

INGENIERIA DE SISTEMAS:

ORIGENES Y DEFINICION

LA CRISIS CONTEMPORANEA.

Vivimos en una sociedad caracterizada por la complejidad en aumento, la interdependencia y el cambio. Es evidente que la humanidad siente que ha entrado a la "crisis de crisis", ya que el aumento en el bienestar material y la sofisticación tecnológica, que son sus logros más directos, han traído consigo graves problemas y conflictos de difícil solución.

En el espacio de cien años, la tecnología moderna ha alterado por completo el contexto del material viviente, ha habido escasos desarrollos en las esferas culturales, sociales y políticas orientados al acoplamiento de las mismas a las nuevas sociedades tecnológicas. Esto ha ocasionado que las ciencias y las humanidades hayan tomado caminos separados cuando debieran ser partes iguales e interdependientes de la cultura moderna. La ausencia de una relación legítima entre estas dos subculturas ha originado que la crisis se plantee como un conflicto entre la tecnología y la sociedad actuales.

La crisis que confrontamos, es una crisis de ideología y de políticas; el problema mayor que tenemos que resolver es el de cómo administrar convenientemente a las sociedades tecnológicas modernas en sus varios estados de desarrollo e interdependencia, dentro de limitaciones y restricciones aceptables, ya que éstas existen porque los recursos son limitados, la gente se multiplica, y el mundo obstinadamente conserva su mismo tamaño. Los objetivos sociales parecer ser claros, pero el cómo lograrlos y las limitaciones y restricciones que las sociedades deben de imponerse a ellas mismas para el bienestar del individuo, la sociedad y la humanidad, son evasivas.

Si una civilización se tiene que adaptar a la tecnología como su fuente de sostenimiento, entonces las implicaciones de la ciencia deben de comprenderse, al menos en términos generales, por todos los involucrados; y los problemas sociales, éticos y morales deben replantearse en un contexto socio-tecnológico apropiado.

La presión en aumento a la sobre-especialización en áreas específicas del conocimiento, es un resultado de la fragmentación y departamentalización de las antiguas disciplinas, tanto en el campo de las artes como en el de las ciencias. La especialización proporciona la base para la profundización ortodoxa en un área del conocimiento.

Tanto la educación especialista como la generalista hacen uso de las mismas fuentes del conocimiento; es cómo ese conocimiento se usa y se presenta, lo que determina la naturaleza de la educación. Una educación generalista tratará con relaciones más amplias que pueden manejarse de una manera más trivial, o bien, usarse para construir una estructura cuya cobertura y complejidad pueden proporcionar labores intelectuales tan retadoras como cualquier exploración en un campo especialista. Por otro lado, una educación especialista conducirá al estudio organizado y detallado de un área específica que podría degenerar en un estudio rutinario de técnicas, o bien, proporcionar la base a partir de la cual la mente se esforzará a descubrir lo que todavía no se conoce.

Si el hombre quiere comprenderse a sí mismo y al mundo donde vive debe hacer algo más que estudiar y entender un amplio espectro de disciplinas en las que el conocimiento está

departamentalizado. El hombre debe darse cuenta de que el mundo y la civilización son partes de un todo en evolución y adaptación continua, con interacciones complejas entre sus partes influenciando el comportamiento de todas ellas y del todo.

La complejidad y la interdependencia se encuentran a cualquier nivel de escrutinio del que uno quiera partir. Los problemas complejos y multidisciplinarios que confrontamos en la actualidad no pueden discutirse sensatamente si los particionamos. Los problemas deben identificarse, analizarse y resolverse tomando en cuenta todas y cada una de sus partes, así como también la forma en que éstas interactúan. Básicamente el argumento que deseo plantear ante ustedes, es el desarrollo de una cultura que está basada en una filosofía y en un sistema educativo que permita la difusión de un punto de vista que ataque a los problemas de una manera integral, un punto de vista que esté fundamentado en lo que se ha llamado "el enfoque de sistemas".

R.L. Ackoff ha observado (1): "Creo que nuestra sociedad está ahora en las etapas primarias de un cambio de era que resulta de un cambio radical en nuestro punto de vista, en nuestra forma de pensar, y en la clase de tecnología que ambos están produciendo. Estamos viviendo una revolución intelectual que es tan fundamental como la que ocurrió en el Renacimiento. El Renacimiento condujo a la "Era de la Máquina" que a su vez produjo la Revolución industrial. La Revolución intelectual que actualmente está emergiendo, trae consigo una nueva era que puede llamarse la "Era de Sistemas", la cual está produciendo la Revolución Post-industrial.

