



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

Calí, 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 indispensa-

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 desordenados 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



El procedimiento que se sigue no es otro que el adoptado en cualquier laboratorio de investigación con la única diferencia de que en este caso el laboratorio está conformado por los grupos de la comunidad que se desea conocer para encontrar la forma en la cual cada uno de los ocho factores anteriormente mencionados interviene en su desarrollo integral.

Se cree que los factores mencionados son determinantes del desarrollo aunque no se sepa aún cómo participa cada uno de ellos y mucho menos, es claro, cómo lo hacen cuando, como sucede en la realidad, actúan todos al tiempo.

Se incluye, como ilustración, una explicación breve del **Experimento sobre los Efectos del Saneamiento Ambiental**, el primero de los factores anotados. La metodología seguida es igual para todos los demás; se trata de medir el efecto que pueden producir ciertos cambios introducidos en uno de los factores sobre los otros siete y, consiguientemente, sobre el todo.

4.1 Experimento sobre los Efectos del Saneamiento Ambiental.

Ante todo se hace necesario encontrar y definir algunos elementos medibles y decidir la escala de medida así como también ciertos coeficientes de ponderación para esos factores.

En el caso del saneamiento ambiental se escogen, de acuerdo con los Ingenieros Sanitarios, tres elementos cada uno con diez características definidas. Esas características son medidas en una escala de 0 a 1, siendo 1 la situación ideal y 0 la carencia absoluta de esa característica.

Los elementos considerados en saneamiento son agua potable, aguas negras y animales. En agua potable las características son cloro, yodo, sales, etc.; en el caso de aguas negras los mecanismos para su disposición; y en los animales la presencia de ratas, insectos, cucarachas, etc. A cada característica se le asigna, como se dejó dicho, un valor entre 0 y 1, valor que a su vez tiene su correspondiente coeficiente de ponderación. La suma de las características, multiplicadas por sus respectivos factores de ponderación, y dividida por el número de ellas dará el valor del elemento en cuestión y, luego, la suma de los valores de los tres elementos dividida por tres dará una medida del **grado de saneamiento** de la comunidad. Es así posible, en términos definidos y precisos, comparar dos comunidades y concluir algo acerca de sus condi-

ciones de saneamiento y la forma en la cual se ven afectadas por los distintos factores en consideración. Se tiene entonces:

$$E_{\text{agua p}} = \frac{\sum k_i f_i}{N_{\text{agua p}}}$$

$$E_{\text{aguas n}} = \frac{\sum k_j f_j}{N_{\text{aguas n}}}$$

$$E_{\text{animales}} = \frac{\sum k_e f_e}{N_{\text{clases de animales}}}$$

$$C_{\text{saneamiento}} = \frac{E_{\text{agua p}} + E_{\text{aguas n}} + E_{\text{animales}}}{3}$$

A falta de un término mejor se da el nombre de **centroide** al valor $C_{\text{saneamiento}}$ (lo mismo que sucedería con todos los demás).

Es claro que, como en cualquier experimento, pueden hacerse hipótesis que luego serán confirmadas o infirmadas. Así por ejemplo, se cree que cambios en el grado de saneamiento modificarán, a corto plazo, los ingresos debido a su efecto sobre el factor enfermedades; así mismo, se cree que afectarán, pero solamente a largo plazo, la educación y la estructura de la población.

4.2 El Modelo del Experimento sobre los Efectos del saneamiento ambiental.

Se presenta, en la Figura No. 1 en forma de Diagrama de Flujo el Modelo del Experimento sobre los Efectos del Saneamiento. Se indica, con líneas más gruesas, la par-

te que se ataca primero - los efectos a corto plazo - y en líneas delgadas aquellas áreas en las cuales no se esperan cambios sino a largo plazo.

Siguiendo el Diagrama puede aclararse el proceso. Se introducirán cambios, una vez medidas las condiciones iniciales de la comunidad, en tres aspectos controlables (parte inferior derecha del Diagrama de la Figura No. 1): comportamiento sanitario de los habitantes, condiciones sanitarias de las viviendas y saneamiento ambiental. Se trata de medir el efecto que tienen estos cambios sobre el nivel de nutrición de la población y sobre la incidencia de ciertas enfermedades como tuberculosis. Naturalmente que podría haberse escogido otro indicador para el nivel de desarrollo diferente a nutrición.

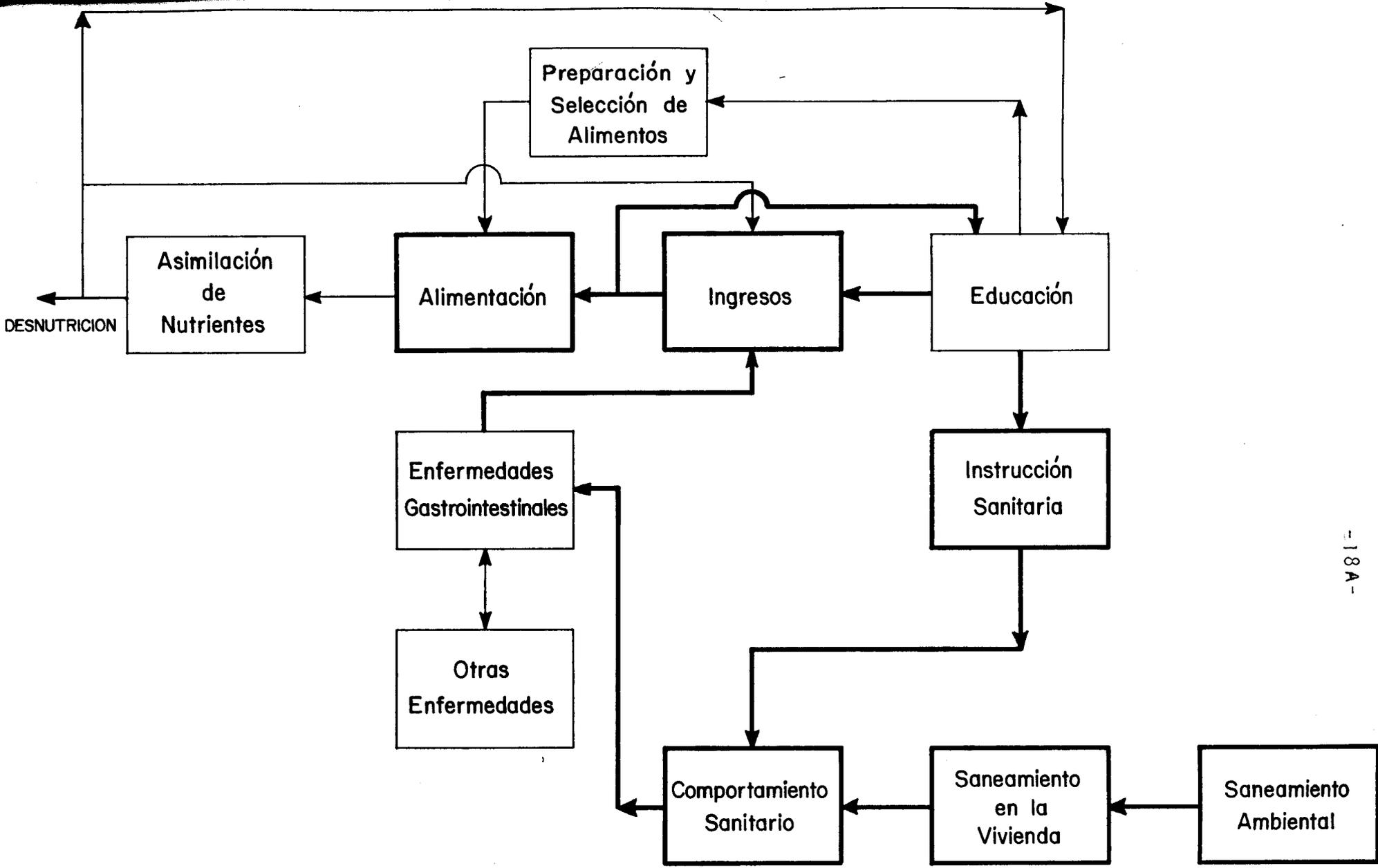
Se cree que cambios en saneamiento, a través de los tres aspectos anotados, disminuirán la incidencia de enfermedades gastrointestinales con lo cual se aumentarán los días trabajados por los miembros de la comunidad y, consiguientemente, se generará un mayor ingreso; se cree también que con un mayor ingreso se harán mayores inversiones en alimentación, disminuyendo la desnutrición. Como puede verse en el Diagrama existen otras líneas de influencia. Es muy posible que no se invierta en alimentación todo el ingreso adicional sino que parte vaya a educación aumentando aún más, así se espera, los ingresos y cambiando el comportamiento sanitario de los individuos; pero, además, con más educación tal vez pueden obtenerse resultados más benéficos de la alimentación como consecuencia de una mejor preparación de los alimentos y de hábitos de compra más refinados.

