usado por la tecnología pero si no es capaz de hacer de la tecnología su sirviente estará perdido, con seguridad. El hombre ha definido su papel en esta era electrónica como el de un simple **robot**, un elemento incógnito en un mundo que no piensa, compuesto por una red masiva e impersonal de computadores, cables, interruptores, transistores, luces intermitentes y sonidos. **Será difícil distinguir entre el hombre y las máquinas!** Todo indica que el hombre tendrá un nuevo socio; habrá un matrimonio hombre-máquina que reemplazará los seres humanos en el manejo de la información y en las actividades intelectuales que conducen este mundo en alguna dirección. Desafortunadamente, al menos hasta el momento, la humanidad no ha encontrado la manera adecuada para modificar la estructura social como para que este matrimonio hombre-máquina sea compatible, saludable y le resulte benéfico. Será parcialmente benéfico, de todas maneras, pero la desadaptación y la confusión que resultarán debido a que el hombre se verá forzado a compartir su mundo, cada día que pasa más y más, con colaboradores máquinas deben, al menos, preocupar y llamar a la meditación.

Con la ayuda de la tecnología se han elevado los estándares de vida en una buena parte del mundo y lo mismo podrá hacerse, fácilmente, en el resto. Los avances en las comunicaciones y el transporte redujeron el tamaño del mundo y se han obtenido, y puede llegarse más lejos, beneficios enormes en todas y cada una de las actividades del hombre. A pesar de todo es más claro, cada día que pasa, que el potencial de la tecnología no ha sido utilizado en toda su magnitud para lograr tener una sociedad mejor, minimizar las dificultades y disminuir la incidencia de las enfermedades. Aún más, aquellos avances tecnológicos que generan beneficios sociales de impacto equivalente tienen consecuencias profundas de tipo sociológico que no se están manejando adecuadamente. No se quiere decir que el progreso social se tenga totalmente olvidado ya que, muy por el contrario, pueden detectarse avances significativos en este campo pero lo que si es cierto es que no llenan ni siquiera parte de las necesidades.

Ahora bien, hay, presumiblemente, dos campos en los cuales el empleo de la tecnología puede considerarse saludable y productivo en la satisfacción de las necesidades de la sociedad, campos en los cuales la tecnología se ha utilizado adecuadamente y el progreso social y el tecnológico han tenido el mismo ritmo. Uno de estos dos ejemplos lo constituye la libre empresa. El capital privado siembra, en buena parte, las semillas y cosecha los frutos que la tecnología puede producir para la sociedad. Los resultados son la consecuencia de una buena concordancia entre las posibilidades de la industria y las necesidades de la sociedad. La presencia de la competencia y el incentivo de las utilidades reúnen la demanda por el producto, de un lado, con los recursos y los conocimientos requeridos para que pueda desarrollarse, producirse y distribuirse, del otro. El sistema está bien lejos de la perfección, y no cubre todo lo que debería, pero trabaja aceptablemente bien, haciendo posible que la sociedad se sirva de una parte sustancial del potencial de la ciencia y la tecnología.

El segundo campo en el cual está bien cimentado el empleo de la ciencia en la solución de los problemas de la sociedad es el de la seguridad nacional. Siempre que existe una necesidad sentida por acciones que aseguren la supervivencia del grupo pero la empresa privada no puede suministrar la tecnología requerida, parece que la humanidad sabe ya cómo poner en orden para ello, con el control y respaldo de los gobiernos, los recursos tecnológicos. Es así como se han creado los sistemas de defensa, de inimaginable complejidad, en los países más desarrollados. Pero el proceso deja también mucho que desear; los resultados son extremadamente costosos y las decisiones y las acciones, por lo general, controvertidas. Sin embargo, en este caso, aunque el hombre no haya aprendido a actuar eficientemente existe, al menos, un matrimonio armonioso "gobierno-industria-ciencia" para producir el material indispensable.

ble para la defensa de las naciones.