El pensamiento de la Era de la Máquina era analítico y basado en las doctrinas del reduccionismo y mecanicismo, las cuales mantienen que todos los objetos y eventos, sus propiedades; y las experiencias y conocimientos que tenemos de ellos, están formadas por partes que tienen que ser fraccionadas para poder ser explicadas. En la Era de sistemas tendemos a observar y explicar las cosas como partes de entidades más grandes. Esta es la doctrina del expansionismo, que trae consigo el modo sintético de pensamiento, así como el reduccionismo trajo consigo el modo analítico.

Cuando se hace uso del enfoque analítico, la explicación del "todo" se deriva a través de explicaciones de sus partes. En el caso del enfoque sintético, algo que se desea explicar se visualiza como parte de un sistema más amplio y se describe en términos de su incidencia en este sistema.

El modo sintético de pensamiento, cuando se aplica a la solución de problemas, se llama "el enfoque de sistemas". Con este enfoque, un problema no se resuelve fraccionándolo en sus partes sino visualizándolo como una parte de un problema mayor.

Ingeniería en Sistemas: Orígenes (2)

Ingeniería en Sistemas es la manifestación práctica de la ciencia de sistemas, un intento de usar los conceptos de sistemas para lograr y asegurar mejoramientos prácticos en sistemas reales. Para explicar la naturaleza de la Ingeniería en sistemas, debemos empezar con la ciencia de sistemas, que es parte de un cambio de perspectiva en el pensamiento científico.

La naturaleza se nos presenta como un flujo caótico. La entropía del mundo natural, su grado de desorden, inevitablemente y naturalmente aumenta con el tiempo. El caos se empeora a menos de que se haga algo para detenerlo. La ciencia y la tecnología fueron creadas para reducir ese desorden, y tradicionalmente han progresado tomando UNA SELECCIÓN ARBITRAIRA DE AREAS DE LA NATURALEZA que pueden ser investigadas independientemente. La física representa una de esas selecciones. La química otra.

En la Figura No. 2 se muestran algunas de las áreas de estudio científico que se han seleccionado tradicionalmente.

Al centro están las ciencias. Las Matemáticas es el lenguaje para su tratamiento formal. La Ingeniería es la manifestación de la ciencia en artefactos. Ambas están fuertemente relacionadas con la física y menos relacionadas con las otras ciencias, en orden descendente de la lista.

La ciencia está caracterizada por el hecho de que el conocimiento que de ella se tiene puede emplearse mediante la ejecución de experimentos repetibles. La repetibilidad es la esencia de la ciencia. Pero la ciencia también está basada en una técnica en la cual el efecto de cambiar alguna variable en una situación se examina ejecutando un experimento paralelo "controlado" en el cual la variable no se cambia. La comparación entre los dos experimentos revela entonces el efecto de la variable.

La ciencia más fundamental es la física, en el sentido de que estudia la masa, fuerzas y energía y de que está altamente cuantificada. La biología es menos cuantitativa y la psicología y ciencias sociales aún menos. En un sentido cada ciencia se esfuerza por convertirse en Física, el sueño es que al final todo puede re-escribirse en términos de la física, en términos de las interacciones fundamentales de fuerzas entre masas.

Pero como puede observarse, conforme descendemos en la lista de las ciencias:

- Disminuye el uso de las matemáticas.
- Aumenta la necesidad de descripciones cuantitativas.
- Se encuentra más dificultad de hacer planteamientos en términos de la física.

La ciencia, como método para investigar la naturaleza organizada en esta forma ha producido muchos conocimientos, los cuales han sido traducidos por los ingenieros en artefactos.

En efecto, la ciencia ha tenido tantos éxitos técnicos, que es muy fácil olvidarse de dos hechos:

1. Que las áreas de estudio de cada ciencia son SELECCIONES ARBITRARIAS del caos de la naturaleza.
2. Que la suposición básica de que áreas determinadas pueden investigarse independientemente de otras áreas es una suposición muy drástica. De hecho se empieza a reconocer que fue una suposición inadecuada.