El proceso mencionado es idéntico para los otros siete factores anotados y que se cree son determinantes del desarrollo y del bienestar de una comunidad.

Vale la pena anotar que al ser la medida de las características de los factores algo muy subjetivo y dependiente, en gran parte, de quienes las efectúen, deben ser hechas por grupos diferentes para compararse y clarificarse luego cuando de la comparación resulten diferencias apreciables.

4.3. Una Metodología generalizable

Como puede apreciarse fácilmente se trata de una metodología generalizable ya que es, simplemente, un uso más del método científico. Podría identificarse algo diferen-



EFFECTOS DEL SANEAMIENTO
 Figura No. 1

te a una estructura lógica de pensamiento y un claro deseo de que lo hecho esté al alcance de todos? Lo simple es lo único realizable.

Si el experimento resulta, nada impide que la metodología se emplee en otros sectores y regiones del país y en otros países. Tampoco sería difícil extenderla a otros sistemas civiles previa identificación, claro está, de los factores relevantes y de las características de cada uno de ellos.

5. LIMITACIONES DE LA METODOLOGIA DE SISTEMAS

Después de los comentarios anteriores, no se escapa a nadie que con la implantación de la metodología de sistemas se estará en condiciones de enfrentar problemas que son por naturaleza serios y difíciles.

Mientras que el poner en práctica la metodología de sistemas implique simplemente el uso de objetividad, lógica y sentido común automatizado, sería inexcusable no usarla, independientemente del problema que se tenga entre manos. Pero la cosa no es tan simple. Se debe ser cauteloso en el uso "formal" de la metodología de sistemas, es decir, aquel que supone la existencia de un grupo de expertos en el enfoque de sistemas - la dignificación del problema y de la metodología que está implícita - ya que involucra conceptos que pueden utilizarse equivocadamente o, en el mejor de los casos, ser mal entendidos, acogidos con ligereza y conducir a propuestas insatisfactorias que le hagan más mal que bien a lo que es en realidad esta metodología.

Considérese una situación en la cual se esté decidiendo qué cobertura darle el problema en cuestión. Supóngase que se trata de planear un nuevo hospital y que para ello debe analizarse la introducción de cambios en la práctica de la medicina, de modificaciones a las políticas gubernamentales, a los Seguros Sociales e instituciones similares, de cambios en la edad y en el crecimiento de la población. Son tantos los aspectos relevantes, por no decir que dominantes, que deben tenerse en cuenta para encontrar las respuestas apropiadas que lo primero que se ocurre, en un deseo por ser completos, es que se está tratando de organizar un sistema que produzca el nivel óptimo de salud para la población de la zona de influencia del nuevo hospital. Bien, pero esa zona tiene relaciones con áreas vecinas dentro de su departamento y este departamento las tiene con el resto de la nación y la nación, a su vez, con las nacio-

nes vecinas. Cuando se pretende tener una cobertura muy grande y no dejar nada por fuera, la **metodología de sistemas** puede llegar a ser absurdamente ambiciosa e impráctica. De allí la necesidad de enfrentar el problema en pequeños ciclos fáciles de analizar y menos complejos en su composición pero, y esto es vital, sin perder de vista que apenas son partes de un todo con el cual tienen relaciones, relaciones que si bien son difíciles de definir y detectar no pueden ignorarse.

En realidad, pensar en cubrir un área demasiado extensa - procurar ser exhaustivos en la cobertura - no conducirá a ninguna parte en el proceso decisorio y, además, se hará un pésimo trabajo de ingeniería de sistemas. No debe olvidarse que uno de los pilares de la **metodología de sistemas** es la optimización y no parece que sea óptimo el embarcarse en una tarea que exija, para recoger la información, cien o doscientos millones de pesos y veinte o treinta años. Un grupo hábil y capaz en sistemas - y lo que se dice es relevante para los factores tecnológicos y para los no tecnológicos o sociales - tratará de reducir el problema y considerará las interacciones con el resto del mundo hasta donde ello sea práctico y necesario.

Pero, cabe preguntar, existen en realidad problemas suficientemente importantes que requieran solución y en los cuales sea indicado el uso de la **metodología de sistemas** pero, además, que sean tan grandes como para justificarlo? Considérese el ejemplo siguiente que parece bueno para ilustrar el punto. Tómese el sistema económico de Colombia - el sistema completo — y en el cual se analizarán dos aspectos para llegar luego a algunas conclusiones.

Puede concluirse, primero que todo, que el problema es enorme y que, indudablemente, se trata de un sistema. Es un complejo de personas, equipos, implementos, información, materiales y flujo de fondos, todo ello dentro de una red extremadamente grande e interconectada que, gústele al hombre o no, define y determina la vida económica del país. El sistema está ahí, diseñado o no, analizado o no.

A lo anterior puede adicionarse otro comentario simple. Aparentemente es esencial que el Gobierno Nacional trate de influir en este sistema, de ajustarlo, de acelerarlo o de frenarlo. Lo dicho es aceptable para la mayoría de los ciudadanos (no para todos, es claro); y la aceptación nace del sentimiento de que el sistema debe controlarse y de que el gobierno se encuentra en una buena posición para hacerlo. En términos generales, los ciudadanos todos desean verse libres de los problemas creados por

los ciclos económicos, por las recesiones y por épocas de vacas gordas y de vacas flacas, al mismo tiempo que se intenta ejercer estricto control sobre las fuerzas inflacionarias y el desempleo y se espera tener una moneda sólida y firme. A nadie se le escapa que el gobierno pueda influir de múltiples maneras en todo lo anterior. Puede modificar el gasto público, controlar las tasas de interés y el medio circulante, implantar reformas tributarias, establecer prioridades, controlar la producción de ciertos bienes y servicios, propiciar el almacenamiento de alimentos, establecer tarifas para los servicios públicos y para algunas actividades industriales y de servicio, aprobar la emisión de bonos y otros beneficios para algunos sectores de la actividad económica, forzar y controlar el uso de recursos naturales, definir salarios mínimos, localizar algunas facilidades del gobierno en diferentes regiones del país, determinar y controlar las rutas aéreas, intervenir en las negociaciones laborales, y miles de acciones más.