Un enorme segmento de las necesidades nacionales permanece aún virgen a la tecnología. Y, a pesar de todo, en este campo - el tercero - la ciencia y la tecnología podrían aportar soluciones parciales y a veces totales. Puede decirse, eso sí, que sin un enfoque que utilice la tecnología en toda su extensión las soluciones no podrán llegar a tenerse en poco tiempo. Las situaciones tienen que ver, para mencionar unas pocas, con el control y el uso de los recursos naturales, con un transporte eficiente en las ciudades, con un transporte interurbano adecuado, con el manejo de la contaminación ambiental, con el desarrollo y rediseño de las ciudades y con el mejoramiento de los sistemas de salud y educación.

Los sistemas mencionados anteriormente se denominarán, de aquí en adelante, **sistemas civiles** y parecen tener muchas características en común pero, principalmente, que son grandes en tamaño y de estructura compleja. Las soluciones - de existir - son extremadamente costosas y exigen una tecnología muy sofisticada. Es imposible hacer algo que valga la pena a no ser que se cuente con la cooperación de varios grupos semi-autónomos que no han estado acostumbrados a trabajar juntos. Estos problemas no pueden resolverse, por lo general, con la prestación de un solo servicio o la creación de un solo producto sino que se requiere un ensamble interactuante de personas y de cosas con el consiguiente flujo de materiales e información, en configuraciones e instalaciones con las cuales se han tenido muy pocos antecedentes, de haberse tenido alguno. Es absolutamente necesario contar con nuevos conceptos, nuevos aparatos, novísimas funciones para la gente e interrelaciones e interconexiones nunca ensayadas antes. Más aún, ese enjambre de subelementos constituye, por lo general, un **sistema** que es ya una desviación de los métodos presentes e históricos para mirar las cosas.

Inclusive el primer paso para la organización de un grupo que sea capaz de mirar íntimamente estos problemas y, tal vez, llegar a propuestas prácticas y con sentido, es difícil; esto solo, ya de por sí, supone una reorganización de la sociedad. Es más, aún en los casos en los cuales se pueda hacer una buena planeación analítica se dificulta la organización de la estructura para el suministro de los recursos, la definición de la autoridad y de la responsabilidad y la consecución de la financiación para implantar la solución.

Parece ser que la actividad privada tampoco pudiera dar una solución rápida y total a los problemas relacionados con los **sistemas civiles**. Para que el sector privado esté en condicio-

nes de dar una respuesta se hace indispensable que en el proceso exista algún "cliente", algún grupo de usuarios o un conjunto de compradores. Tómese, como ejemplo, la contaminación del aire en la ciudad de Cali. Quien pagaría por un programa diseñado para identificar y desarrollar equipos específicos destinados a eliminar la contaminación del aire y que fueran colocados en las industrias, en las casas y en los automóviles? Quien dirigiría e impulsaría su desarrollo y cómo? Cuál sería el mercado? **La relación entre los productos elaborados por la industria y la forma de vida del hombre debe determinarse de alguna manera y en alguna parte.** Podría surgir, aunque parcialmente, de un reconocimiento del problema por parte de la ciudadanía y una vez que este se hubiera adquirido sería posible, entonces, dictar la legislación pertinente.

Esta forma de operar existe, sin dificultades, en los sistemas de defensa de una nación. A pesar de que los Ministerios de Defensa de las naciones más desarrolladas tienen una burocracia enorme muestran unidad y coherencia - una sola dimensión - cuando buscan que la industria privada les suministre un producto bien definido: un sistema de armas. Lo dicho define una relación típica entre un comprador con capacidad económica y necesidades por un producto de un lado, y un proveedor con recursos y facilidades para producirlo y venderlo, del otro. Lo anterior es claro y simple si se le compara con la situación bien compleja y caótica del transporte en las grandes ciudades - en Bogotá, sin ir más lejos. No existe, en estos casos, ninguna relación entre comprador y vendedor, las necesidades no se han definido adecuadamente como para permitir una acción sólida; no puede decirse que exista un grupo que esté en posición de definir estas necesidades, encausar los fondos y asumir la responsabilidad de implantar la solución y operarla después. Y a esta falta de autoridad y acuerdo para el trabajo se suma la confusión que se crea por la presencia de un gran número de grupos independientes, cada uno forzando una u otra solución; y superimpuesta sobre todo ello está la dinámica del área con su rápido crecimiento - agudizando diariamente el problema. No debe olvidarse tampoco el público que lanza quejidos angustiosos y descordinados y nunca una voz unificada y sólida.