Para ilustrar el cambio de perspectiva que esta tomando lugar en el pensamiento científico, se discutirán dos problemas:

1. Conforme se desciende en la lista de las ciencias de la Figura No. 2, encontramos teorías de lo que en biología se llama "VITALISMO", la doctrina que sostiene que las propiedades de una entidad compleja pueden explicarse solamente suponiendo la existencia de un principio vital diferente de las fuerzas físicas y químicas.

Ha habido muchos argumentos sobre el vitalismo en biología, y aún en la química, donde se pensó que los compuestos producidos por organismos vivos, que los químicos llamaron compuestos orgánicos, podían producirse solamente bajo la acción de una fuerza misteriosa "inmaterial": la fuerza vital.

Pero los experimentos de Wholer en 1828 y los de Kolbe en 1845, en los que convirtieron

compuestos inorgánicos conocidos en compuestos orgánicos, destruyó la teoría del vitalismo. Sin embargo, en biología, el "vitalismo" todavía ha sobrevivido ya que la esencia vital todavía no ha podido aislarse.

2. Fue sorprendente el descubrir que leyes científicas similares aplicaran en áreas muy diferentes de la ciencia.

La curva de una gráfica en donde aparece la descomposición de un elemento radioactivo vrs. tiempo, es la misma que la que describe la pérdida de peso de un animal sin comer.

La misma ley que aplica al crecimiento de una población en la que el número de nacimientos excede el número de muertos, aplica al número de computadoras instaladas en un país.

El punto de vista tradicional de la ciencia, difícilmente puede explicar porqué los átomos de radio, los animales, las poblaciones y el aumento en el número de computadoras obedecen la misma ley.

Ambos problemas conducen a un nuevo concepto, a una nueva forma de ver el problema. Ambos problemas están relacionados con entidades consideradas como un todo, por lo que requieren el estudio de la ESTRUCTURA DE ENTIDADES COMPLEJAS DE SISTEMAS, y no el estudio de partes aisladas del sistema.

Hubo entonces un cambio en el punto de vista científico: la ciencia que antes se concentraba en el estudio de propiedades de unidades individuales, ahora trata de estudiar entidades completas, organización como tal; independientemente de lo que está organizando.

Ahora, el punto de vista es que la ley que aplica a los átomos de radio o a los animales sin comer, es generalmente válida, para ciertos tipos de sistemas, independientemente de la clase de unidades que tenga el sistema: ES UNA PROPIEDAD DEL SISTEMA CONSIDERADA COMO UNA ENTIDAD COMPLETA, COMO UN TODO.

En forma similar, el punto de vista actual es que la "esencia vital" en un material viviente no es un ingrediente inmaterial misterioso; sino un ALTO GRADO DE ORGANIZACIÓN.

Esto puede ser, o no ser cierto, pero ilustra la aceptación de la idea de que:

LAS ENTIDADES COMPLEJAS, LOS SISTEMAS, SON MAS QUE LA SUMA DE SUS PARTES. ESAS ENTIDADES TIENEN PROPIEDADES QUE SE DERIVAN DE SU GRADO DE ORGANIZACIÓN GLOBAL, Y DEBEN ESTUDIARSE COMO ENTIDADES COMPLETAS.

El reconocimiento de la necesidad de estudiar SISTEMAS, como tales, se acumuló gradualmente. En 1,950 L. Von Bertalanffy publicó un artículo titulado "An Outline of General Systems Theory" en el que reconoció la necesidad de estudiar sistemas, discutió algunas de sus propiedades usando el lenguaje matemático del cálculo diferencial y enunció que EL ESTUDIO DE LA TEORIA DE SISTEMAS ERA UNA NUEVA DISCIPLINA CIENTÍFICA BÁSICA.

Desde entonces se ha desarrollado una cantidad considerable de trabajo tipo teórico-matemático en la teoría de sistemas, pero muy enfocado hacia el desarrollo de herramientas matemáticas para describir el comportamiento de sistemas en general.

Debe admitirse que se ha tenido un progreso lento hacia la aplicación práctica de estos estudios. Sin embargo, el impacto de las ideas de Bertalanffy desde el punto de vista cualitativo, ha generado otros caminos para la aplicación de ideas y conceptos de sistemas. La Figura 3 actualiza el argumento

expuesto.

Una de las aportaciones más valiosas de la Teoría General de Sistemas, es la del concepto de un **SISTEMA COMO UNA ENTIDAD ORGANIZADA**.