El **sistema económico** es un **sistema** en el verdadero sentido de la palabra, encaminado a alcanzar múltiples objetivos.

Ahora bien, se sabe que cuando sucede algo irregular en el sistema como podría ser una tasa de inflación muy alta o tasas de interés excesivas o una disminución en el poder adquisitivo del peso, se dejan entrever profundas diferencias en los conceptos de los expertos sobre las medidas que el gobierno debe tomar y sobre los efectos que las medidas tendrían, de tomarse, fueran ellas buenas o malas, saludables o peligrosas. Sería excelente que se pudiera construir un modelo de todo el sistema y programarlo para ser manejado por un computador electrónico de suficiente capacidad y que permitiera realizar una simulación completa. Sería así posible decidir con anticipación qué hacer y conocer los efectos de la decisión, se podrían comparar varias alternativas considerándolas independientes las unas de las otras o en grupo - y escoger así aquella que satisficiera mejor los objetivos. No hay duda de que así se eliminarían las controversias porque no habría quien dudara en aceptar la respuesta "completa, lógica y óptima" que resultaría de una utilización perfecta de la **metodología de sistemas**.

Debe decirse, sin embargo, que lo anterior no es posible hoy ni tal vez llegue a serlo en lo que queda de este siglo. Porque, primero que todo, no se está en posición de registrar todos los hechos; aún más, reunir siquiera una fracción está muy por encima de los medios de que se dispone para observar, recoger y procesar información. Es

que, sencillamente, el sistema es demasiado grande. Sería necesario descender, en cierta forma, hasta cada contribuyente, cada hombre y cada máquina. Y aún suponiendo que se pudiera conseguir - quizá por arte de magia - toda la información estadística, resulta que los objetivos no están claramente definidos. Pero hay algo más, con el perdón de los economistas, y es que todavía no se entienden claramente las relaciones entre inflación, desempleo, salario mínimo, tasas de interés, impuestos, etc. y, consecuentemente, el conocimiento que se tiene de los principios básicos del sistema es pobre e inadecuado.

Existe, sin embargo, otro punto de vista y que, lo mismo que el anteriormente comentado, es bueno traer a cuento. El punto de vista se desprende de la filosofía de quien acepta que si bien es cierto que no se tiene toda la información se cuenta, al menos, con una parte de la necesaria. Se entienden parcialmente - nunca todas - las relaciones que ligan los componentes más importantes del sistema y ello se debe a que los economistas han logrado progresos considerables en los últimos años paralelamente con la presencia de computadores electrónicos para el manejo de la información económica. Aún más, se han hecho intentos plausibles para relacionar todos los factores, para construir modelos matemáticos con los cuales pronosticar el ingreso nacional bruto en los años por venir y otros ingredientes de la economía, todo ello en función de diferentes suposiciones y actos de gobierno.

Grupos sumamente bien preparados pueden dar ahora solución a algunas partes del problema global con una objetividad que no puede subestimarse; de no aceptar estas soluciones parciales no se podría hacer nada debido a la imposibilidad de enfrentar el problema en su totalidad. Quienes defienden esta posición dicen, palabra más palabra menos: Usted tiene un sistema que le es vital, que existe plázcale o no, entiéndalo o no, y que está demandando de parte suya una acción inmediata; ciertamente que usted preferirá lo lógico a lo ilógico, hechos a corazonadas y objetividad a impulsos emocionales.

Desde este punto de vista no existiría, para la **metodología de sistemas**, un sistema que fuera demasiado grande lo mismo que para la medicina no existe una epidemia incontrolable. El hecho de que sea difícil lograr un éxito total no quiere decir que se deban olvidar aquellas herramientas y procedimientos que prestan hoy ayuda parcial.

Afortunadamente la mayoría de los problemas sociales que esperan solución en Colombia no son tan grandes como el sistema económico nacional. Es posible, desde todo punto de vista práctico, aislar partes de problemas más grandes y llegar a conclusiones cuya utilidad permita decir que el uso de la **metodología de sistemas** fue de valor. Piénsese nuevamente, así sea por un momento, en el ejemplo que se describió de manera breve en el numeral anterior!

Es importante, finalmente, mencionar otra limitación de la **metodología de sistemas** y que se relaciona con el manejo de los factores “desconocidos” - pesar la importancia de las reacciones de los seres humanos, por ejemplo, o presentir las influencias políticas o tratar con hechos no técnicos que dejan poco campo para ser medidos y cuantificados. Muy a menudo cierta información que teóricamente se encuentra disponible no puede recogerse porque se tardaría mucho en hacerlo o porque el costo sería prohibitivo. Esta limitación no es solo un problema sino una fuente de incompetencia en el empleo de la **metodología de sistemas** y, además, una excusa para no hacer uso de ella en situaciones en las cuales podría ser de utilidad.

El profesional en sistemas, muy especializado pero entusiasta, puede llegar a enamorarse del lado tangible - cuantitativo y tecnológico - del problema debido a la carencia de información sobre otros aspectos relevantes del mismo. Supondrá algo sobre lo desconocido y dejará esas suposiciones en lo más profundo de su mente y en letra menuda en su informe escrito. Podrá optimizar las relaciones entre los parámetros que él y su computador pueden relacionar y de allí concluir que su diseño es “óptimo” -y todo ello aunque las desviaciones con respecto a las suposiciones hechas sobre lo desconocido puedan llegar a determinar que haya otro diseño mejor.

Sería igualmente equivocado por parte de quien debe tomar decisiones, consciente de la importancia de lo desconocido - de los elementos no cuantificables y no medibles de su problema - considerar que la **metodología de sistemas** no fuera aplicable. No debe aceptar, quien toma las decisiones, que tiene que conformarse con una utilización pobre e inadecuada de la metodología de sistemas, una en la cual, como se dejó dicho, se le dé peso excesivo a los aspectos medibles pero menos importante y conduzca a respuestas arbitrarias y equivocadas.

El procedimiento correcto supone el empleo competente de la **metodología de sistemas** en la solución de problemas complejos, tratar de encontrar hechos, utilizar herramientas analíticas

cuando sea posible y agregar juicio y flexibilidad de selección a quien toma las decisiones y quien debe incluir con el peso adecuado, para integrarlas con el resto, las mejores suposiciones sobre los elementos no cuantificables que su juicio le indique.

6. EL FUTURO DE LA METODOLOGIA DE SISTEMAS

Parece haber quedado claro, por todo lo dicho en este escrito, que el grueso público estaría dispuesto a aceptar la **metodología de sistemas** y que empieza a contarse ya con profesionales que la pueden utilizar para encontrarle solución a un sinnúmero de problemas prácticos. Pero, hay que decirlo, no se está todavía en condiciones para emplearla ampliamente. Es una verdad de Perogrullo que la humanidad sabe que tiene problemas y que desea enfrentarlos. Se aprecia también que la mayoría de estos problemas tiene un ingrediente tecnológico y se empieza a reconocer que si la tecnología se puede amalgamar apropiadamente con aspectos que no son de naturaleza técnica - con los factores propios de la economía, la sociología y las fuerzas políticas - podría contarse con una herramienta nueva y superior para manejar estos problemas. Cómo romper el patrón actual de esfuerzos fragmentarios, hechos aquí y allá, y darle nacimiento a una actividad que esté siquiera cercana a la requerida para atacar oportunamente los problemas del momento? Para responder la pregunta anterior vale la pena anotar que la **metodología de sistemas** contiene en sí misma los elementos indispensables para ampliar y aumentar su propio empleo. Se trata de una metodología que es capaz de romper cuellos de botella y que a medida que se utiliza va siendo más y más fácil de emplear.