Lo que se ha venido diciendo muestra un lado pesimista de la situación, como se aprecia hoy, pero se tiene también uno optimista. Si se escribiera, dentro de unos cien años, una historia del empleo de la ciencia y la tecnología en la solución de los problemas sociales muy seguramente que 1970 aparecería como la década en la cual empezó a tomar cuerpo un movimiento serio e importante para equilibrar el avance social con el tecnológico.

Pero, por qué podría afirmarse esto? Porque es innegable que crece el interés de los ciudadanos por conocer y entender los problemas sociales y porque se puede demostrar hoy, y cada día que pasa con mayor claridad, el potencial de la tecnología para satisfacer las necesidades de la sociedad.

Gente pensante, que vive y trabaja en ciudades que sufren estos problemas, que son universales, se está formulando preguntas como las que siguen. Si se puede suministrar aire puro a un astronauta para que respire en la luna por qué no se puede hacer lo mismo en nuestras ciudades? Si la tecnología permite volar a velocidades supersónicas desde Bogotá hasta cualquier ciudad Europea en un par de horas, entonces por qué no utilizarla, así sea apenas en parte, para llegar más rápidamente y en menos tiempo hasta el aeropuerto? Si se tiene el control para producir cantidades enormes de energía con las cuales podría destruirse fácilmente toda la sociedad - de decidirlo el hombre así - por qué no usarla para eliminar la sal del océano y disminuir las crisis que se presentan periódicamente en algunas ciudades por falta de agua dulce? Si es posible vigilar el latido del corazón de un astronauta que se encuentra en el espacio - a miles de millas del sitio del cual partió - y analizar su situación automáticamente, por qué no proveer inmediatamente todas las camas de los pacientes en todos los hospitales de nuestro planeta con un soberbio instrumental médico? Las revueltas en las ciudades, la pobreza, los suburbios, los problemas médicos, la falta de vivienda, el tráfico, el crimen, la contaminación del aire y de las aguas - son todos problemas que están llegando a unos niveles que crean situaciones que deben calificarse como alarmantes, siendo muy prudentes. El ciudadano que piensa puede, seguramente, reconocer las dificultades presupuestales de los gobiernos a todos los niveles - ciudad, departamento y nación - y los problemas creados por la inflación. Entiende fácilmente que los **problemas civiles** son una combinación compleja de factores sociales, psicológicos, emocionales, culturales y económicos con aspectos tecnológicos. Los **problemas civiles** no son fáciles de resolver y, muy posiblemente, no se cuenta con los recursos, de todo orden, para tratar de solucionarlos en su totalidad. Tampoco se dispone del tiempo necesario para ensayar diferentes alternativas que permitan solucionarlos, parar y luego empezar nuevamente. Estos problemas suponen, por encima de todo, numerosas interrelaciones e interconexiones y es por ello que puede verse, por ejemplo, cómo los problemas de los suburbios están relacionados con la planeación de la ciudad, con pobreza y desempleo y con la falta de educación y adiestramiento para el desempeño de aquellos oficios que exige esta sociedad tecnológica.

Los ciudadanos, sus representantes en el gobierno, los líderes industriales y la confraternidad

académica, todos, desean atacar estos problemas pero están de acuerdo, al mismo tiempo, en que son muy, pero muy, difíciles de resolver. Cada uno está convencido de que es indispensable emplear todos los mecanismos lógicos y creativos para obtener soluciones adecuadas.