Al final de los 1,940's encontramos la noción sofisticada de la "retroalimentación" en el "termostato". Nace la CIBERNÉTICA en 1,947, con Wiener, quien descubre que mecanismos de control similares aplican tanto al animal como a la máquina, y fundamente la CIENCIA DEL CONTROL EN ANIMALES Y MAQUINAS.

La cibernética parece consistir en dos ideas y un sueño. Las ideas son las de

- Retroalimentación y
- Homeostasis (el equilibrio auto-renovador que un ser viviente mantiene con su medio ambiente).

El sueño es el de crear la Inteligencia Artificial.

Es importante mencionar ahora la importancia que los conceptos de "retroalimentación" y "control" han tenido en Ingeniería de Sistemas.

Ingeniería de Sistemas no es parte de la Ingeniería, la palabra Ingeniería es usada aquí en el sentido "creativo" del Ingeniero. El Ingeniero de Sistemas "crea" sistemas. Sin embargo, hay una parte de la Ingeniería que es particularmente relevante a la Ingeniería de Sistemas, la Ingeniería de Control.

El Ingeniero de Control estudia el proceso entero y establece procedimientos de control en los que la manipulación automática de unas cuantas variables asegura que el proceso global opera correctamente.

Es obvio que los Ingenieros de Control tienen que pensar en términos de sistemas. Su interés está en el proceso total de una planta industrial y no con una sola parte del mismo. No es sorprendente que la forma de pensar, los métodos y las matemáticas del Ingeniero de Control hayan tenido una influencia muy significativa en la Ingeniería de Sistemas.

De hecho el concepto de Ingeniería de Sistemas se derivó de la Ciencia de Sistemas y de los principios de Ingeniería de Control. (Ver Figura No. 4).

LA PROPOSICION DE SISTEMAS

Se puede postular razonablemente que cualquier disciplina intelectual descansa últimamente en alguna proposición que debe ser verdadera si la disciplina es válida. En el caso de las disciplinas científicas esto es muy claro; las proposiciones en las que se basan el desarrollo de las ciencias son de la forma: "es razonable estudiar juntos, fenómenos caracterizados por".

Así, desarrollar una disciplina llamada "física", supone que es razonable estudiar fenómenos en los que existen cambios de energía, momentum y posición, pero en forma molecular. El hacer a la "química" una disciplina supone la similaridad fundamental de fenómenos en los que consideraciones de energía libre conducen a re-arreglos espontáneos de moléculas o compuestos para formar otras moléculas o compuestos.

En el caso de las disciplinas más recientes del siglo 20, que están enfocadas no tanto a describir

y a comprender el mundo natural, sino a resolver los problemas que se generan en situaciones de la vida real, las proposiciones en las que se basan son menos obvias, pero no menos reales.

Un examen de la literatura sobre Investigación de Operaciones y las actividades de sus practicantes, por citar un ejemplo, revela un énfasis en la naturaleza científica de la actividad y especialmente del valor de los modelos cuantitativos, en situaciones que involucren toma de decisiones. La proposición en la cual se basa Investigación de Operaciones es:

Los métodos cuantitativos de la ciencia son medios apropiados para estudiar problemas que se generan en las operaciones de las organizaciones.

Cuando examinamos las ciencias sociales aplicadas y las actividades de los científicos conductistas en el contexto de problemas en organizaciones, naturalmente encontramos una concentración en los componentes humanos. El interés por el ser humano dentro de una organización, es como una clase muy particular de ser, uno que posee no solamente habilidades para hacer los trabajos requeridos por la organización, sino también necesidades emocionales que deben satisfacerse dentro de los grupos diferentes a los cuales pertenece. Así, la proposición sobre la cual se basan las ciencias sociales es:

Los problemas en organizaciones requerirán para su solución métodos basados en el conocimiento de psicología individual y de grupo.

La proposición en la que se basa el desarrollo de Ingeniería de sistemas, definida como la aplicación del "Enfoque de Sistemas" puede comunicarse como sigue:

Es razonable y útil tomar el universo aparentemente caótico, como un complejo de sistemas interactuando. Si un sistema tiene objetivos definibles, entonces ese sistema puede "ingeniarse", de tal forma que sus objetivos puedan lograrse. Aún si esto no fuera posible, el punto de vista de sistemas proporciona la mejor estructura para un debate relevante de los problemas que se generan en la vida real.