Parece, entonces, que la **metodología de sistemas** constituya, a menudo, un primer paso para articular los objetivos que podrían haberse entendido anteriormente de manera muy cruda. Si el trabajo de sistemas se lleva a cabo competentemente, le son inherentes la lógica y la cuantificación tanto como sea ciertamente posible. Se sabe con certeza lo que se obtiene por lo que se paga. Cuando se palpen los resultados de los sistemas se sabrá, al mismo tiempo, su costo. Es probable también que las economías en costos excedan considerablemente los desembolsos hechos para conducir el análisis, en caso de haber utilizado un diseño óptimo para realizarlo.

Un esfuerzo de sistemas, iniciándose con el reconocimiento de todos los hechos y la recolección de los datos, describe el desempeño, los costos, los equipos, el material y los flujos de información y, además, los recursos humanos requeridos para llevar a cabo las tareas prescritas. Muestra cómo se integra el sistema propuesto con las operaciones existentes. La **meto-**

dología de sistemas responde, cuando se emplea adecuadamente, buena parte de las preguntas que se formulan todos los que participan en el proceso decisorio, tratase de un funcionario de gobierno, un hombre de negocios, un director de hospitales, un votante o un profesional. Uno de estos debería hablar sobre la posición pública o personal a asumir; otro debería comprometer su capital en un esfuerzo riesgoso para iniciar el desarrollo de un equipo que podría ser comercializable y que formaría parte del sistema; y, aún más todavía, otro tendría que concebir la forma en la cual el sistema encajaría dentro de la sociedad.

El ritmo al cual se emplean la ciencia y la tecnología en la tercera área de la sociedad - los **sistemas civiles** - se aminora debido a que los problemas son difíciles, complejos, entendidos pobremente y controvertidos e involucran demasiados grupos semiautónomos - todos tratando de defender sus propios intereses. En muchas oportunidades no se concibe cómo hacer algo a no ser que se logre, de alguna manera, un nuevo nivel de objetividad. Las posibilidades deben salir de una "plataforma" con amplia cobertura que considere todos los factores y determine en detalle criterios para juzgar los varios enfoques alternativos. Se deben colocar sobre el tapete puntos concretos en relación con las alternativas y con las consecuencias de adoptarlas o, en su defecto, de no hacer absolutamente nada.

La **metodología de sistemas** aparece más esencial por ser una herramienta que induce a la acción. Este estímulo se hace absolutamente necesario en una sociedad compuesta por personas que deben, en su mayoría, moverse paralelamente y unidas en su pensamiento, aprobar, interesarse y apreciar antes de que se inicie la acción. De hecho, hoy en día, la acción se realiza ante la crisis, se actúa por reacción o no por previsión; no se hace nada antes de que el problema se haya tornado crítico. Y, muy posiblemente se procede, ya en ese momento, sin ningún control e impulsados por reacciones emocionales. El hábito de emplear la **metodología de sistemas**, de ser algo posible de adquirir, generará un flujo estable de indicios para predecir y prevenir los efectos catastróficos de la falta de acción.

Se tiene aún otro punto importante en relación con la forma en la cual la **metodología de sistemas** debe participar en los avances sociales, en una búsqueda decisiva de soluciones para los problemas que aquejan a la sociedad. La **metodología de sistemas** sugiere innovación organizacional, innovación casi que indispensable en la estructura social si se pretende llegar a controlar los problemas que quedan aún por resolver. La **metodología de sistemas**, al detectar las interrelaciones entre los varios aspectos de un problema y al integrarlas teniendo en cuenta para ello los balances apropiados, los compromisos y las optimizaciones sienta

automáticamente la base para algo más y que es la puesta en marcha del sistema. Una metodología práctica de sistemas utilizada en cualquier problema existente debe contemplar la fase de la implantación de la solución después de realizados el análisis y la síntesis. Y también muestra la forma en la cual los factores interrelacionados e interactuantes deben mantenerse bajo control con la ayuda de información apropiada y de procedimientos decisivos claros.

Podría ser que la **metodología de sistemas** indicara, cómo descontaminar una arteria fluvial en la cual dispusieran sus desechos varias ciudades y cuyo flujo fuera empleado aguas abajo, en diferentes formas, por las industrias y la población. La **metodología de sistemas** mostraría qué podría hacerse, cuánto costaría, por qué sería benéfico y consideraría también todos los aspectos negativos tales como la necesidad de reubicar algunas operaciones industriales. Incluiría también los desembolsos necesarios para la reubicación y al hacerlo confrontaría los efectos negativos tales como las dislocaciones con sus costos e impacto sobre los seres humanos, por un lado, con los beneficios que obtendrían esos mismos seres humanos, por el otro. Ahora bien, si todos los aspectos anteriores se hubieran considerado de manera amplia y objetiva y si los habitantes del área desearan, por mayoría considerable, seguir adelante y comenzar a dar los pasos requeridos, necesitarían, obviamente, una organización que tuviera el poder para hacerlo. Y la **metodología de sistemas** indicaría qué clase de organización tener, con qué poder y responsabilidades, sobre qué aspectos de la sociedad, controlada en qué forma, si se deseara realmente llegar a tener una solución viable y práctica.

No es muy útil llevar a cabo un análisis de sistemas que muestre la incidencia de ciertas enfermedades infecto-contagiosas y la forma de disminuirla a no ser que existan algún tipo de legislación que controle el área geográfica en su totalidad, y no solamente una de las ciudades que la componen, para así poder implantar las reglas, las regulaciones y las prácticas que sean requeridas. Un estudio de sistemas del problema anterior no se puede manejar adecuadamente a no ser que sus resultados hagan evidente qué reglas y qué organización se necesitan para el control.