Al mismo tiempo, y paralelamente con este creciente interés y preocupación ciudadana, ha ocurrido algo significativo en el campo tecnológico. Gradualmente, durante la última década o las dos últimas, se ha venido desarrollando la **metodología de sistemas** - que se constituyó en ingrediente esencial para el empleo exitoso de la ciencia en la solución de los problemas militares y del espacio. Y ya se está reconociendo que esa metodología es también adecuada para atacar los problemas relacionados con los **sistemas civiles**. En esencia, la **metodología de sistemas**, se está percibiendo como algo clave, como un mecanismo unificador e integrador para la utilización óptima de la ciencia y la tecnología en el proceso de encontrarle solución a los problemas sociales.

### 3. SISTEMAS — ALGO VIEJO PERO TAMBIEN NUEVO

La **metodología de sistemas** centra la atención en el análisis y el diseño **del todo** en oposición al análisis y el diseño de los componentes o de las partes - es un proceso de **síntesis**. Es una metodología que insiste en que el problema debe mirarse como un todo - en su totalidad - teniendo en cuenta todas sus facetas y todos sus parámetros al mismo tiempo; es un proceso con la ayuda del cual se pretende entender cómo interactúan entre sí todos los componentes y cómo se pueden interrelacionar apropiadamente para obtener la solución óptima del problema. La **metodología de sistemas** relaciona la tecnología con la necesidad, los aspectos sociales con los tecnológicos; se empieza, sin duda alguna, por entender claramente el problema, los objetivos que deben dominar la solución y los criterios para la evaluación de las distintas alternativas. La **metodología de sistemas** pretende, como resultado final, describir detalladamente una combinación de hombres y máquinas, con sus funciones claramente definidas, con el uso de materiales especificado y con una estructura para el flujo de información - todo de una manera tal que el sistema completo represente un ensamble compatible, óptimo y adecuadamente interconectado, apto para lograr el desempeño deseado.

Diciéndolo de manera simple, la **metodología de sistemas** no es otra cosa que el empleo del sentido común y la lógica con una base tecnológicamente sofisticada. Es una metodología cuantitativa y objetiva que permite el manejo de grandes volúmenes de datos, requisitos y

consideraciones (a menudo en contradicción) que constituyen el corazón de un problema real complejo; reconoce la necesidad de encontrar puntos de equilibrio - hacer negociaciones - entre los distintos factores en competencia (tiempo vs. costos, por ejemplo); permite construir modelos y conducir simulaciones de manera que se pueda pronosticar o predecir, según el caso, el desempeño del sistema antes de que se ponga en operación; y, además, hace posible la selección de la mejor alternativa para solucionar el problema que se tenga entre manos.

Parece importante, después de haber dicho lo anterior, que se tenga en cuenta que la **metodología de sistemas** no es, en realidad, un concepto nuevo pero que tampoco es arcaico; sí sería presuntuoso considerarla como una nueva disciplina intelectual. Es muy posible que la palabra **sistema**, en la forma en la cual se definió en la introducción de este escrito, sea familiar y conocida por muchos. Seguramente que se ha oído mencionar asociada con el "sistema telefónico", los "sistemas de producción y distribución de energía", los "sistemas de transporte", el "sistema tributario", el "sistema legal", el "sistema educativo", el "sistema de salud", el "sistema económico", etc. La palabra **sistema** trae inmediatamente a la mente la idea **del todo**, la combinación de muchas partes, la agrupación de hombres y máquinas, el ensamble de componentes o subsistemas todo, es claro, para llevar a cabo una labor determinada. Y no se escapa a nadie que se trata de un concepto que no es de ahora. Pero es aún más viejo el concepto de que para atacar con éxito y efectivamente un problema de cierta envergadura debe serlo en forma organizada. Cuando se construyeron obras tales como la Esfinge, las carreteras de Roma, el puente de Londres, el Canal de Panamá y los trenes subterráneos de la ciudad de Nueva York tuvo que haber, en cada momento, algún ciudadano cuya responsabilidad era precisamente relacionar la tecnología con los objetivos, con el medio social, con los recursos disponibles, con las limitaciones en tiempo y con los aspectos económicos que tuvo bajo su responsabilidad el análisis del proyecto y de las relaciones con la sociedad que iba a servirse de él y que, finalmente, reconoció que había un sinnúmero de alternativas para llevarlo a cabo. No se llegó al sistema telefónico y a los sistemas de generación y distribución de energía eléctrica porque cayeron del espacio y al azar, partes e implementos que luego empezaron a trabajar en conjunto, tal vez por accidente.