Esta proposición puede extenderse como sigue:

1. Es una proposición general. Los problemas son multifacéticos; la meta de los conceptos de sistemas es poder definir un problema sin distorcionarlo ni sobresimplificarlo. El problema se plantea de tal manera que medios racionales pueden usarse para atacarlo. El método involucra el planteamiento del problema en términos de sistemas: ¿Cuáles son los sistemas y subsistemas dentro de los cuales está el problema? ¿Cómo pueden ingenierarse esos sistemas para resolver el problema?
2. El hecho de que el mundo pueda visualizarse como un conjunto de sistemas interactuando no implica que el "enfoque de sistemas" necesariamente involucra la construcción de un modelo de los sistemas relevantes en la situación problemática que se estudia. Más bien, está encaminado a definir un contexto dentro del cual la construcción de modelos específicos sea relevante. Desde este punto de vista, el concepto de un "sistema" es más poderoso que el de un "modelo".
3. La proposición no dice que el mundo "es" un conjunto de sistemas interactuando (últimamente, no se puede decir lo que el mundo es), solamente establece que podemos estructurar problemas no estructurados, bajo la suposición de que el mundo puede considerarse como un complejo de sistemas interactuando.

Si esta proposición es válida, entonces es posible representar el mundo (y aún al universo) en un "mapa sistémico", que es una representación diagramática de los sistemas que en sus combinaciones

complejas forman la noción del mundo real tal como lo conocemos.

UN MAPA SISTÉMICO DEL UNIVERSO

El mapa sistémico de Chekland, ve el universo como una combinación de diferentes tipos de sistemas: físicos y abstractos, naturales y hechos por el hombre, colocando a los "sistemas sociales" en un lugar especial.

La definición básica de un sistema en la cual esta basado el mapa es la definición del diccionario comúnmente aceptada: Un sistema es un conjunto estructurado de objetos y/o atributos, junto con las relaciones entre ellos"

El mapa combina sistemas clasificados de acuerdo a la naturaleza de sus componentes y a la naturaleza de su actividad. Los sistemas en el mapa no son mutuamente excluyentes y cualquier sistema en el mundo real puede ser una combinación de los diferentes sistemas mencionados.

El mapa se divide en 4 áreas básicas:

- Sistemas Naturales
- Sistemas Físicos Diseñados
- Sistemas Abstractos Diseñados
- Sistemas de Actividad Humana

Es importante reconocer la naturaleza diferente de estas clases de sistemas, para poder aclarar el papel del Ingeniero en Sistemas en relación a ellos.

- Un Sistema Natural es simplemente un sistema natural. Existe implacablemente, ya que representa cuando menos un balance temporal de fuerzas que condujo a una estructura en equilibrio. La suma total de los cambios en sistemas naturales, si no hay intervención humana, estará en dirección de desorden creciente, de entropía creciente. No puede decirse que los sistemas naturales tengan objetivos (sin embargo, pueden exhibir comportamientos que van en búsqueda de un fin) y postular objetivos para sistemas naturales es caer en especulación teológica.
- Un Sistema Físico Diseñado se parece a un sistema natural solo que esta hecho por el hombre. Este tipo de sistema existe porque es necesitado por un sistema de actividad humana y no existe en el mundo natural. El enfoque de sistemas puede usarse en el diseño de sistemas físicos de ésta clase, pero una vez que el artefacto existe, no puede decirse que tenga objetivos.
- Un Sistema Abstracto Diseñado es un sistema de pensamientos, una filosofía, un conjunto estructurado de ideas. Como en el caso de un sistema físico diseñado, un sistema abstracto será construido teniendo en mente algún objetivo relacionado a su uso. Puesto que un objetivo es a sí mismo una idea, podría decirse que un sistema abstracto diseñado puede tener un objetivo en un sentido intrínseco.
- Los Sistema de Actividad Humana comprenden el área donde los objetivos pueden originarse. Si estos pueden identificarse con claridad, entonces es el área en donde los sistemas pueden "ingeniarse" de tal forma que los objetivos puedan lograrse. Ingeniería de sistemas esta interesada en desarrollar formas de lograr esto. Un estudio de sistemas físicos y de actividad humana en una interrelación compleja puede también requerir sistemas abstractos del conocimiento y el conocimiento de sistemas naturales.