Ahora bien, qué tanto tiempo tomará desarrollar en su totalidad y emplear ampliamente en Colombia la **metodología de sistemas** como para que sea efectiva para señalar la forma de lograr la acción, para colaborar en la clarificación de objetivos y guiar en las modificaciones organizacionales de la estructura social de manera que pueda hacerse un uso pleno del

poder de la lógica y del análisis? Puede requerirse, perfectamente bien, una década antes de que se pueda decir que la metodología de sistemas está siendo utilizada, en gran escala, para alterar el desbalance existente entre los avances tecnológicos y la rezagada madurez social. En diez años más la batalla podría haberse liberado y el conflicto presentarse entonces entre las necesidades crecientes, de un lado, y el empleo de la **metodología de sistemas** en el campo de los sistemas civiles, por el otro. Después de ello, puede llegar a necesitarse otro par de décadas con un empleo intenso de la **metodología de sistemas** para tener bajo control estos problemas. En un lapso de aproximadamente unos diez años, los ciudadanos, el congreso, los gobiernos de las ciudades y de los departamentos, los industriales con influencia y los hombres de la ciencia y la tecnología, pueden llegar a convencerse de la importancia de un buen enfoque de sistemas, cualquiera que sea el nombre que se le dé. Y alrededor de ese momento aparecerá otro cuello de botella que será la escasez de buenos profesionales en sistemas. Y al decir esto naturalmente que se incluyen, como siempre, no solamente los técnicos - aquellos que tienen una especialización formal en ingeniería o ciencias físicas - sino también los miembros del grupo que no son técnicos - los economistas, los científicos políticos, los psicólogos, los educadores, los expertos en comportamiento humano, etc. Ciertamente que se tendrá, en una década más, un buen número de grupos especializados en la **metodología de sistemas** listos a trabajar para encontrar la solución de cualquier problema que surja. Se está sintiendo ya la presencia de esos grupos advirtiendo, claro está, que llegar a tener un desempeño de excelencia es otra cosa. El trabajo es difícil. Lograr acoplar los expertos en tecnología con especialistas en los aspectos no técnicos, en grupos de trabajo que tengan imaginación y juicio no se logra tan rápidamente como sería de desear. Las herramientas con que cuentan los profesionales en sistemas también deben mejorarse y extenderse.

Quizá tal vez el cuello de botella que limitará más el flujo de análisis de sistemas y de diseños útiles lo constituya la capacidad limitada del hombre para medir, simular y verificar sistemas y componentes de sistemas que dependan de las reacciones de los seres humanos. Se tendrán que desarrollar mejores procedimientos para identificar preferencias, juzgar necesidades, presentar posibilidades y evaluar alternativas en el caso del sinnúmero de sistemas y de partes de sistemas que tienen relación directa con el factor humano o que, como sucede en muchos casos, están dominados por ese factor.

Es grato imaginarse ese momento en el futuro, en el cual lo único que se interpondrá en el camino hacia una total utilización de la lógica, la objetividad y todas las facetas de la ciencia y la tecnología será no poder contar con profesionales adecuadamente preparados en canti-

dad suficiente. Este será el comienzo de la edad de oro. Una vez que la mayoría de los seres humanos estén “casados” con la lógica y la objetividad para la obtención de las soluciones que demandan los problemas de la sociedad, ciertamente que el mundo será mucho mejor. Podrá ser, entonces, posible decir algo bien importante y es que, por fin, la ciencia y la tecnología están siendo utilizadas al máximo en bien de los seres humanos.

7. CONCLUSIONES

El cambio tecnológico ha sido tan veloz que paralelamente con sus beneficios ha generado numerosos problemas debido a que no se han producido cambios sociales con la misma rapidez. No quiere decir esto que el progreso social esté totalmente olvidado pero sí que los avances en este campo no están de acuerdo con las necesidades.

El mundo es un engendro de progreso tecnológico y de primitivismo social. Parece que el hombre está siendo utilizado por la tecnología y estará perdido mientras la tecnología no se constituya en su sirviente. Todo indica, de todas maneras, que el hombre tendrá una nueva compañera y que será reemplazado por un matrimonio hombre-máquina en el manejo de la información y en las actividades intelectuales que hacen que el mundo camine en alguna dirección. Se deben hacer todos los esfuerzos posibles para que ese matrimonio sea armonioso y estable.

Hay dos aspectos en los cuales el empleo de la tecnología, para suplir las necesidades de la sociedad, ha sido relativamente saludable y productivo: la libre empresa y la seguridad nacional. Permanece aún un enorme segmento de las necesidades nacionales virgen, desde todo punto de vista práctico, a la tecnología a pesar de ser uno en el cual podría contribuir eficientemente con soluciones parciales o totales - se trata de los **sistemas sociales**. Pero, debe decirse, que sin una metodología que utilice masivamente la tecnología las soluciones están muy lejanas, por decir lo menos.

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 aparecería 1970 como la década en la cual se empezaron a equilibrar los avances tecnológicos con los sociales. La preocupación ciudadana por sus problemas se hizo presente, quizá por primera vez, y se desarrolló una metodología poderosa - la **metodología de sistemas** - para atacar los problemas relacionados con los **sistemas sociales**.

La **metodología de sistemas** es el empleo del sentido común y de la lógica sobre bases tecnológicamente sofisticadas, la atención se centra en el análisis del todo en oposición al análisis de los componentes. En ese sentido, un grupo capaz de manejar la **metodología de sistemas** debe incluir profesionales en matemáticas, física, química, ingeniería, economía, sociología, psicología, administración, comportamiento humano y muchos otros.

Puede requerirse una década antes de que se pueda decir que la **metodología de sistemas** está siendo utilizada en Colombia, en gran escala, para alterar el desbalance existente entre los avances tecnológicos y la rezagada madurez social.

No debe perderse de vista el hecho de que cuando los ciudadanos, el congreso, los gobiernos de las ciudades y de los departamentos, los industriales y los científicos estén convencidos de la importancia del **enfoque de sistemas** se presentará gran escasez de buenos profesionales en este campo.

En una década más se tendrá un buen número de grupos interdisciplinarios especializados en la **metodología de sistemas**. Se está sintiendo ya la presencia de estos grupos aunque sería apresurado hablar todavía sobre la calidad de su desempeño.

Debe repetirse, para terminar, que la limitante más seria para el empleo de la **metodología de sistemas** la constituye la capacidad del hombre para medir, simular y verificar sistemas y componentes de sistemas que dependan de las reacciones de los seres humanos y por eso será necesario, para enfrentar estos casos, desarrollar mejores procedimientos para identificar preferencias, juzgar necesidades, presentar prioridades y evaluar alternativas.

Todo lo dicho es cierto y también es cierto que se está acercando el comienzo de la edad de oro!

- No. 8 La Tercera Alternativa
Autor: Doctor Alberto Díaz del Castillo
Mimeógrafo
21 Páginas
Septiembre de 1.981
- No. 9 Los intereses sobre saldos y su relación con el interés compuesto y los pagos por cuotas. Intereses anticipados.
Autor: Luis Fernando Gutiérrez, M. Sc.
Mimeógrafo
21 Páginas
Marzo de 1.982
- No. 10 Algunas causas e implicaciones del alto nivel de las tasas de interés.
Autor: Jorge Mejía Salazar
Mimeógrafo
7 Páginas
Junio de 1.982
- No. 11 Los Efectos Negativos de la Inflación sobre la Tributación de las Empresas en Colombia.
Autor: Luis Fernando Gutiérrez, M. Sc.
Mimeógrafo
7 Páginas
Octubre de 1.982
- No. 12 Efecto de Comisiones en el Costo de Capital.
Autor: Rodrigo Varela Villegas
Mimeógrafo
17 Páginas
Marzo de 1.983