En los momentos cruciales del desarrollo de todos estos sistemas se contó con la presencia de grupos de analistas y de diseñadores, de profesionales que entendieron claramente que no les sería posible crear un buen **sistema** sino lo diseñaban combinando, de manera apropiada, los factores sociales y los tecnológicos. Debieron tener en cuenta los factores económicos,

políticos, financieros y científicos y buscar un balance compatible con todos ellos. Los expertos asignados a estas labores tenían objetivos muy precisos porque de lo contrario no hubieran realizado un buen diseño de sistemas y debían tener, además, criterios muy claros para juzgar las alternativas disponibles. Aquellos que decidieron respaldarlos o los dueños del dinero o las entidades gubernamentales que adjudicaron los contratos, percibieron también la existencia de un número enorme de respuestas y, además, que debían seleccionar una sola con alguna relación con la sociedad que demandaba la solución y que sería la encargada de juzgar el resultado.

Naturalmente que no es necesario ser un “profesional” para utilizar la **metodología de sistemas**. Cuando un ciudadano común enfrenta un problema de cualquier clase - preparar un presupuesto, escoger el lugar para vivir o qué trabajo aceptar, diseñar una silla, producir puntillas, construir una casa, seleccionar la ruta para hacer un viaje, etc. - le es indispensable ser lógico, usar sentido común y considerar objetivamente todos los factores relevantes asociados con su problema. Debe recordarse que hay un número casi que infinito en alternativas para alcanzar cualquier objetivo y para hacer las cosas “mejor”, siempre y cuando que los objetivos y los criterios sean claros o si, al menos, se tiene alguna idea sobre las prioridades entre las soluciones alternativas. La **metodología de sistemas** es indudablemente, en ese sentido, viaje. Si el problema es fácil de entender y las soluciones posibles no son difíciles de identificar, de optimizar y comparar, el empleo de la **metodología de sistemas** se justifica por conducir al uso de la lógica y del sentido común, y únicamente por ello. La **metodología de sistemas** sí parece ser algo nuevo si se la asocia con la presencia de un grupo interdisciplinario de expertos y con la elaboración y posterior ejecución de una lista de elementos cuantificables y del análisis de cada detalle y de cada interacción.

Qué es, entonces, lo que en realidad la hace aparecer como algo nuevo? Qué justifica hablar de una metodología “movilizadora” y que está lista para encontrar, al emplearla, la solución a los grandes **problemas civiles**? Quizá sea, parcialmente, por la velocidad a la cual se han venido desarrollando, en los años recientes, las herramientas propias de la **Ingeniería de Sistemas**; en parte, también, por la necesidad de utilizar esta metodología en los programas espaciales y de defensa en los países desarrollados; y, además, como consecuencia del aumento creciente en las necesidades de la sociedad y que para poder satisfacerse han exigido y justificado avances tecnológicos en grande escala y, por consiguiente, de las técnicas propias de la **metodología de sistemas**.