PUBLICACIONES DEL ICESI

- No. 1 La Metodología de Sistemas y la Solución de Problemas Sociales.
Autor: Alberto León Betancour, Ph-D.
Mimeógrafo
29 Páginas
Marzo de 1.980
- No. 2 Composición Anticipada de Intereses. Su efecto sobre la Evaluación Económica de Inversiones y su Relación con el Descuento Bancario.
Autor: Luis Fernando Gutiérrez, M. Sc.
Mimeógrafo
18 Páginas
Junio de 1980
- No. 3 La Gran Cruzada contra la Desvivienda
Autor: Germán Holguín Zamorano, Master en Administración Industrial.
Mimeógrafo
10 Páginas
Agosto de 1.980
- No. 4 Modelo de Expansión de un Sector Productivo
Autor: Alberto León Betancour, Ph. D.
Mimeógrafo
22 Páginas
Octubre de 1.980
- No. 5 La Falacia del Interés Efectivo en los intereses anticipados
Autor: Luis Fernando Gutiérrez, M. Sc.
Mimeógrafo
14 Páginas
Febrero de 1.981
- No. 6 Planeación Estratégica
Autor: Jorge Enrique Botero Uribe, M.A., M.B.A.
Mimeógrafo
41 Páginas
Mayo de 1.981
- No. 7 Algunas ideas acerca del futuro de la relación entre el Hombre y el Conocimiento.
Autor: Alberto León Betancour, Ph.D.
Mimeógrafo
12 Páginas
Agosto de 1.981

TABLA No. 7

INTERES EFECTIVO ANUAL PARA LOS DISTINTOS CASOS BAJO UNA TASA "NOMINAL"
DEL 32 %

Interés	27			22		
Comisión	5			10		
Periodo	Año	Trimestre	Semestre	Año	Trimestre	Semestre
Caso A	33.68			35.56		
Caso B	47.06			47.06		
Caso C		36.69	35.60		37.65	36.90
Caso D		37.41	36.05		38.84	37.66
Caso E		40.59	42.44		41.62	43.23
Caso F		41.81	38.37		48.42	42.59
Caso G		45.40	45.27		51.86	49.06

3. CONCLUSION: Es absolutamente indispensable para todo usuario calcular exactamente el costo real del capital usando metodologías como las aquí indicadas y olvidarse de reglas elementales aditivas, pues estas pueden dar un resultado con un diferencial negativo muy alto.

Lo cual obliga a todo usuario a manejar muy bien los conceptos básicos de la Ingeniería Económica.

Finalmente, estos casos nos plantean la conveniencia de disponer de mecanismos como calculadoras, módulos preprogramados o microcomputadores para realizar los cálculos.

4. BIBLIOGRAFIA:

- (1) Varela V. Rodrigo "Evaluación Económica de Alternativas Operacionales y Proyectos de Inversión". Universidad del Valle, División de Ingeniería. 3a. Edición. Septiembre de 1980.

$$i_a = \frac{27}{4} = 6.75 \% , \quad m = 4$$

Usando la ecuación (11) se tiene :

$$(1 - .0675 - .05) = (.0675 + \frac{1 - .0675}{4} - \frac{.0675}{4} (A/G, Et, 3)) (P/A, Et, 3) + \frac{1}{4} (P/F, Et, 4)$$

donde Et = interés real efectivo trimestral.

Resolviendo se tiene: E = 9.81% trimestral = 45.40% anual

La tabla No. 7 presenta los resultados comparativos de los distintos casos analizados para una tasa "nominal" del 32% , cambiando tanto la distribución interés-comisión, como los periodos de composición.

Es fácil apreciar de esta tabla la incidencia que los problemas analizados en este artículo, tienen en el verdadero costo de capital, y la diferencia que existe entre cada uno de ellos tanto en su enunciado como en el valor efectivo del dinero.

Es pues fundamental que el usuario tenga mucho cuidado en los términos de negociación del dinero, pues los "costos ocultos" de cada uno de los términos afectan notablemente el costo real del capital.

Un esquema normal en Colombia hoy en día es el siguiente: 32% anual trimestre anticipado, 5% de comisión anticipada por una vez y pagos trimestrales a capital, o sea el Caso G, el cual tiene un costo efectivo del 53.87% anual, cifra que es a todas luces exagerada y explica una buena parte del auge del sector financiero en el país.

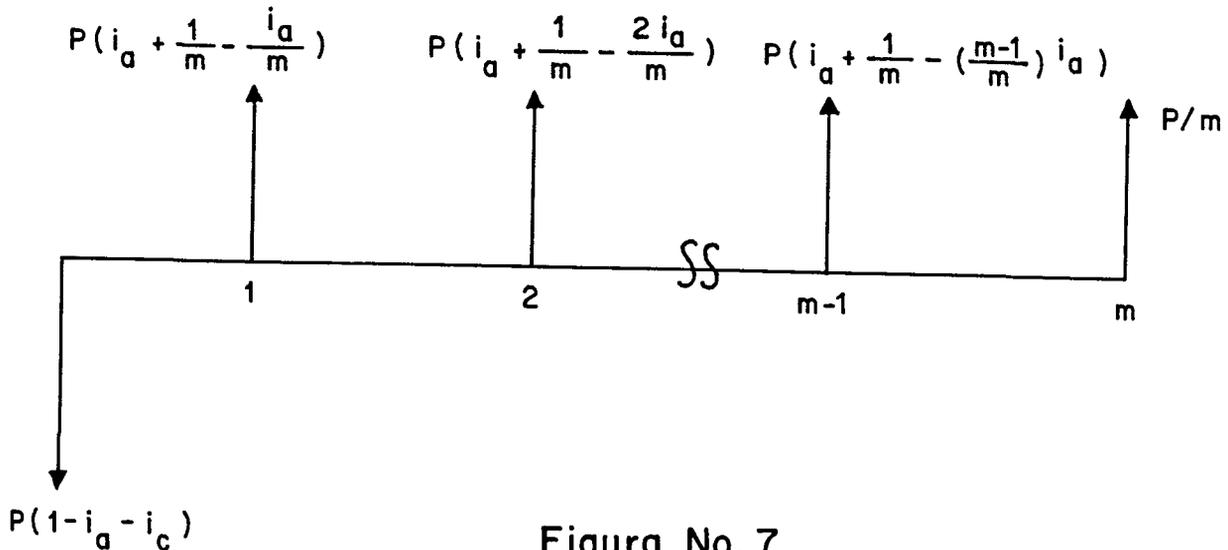


Figura No. 7

Los pagos de intereses son decrecientes por existir pagos de capital, y por ser adelantados se calculan sobre el saldo al comienzo del periodo. El valor de i_a se calcula con la ecuación 1, y la ecuación de equivalencia considerando que hay una base $P(i_a + 1/m - i_a/m)$ y un gradiente aritmético negativo $P \cdot i_a/m$, hasta el periodo $m - 1$, se puede escribir con la ayuda de una serie aritmética. El pago del periodo m se maneja independientemente.

$$P(1 - i_a - i_c) = P \left(\left(i_a + \frac{1 - i_a}{m} \right) - \frac{P i_a}{m} (A/G, Em, m-1) \right) (P/A, Em, m-1) \\ + \left(\frac{P}{m} \right) (P/F, Em, m)$$

la cual al simplificar P se convierte en :

$$(1 - i_a - i_c) = \left(i_a + \frac{1 - i_a}{m} - \frac{i_a}{m} (A/G, Em, m-1) \right) (P/A, Em, m-1) \\ + \frac{1}{m} (P/F, Em, m) \quad (11)$$

En la ecuación 11 igual que en la ecuación 8 y 10 no es conveniente sustituir los factores y el procedimiento de solución debe ser igual al de los casos D, E y F. Una vez calculado Em , se transforma a una base anual con la ecuación 2.

Por ejemplo: 27% anual compuesto trimestralmente por adelantado, 5% de comisión por adelantado y pago trimestral de capital e intereses.