Hay hoy, si se hace una comparación con la situación existente hace una o dos décadas, un número sustancialmente mayor de profesionales preparados y capaces para enfrentar problemas interdisciplinarios, que saben cómo asociar las distintas facetas de una tecnología con las de otra y relacionarlas con todos los aspectos no tecnológicos que caracterizan los problemas de nuestros días. Todo indica que si un grupo pretendiera considerarse como profesional en el empleo de la ciencia a la sociedad una parte debería, necesariamente, conocer bien esa sociedad, calificación que sería esencial para contar con un grupo competente especializado en **sistemas**.

En este sentido, entonces, un buen grupo de **análisis de sistemas** debería contar con profesionales en matemáticas, física, química, en otras áreas de las ciencias físicas, en las variadas ramas de la ingeniería, en economía, en ciencias políticas, en psicología, en sociología, en administración, en gobierno, etc. El **profesional en sistemas** sabe cómo enfocar y atacar los problemas de interacción entre estos especialistas, interacciones que caracterizan cualquier situación práctica. Es importante hacer énfasis en lo expresado anteriormente porque se piensa, muy a menudo, que la **metodología de sistemas** implica que ingenieros conocedores de los detalles de la tecnología, pero sin ningún conocimiento de los seres humanos y de la forma en la cual funcionan los sistemas sociales, revolucionarán estos sistemas; que hacen su trabajo automatizando todo o entregando todos los hechos a un computador para que suministre la respuesta correcta. Esta idea es total y absolutamente errada pero, es más si fuera correcta la **metodología de sistemas** sería inadecuada para encarar situaciones en las cuales tuvieran algo que ver los seres humanos. Indudablemente que si la **metodología de sistemas** significara únicamente el empleo de la tecnología en los aspectos tecnológicos de un problema humano, se necesitaría entonces buscar un nuevo enfoque - más amplio y con una mayor cobertura - para encarar el problema global y tener en cuenta los factores sociológicos y tecnológicos en adecuado y correcto balance.

La **metodología de sistemas**, tal como se ha venido describiendo, implica mucho más que tecnología. Es indudable que la **metodología de sistemas** ha venido gozando de atención creciente debido, tal vez, a que se cuenta ya con grupos interdisciplinarios y también a que esos grupos han ideado, diseñado y construido herramientas como para que pueda decirse que existe una "capacidad" para atacar de manera frontal los complejos problemas sociales. Los "interdisciplinarios" son "generalistas" capaces de reunir la habilidad y las destrezas de especialistas y crear un sentido unificado de sus relaciones.

Se ha dicho que se tienen a la mano herramientas para hacer más efectivos a los especialistas en sistemas. Se cuenta, por ejemplo, con computadores electrónicos de gran capacidad con los cuales es posible el manejo de información básica para llevar a cabo análisis cuantitativos que buscan la optimización. Los problemas a los cuales se ha venido haciendo referencia son de amplia cobertura y el volumen de datos y la complejidad de las interacciones son realmente asustadores. Para organizar esos problemas se debe contar con individuos calificados que, a pesar de la avalancha de situaciones confusas a considerar, hayan aprendido a ser objetivos, lógicos y cuantitativos; con el computador como colaborador serán capaces de conducir análisis detallados, en períodos razonablemente cortos de tiempo, que hubieran sido irrealizables hace apenas unas pocas décadas.

Pero, cabría preguntar, sería de algún valor movilizar talentos - expertos, científicos y técnicos - con todas sus herramientas para realizar un esfuerzo que busca un desempeño mejor? Un alto porcentaje, podría decirse que un cuarenta por ciento, del ingreso nacional bruto estará representado, en la próxima década, en esfuerzos en campos de los que se han llamado en este escrito **sistemas civiles** - transporte, desarrollo urbano, sistemas de información, control de la calidad del medio ambiente, facilidades médicas y educativas, etc. El verdadero **valor** que esa suma de dinero represente para la sociedad puede alterarse, en sentido positivo, si esos esfuerzos se conciben y dirigen apropiadamente, si se organizan bien y se operan eficaz y eficientemente. El empleo del método científico y de la tecnología de manera adecuada - y esto es lo que la **metodología de sistemas** hace - puede aumentar considerablemente el **valor** del trabajo realizado. Los costos ocasionados por la utilización de la **metodología de sistemas** representarán una pequeñísima fracción del **valor** adicional obtenido por su utilización, si es exitosa.

Los comentarios precedentes se refieren a una parte de la torta sino a la escogencia de los ingredientes y a la manera en la cual debe hornearse para que su sabor sea agradable, para que cueste menos, sea nutritiva y fácilmente digerible.

#### 4. UNA POSIBILIDAD INTERESANTE Y SIMPLE

El autor ha tenido algunas experiencias en el análisis de sistemas de bienestar social y al realizar esos trabajos identificó siempre dos puntos de sumo interés: primero la necesidad de uti-

lizar la **metodología de sistemas** al tratar de enfocar los problemas relacionados con la sociedad - cualquiera de los **problemas civiles** - no solamente por la complejidad de cada uno de ellos, considerados independientemente de los demás, sino porque todos están interrelacionados de manera estrecha; y, en segundo lugar, la imposibilidad de enfrentar, en esta época, un problema con los conocimientos que proporciona una sola profesión.

También es evidente, además, la importancia de contar con actividades que permiten a los profesionales adaptarse al trabajo en grupo, a la intercomunicación con miembros de otras disciplinas y a buscar la manera de que su profesión - la de cada uno - tenga proyecciones de carácter social al resolver **problemas civiles** - al ser capaces de analizar adecuadamente **sistemas civiles** - dando el peso apropiado a los aspectos tecnológicos y a los no tecnológicos. No es equivocado pensar que grupos de esta clase - que en otros medios sería necesario conformar ad-hoc - existen naturalmente en el medio universitario faltando únicamente, para que se hagan sentir, que se les señale un objetivo común.

Se incluye a continuación una descripción breve y simple de un proyecto de investigación diseñado por el autor con el fin de entender mejor las relaciones que existen entre los siguientes factores que definen, en parte, el proceso de desarrollo de una comunidad, desarrollo medido por el nivel de desnutrición de la población:

Saneamiento Ambiental

Enfermedades

Alimentación

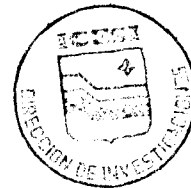
Vivienda

Atención Médica

Ingresos

Educación

Estructura de la población



lizar la **metodología de sistemas** al tratar de enfocar los problemas relacionados con la sociedad - cualquiera de los **problemas civiles** - no solamente por la complejidad de cada uno de ellos, considerados independientemente de los demás, sino porque todos están interrelacionados de manera estrecha; y, en segundo lugar, la imposibilidad de enfrentar, en esta época, un problema con los conocimientos que proporciona una sola profesión.

También es evidente, además, la importancia de contar con actividades que permiten a los profesionales adaptarse al trabajo en grupo, a la intercomunicación con miembros de otras disciplinas y a buscar la manera de que su profesión - la de cada uno - tenga proyecciones de carácter social al resolver **problemas civiles** - al ser capaces de analizar adecuadamente **sistemas civiles** - dando el peso apropiado a los aspectos tecnológicos y a los no tecnológicos. No es equivocado pensar que grupos de esta clase - que en otros medios sería necesario conformar ad-hoc - existen naturalmente en el medio universitario faltando únicamente, para que se hagan sentir, que se les señale un objetivo común.

Se incluye a continuación una descripción breve y simple de un proyecto de investigación diseñado por el autor con el fin de entender mejor las relaciones que existen entre los siguientes factores que definen, en parte, el proceso de desarrollo de una comunidad, desarrollo medido por el nivel de desnutrición de la población:

Saneamiento Ambiental

Enfermedades

Alimentación

Vivienda

Atención Médica

Ingresos

Educación

Estructura de la población