En la ecuación 10 igual que en la 8 no se justifica sustituir los factores, pues las ecuaciones se vuelven super complicadas, razón por la cual es más fácil trabajar con la ecuación de equivalencia simplificada, y sobre ella realizar los procesos iterativos, o programar la calculadora, o alimentar al módulo financiero. Una vez calculado E_m , se transforma a una base anual con la ecuación 2.

Por ejemplo: 27% anual compuesto trimestralmente, 5% de comisión por adelantado, pago trimestral de capital e intereses.

$$i_a = \frac{27}{4} = 6.75 \%$$

Usando la ecuación (10) se tiene :

$$(1 - .05) = \left(.0675 + \frac{1}{4} - \frac{.0675}{4} (A/G, E_t, 4) \right) (P/A, E_t, 4)$$

donde E_t = interés real efectivo trimestral.

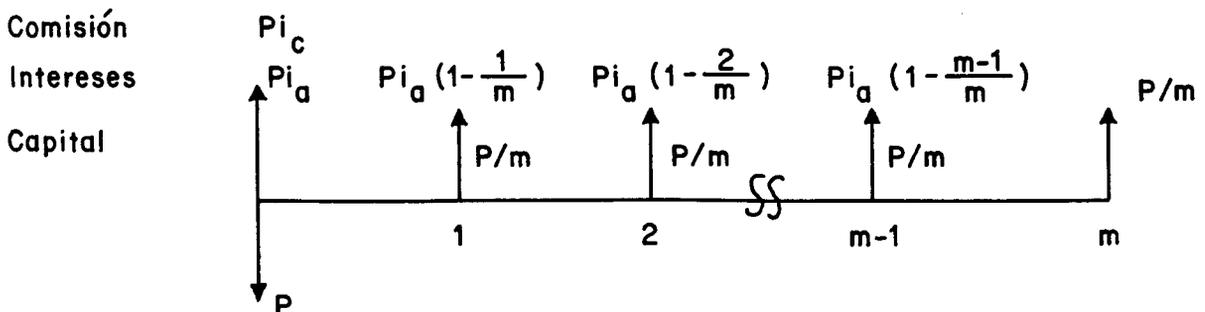
Resolviendo se tiene: $E = 9.126\%$ trimestral = 41.81% anual

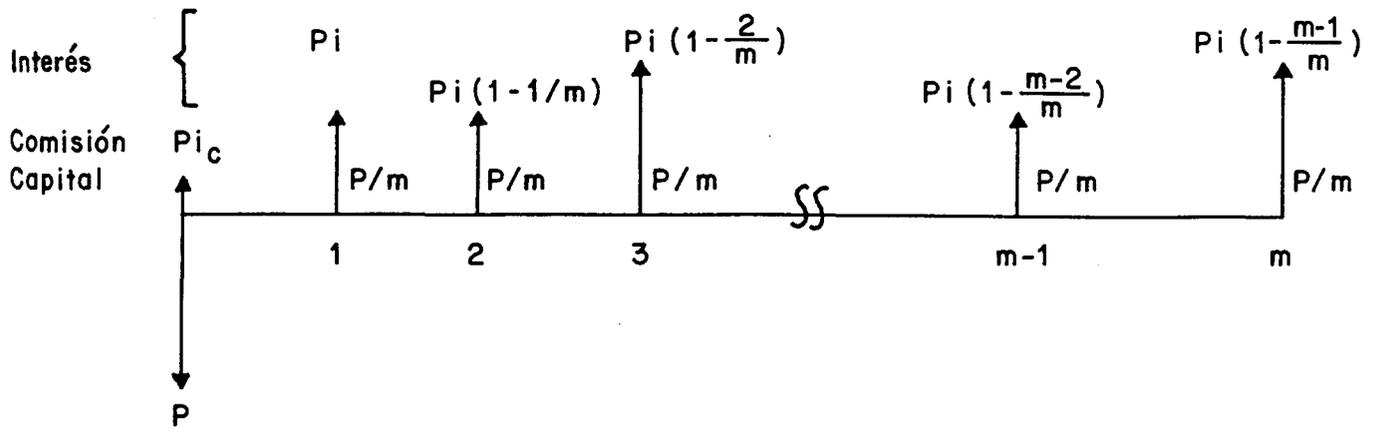
Se observa fácilmente que este esquema es ya más costoso que los esquemas A, C, D y E.

CASO G.— Interés nominal del $r\%$ anual por adelantado compuesto en m periodos por año, comisión adelantada del $i_c\%$ por una vez, pagos de capital uniformes al final de cada periodo.

En este caso el usuario recibe el préstamo menos la comisión y menos los intereses del primer periodo; y debe pagar en cada uno de los m periodos una cuota de capital de valor P/m , y los intereses al $i_a\%$ por periodo sobre el capital no amortizado.

La Figura No. 7 indica la situación desde el punto de vista del intermediario financiero.





o sea

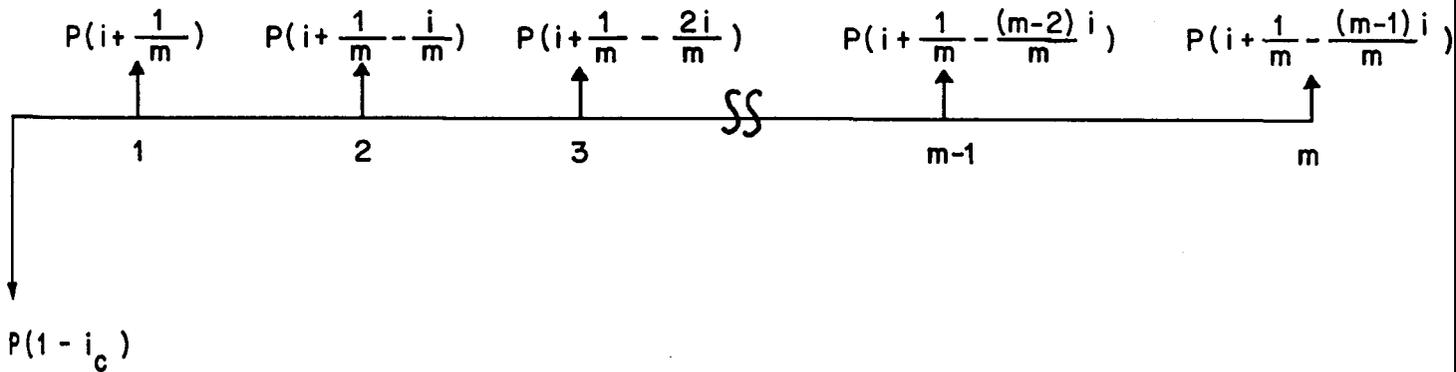


Figura No. 6

Los pagos de intereses son decrecientes ya que existen pagos de capital, y por ser vencidos se calculan sobre el saldo al comienzo del periodo. El valor de i se calcula con la ecuación 1. La ecuación de equivalencia, considerando que hay una base $(P(i + 1/m))$ y un gradiente aritmético negativo Pi/m se puede escribir mediante una serie aritmética:

$$P(1 - i_c) = \left[P\left(i + \frac{1}{m}\right) - \frac{Pi}{m} (A/G, Em, m) \right] (P/A, Em, m)$$

la cual al simplificar P se convierte en:

$$(1 - i_c) = \left[i + \frac{1}{m} - \frac{i}{m} (A/G, Em, m) \right] (P/A, Em, m) \quad (10)$$

de la cual se puede simplificar P para llegar a la ecuación 8 en la cual no se justifica sustituir por las fórmulas de los factores pues las ecuaciones son supercomplicadas (ecuación 9).

$$(1 - i_a - i_c) = i_a (P/A, E_m, m-1) + (P/F, E_m, m) \quad (8)$$

$$1 - i_c = i_a \left[\frac{(1 + E_m)^{m-1} - 1 + E_m (1 + E_m)^{m-1}}{E_m (1 + E_m)^{m-1}} \right] + \frac{1}{(1 + E_m)^m} \quad (9)$$

La solución de este proceso requiere la utilización de los mismos métodos indicados en el Caso D. Una vez calculado E_m , se transforma a una base anual con la ecuación 2.

Por ejemplo, 27% anual compuesto trimestralmente y por adelantado, 5% de comisión por adelantado, pago trimestral de interés y pago de capital al final del año se tiene:

$$i_a = \frac{27}{4} = 6.75 \%$$

Usando la ecuación (8)

$$(1 - .0675 - .05) = .0675 (P/A, E_t, 3) + (P/F, E_t, 4)$$

donde E_t = interés real efectivo trimestral.

Resolviendo se tiene: $E = 8.89\%$ trimestral = 40.59% anual.

Este caso es más costoso que los casos A, C y D y menos que el caso B.

CASO F.— Interés nominal de $r\%$ anual compuesto en m periodos por año y pagadero al final de cada periodo; comisión adelantada del $i_c\%$ por una vez, pagos de capital uniformes al final de cada periodo.

En este caso el usuario recibe el préstamo menos los pagos por comisión; y debe pagar en cada uno de los m periodos una cuota de capital de valor P/m y los intereses al $i\%$ / periodo sobre el capital no amortizado.

La Figura No. 6 indica la situación desde el punto de vista del intermediario financiero.

La ecuación 7 sería:

$$0.95 = \frac{.0675}{Et} + \frac{1}{(1+Et)^4} \left(1 - \frac{.0675}{Et} \right)$$

y la ecuación de equivalencia, simplificando los P, da:

$$0.95 = .0675 (P/A, Et, 4) + (P/F, Et, 4)$$

donde Et = interés real efectivo trimestral.

Resolviendo se tiene: $E = 8.269\%$ trimestral = 37.41% anual

Este caso es más costoso que los casos A y C, pero menos costoso que el caso B.

CASO E.— Interés nominal del $r\%$ anual compuesto en m periodo por año y por adelantado, comisión adelantada del $i_c\%$ por una sola vez, pagos de intereses al comienzo de cada periodo, y pago de capital al final del año.

En este caso el usuario recibe el préstamo menos lo pagado por comisión y por intereses, y debe pagar en cada uno de los m periodos, con excepción del último, los intereses, y al final del año el capital. La Figura No. 5 indica la situación desde el punto de vista del intermediario financiero.

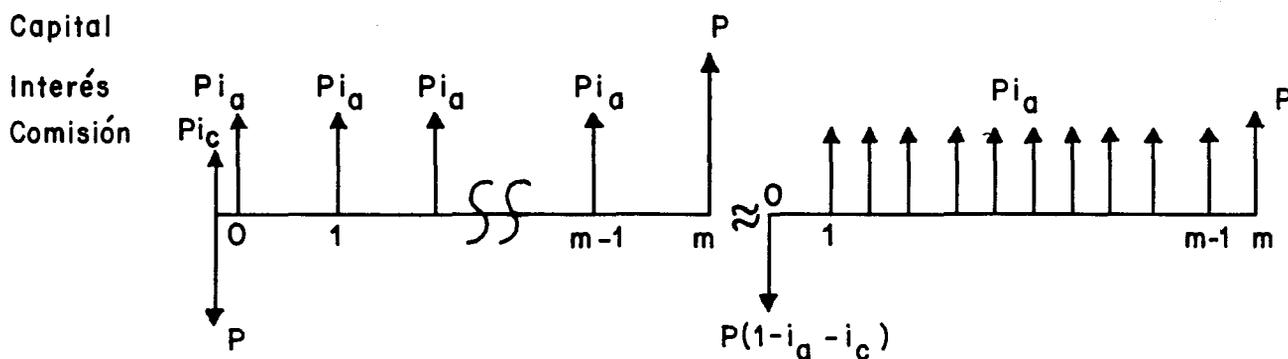


Figura No. 5

Los pagos de intereses son uniformes ya que no existen abonos a capital. El i_a se calcula con la ecuación 1. Los $P \cdot i_a$ representan una serie uniforme desde 0 hasta $m - 1$. La ecuación de equivalencia será:

$$P(1 - i_a - i_c) = P i_a (P/A, Em, m-1) + P(P/F, Em, m)$$

Se ve claramente que el caso C es un intermedio entre los casos A y B.

CASO D.— Interés nominal del $r\%$ anual compuesto en m periodos por año, comisión adelantada del $i_c\%$ por una sola vez, pagos de interés al final de cada uno de los m periodos, y pago de capital al final del año.

En este caso el usuario recibe el préstamo menos lo pagado por comisión, y debe pagar en cada uno de los m periodos los intereses y al final del año el capital. La Figura No. 4 indica la situación desde el punto de vista del intermediario financiero.

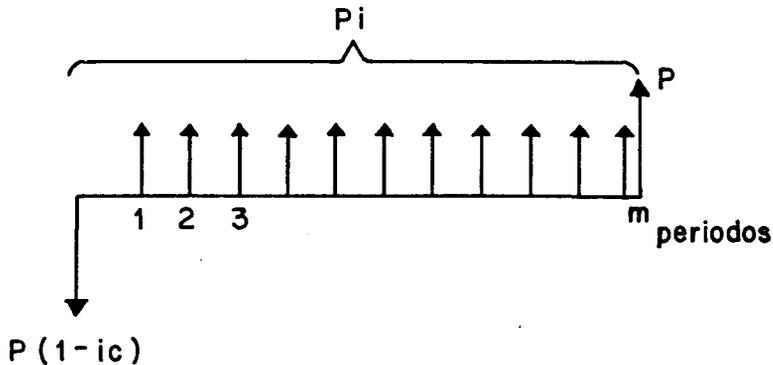


Figura No. 4

Por no existir abonos a capital los intereses a pagar en cada periodo son uniformes ($P \cdot i$), donde i se calcula con la ecuación 1. Estos pagos uniformes se catalogan como una suma uniforme A , por lo cual la ecuación de equivalencia es:

$$P(1 - ic) = Pi(P/A, Em, m) + P(P/F, Em, m)$$

donde Em es el interés real periódico durante el periodo m .

Sustituyendo los factores de interés y reorganizando algebraicamente se tiene:

$$(1 - ic) = \frac{i}{Em} + \frac{1}{(1 + Em)^m} \left(1 - \frac{i}{Em}\right) \quad (7)$$

Esta expresión, como se vé, es un poco compleja por cuanto no se puede despejar fácilmente Em . La alternativa entonces es usar un método numérico para hallar la solución, o recurrir a una calculadora programable y desarrollar un programa, o alimentar los datos a una calculadora con módulos financieros, para que calcule Em .

Conocido Em se lo transforma a una base anual con la ecuación 2.

Por ejemplo: 27% anual compuesto trimestralmente y 5% de comisión.