El mapa indica la posición muy especial de los Sistemas Sociales en la frontera entre los sistemas de actividad humana y los sistemas naturales. Los Sistemas Sociales forman el contexto de todos los sistemas de Actividad Humana, pero al mismo tiempo son también naturales debido a la necesidad básica del hombre de las ventajas que proporciona la vida en comunidad. No es sorprendente que los estudios de sistemas en los sistemas sociales sean excepcionalmente difíciles y que en esta área el enfoque de sistemas conduzca al "Análisis de sistemas" más bien que al "Ingenio de sistemas" para el logro de sus objetivos. Esto ilustra el hecho de que en los sistemas de actividad humana exista una dificultad creciente en definir objetivos y medidas de eficiencia conforme nos alejamos de sistemas "duros" hacia sistemas "suaves".

En resumen se puede decir que:

- El "enfoque de sistemas" se basa en la proposición de que el mundo puede visualizarse como un complejo de sistemas interactuando.
- El concepto del mundo como un complejo de sistemas conduce a un mapa sistémico del universo.
- El mapa define el contexto de la Ingeniería de Sistemas como una actividad aplicable dentro de un área de sistemas particular que es capaz de formalizarse en mayor grado si se trata de sistemas duros y en menor grado si se trata de sistemas sociales (sistemas "suaves").
- En el caso de sistemas sociales, el enfoque de sistemas puede usarse como un medio para el "análisis estructurado de situaciones problemáticas", permitiendo visualizar mejoramientos dentro de una estructura común.
- En general, podemos:

APRENDER de los Sistemas Naturales.

USAR Sistemas Diseñados (Físicos y Abstractos).

BUSCAR COMO INGENIAR Sistemas de Actividad Humana.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS Y LA INGENIERÍA DE SISTEMAS: DEFINICIÓN

El Ingeniero en Sistemas confronta la complejidad de los problemas de la vida real. El tiene el concepto de que el mundo puede visualizarse como un conjunto de sistemas y subsistemas interrelacionados e interactuando. Tiene además el conocimiento de técnicas que pueden usarse para completar las diferentes etapas en el "ingenio de un sistema", para que este logre las metas definidas.

Haciendo uso de esto, el Ingeniero en Sistemas analiza las situaciones problemáticas y usa metodologías basadas en conceptos de sistemas para resolver los problemas, ya sea a través del diseño e implantación de un nuevo sistema, o bien, a través de la definición e implantación de un mejoramiento en la situación problemática existente.

El Ingeniero en Sistemas debe estar dispuesto a apreciar su solución y reingeniarla en caso de que sea necesario. Y aprenderá de esta experiencia, porque todo este proceso es en sí un Sistema de Aprendizaje, a través del cual la experiencia se retroalimenta para desarrollar los conceptos de sistemas y el conocimiento y uso de las técnicas.

Un "enfoque de sistemas" es un intento por evitar el enfoque reduccionista que solo ataca una parte del problema total. En problemas reales no es siempre posible aplicarlo y aún cuando pudiera

aplicarse, ciertamente no es fácil hacerlo. La mayor crítica al enfoque de sistemas es que no es posible asegurar si los resultados serán útiles en términos de la situación problemática global, ya que esta situación global generalmente es dinámica y muy difícil de identificar y delimitar.

Sin embargo, siempre es posible tratar de usar un enfoque de sistemas a la solución de problemas en el sentido categórico de la siguiente definición:

UN ENFOQUE DE SISTEMAS ES UN PUNTO DE VISTA, UNA FORMA DE PENSAR, QUE EN LA CONFRONTACIÓN DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA, BUSCA NO SER REDUCCIONISTA.

Antes de definir Ingeniería en Sistemas, es útil lo que no es:

- No es exclusivamente el diseño de configuraciones y programas computacionales (Hardware y Software de computadoras digitales electrónicas). Las personas que hacen este tipo de trabajos son Ingenieros en Sistemas Computacionales.
- No es exclusivamente Ingeniería de Control, aunque esta rama de Ingeniería engloba las aplicaciones del pensamiento de sistemas a un trabajo particular.
- No es exclusivamente la planeación y administración de proyectos tecnológicos encaminados a traer nuevas investigaciones del conocimiento a la etapa de aplicación exitosa, aunque este fue uno de los conceptos principales que en los 1960's, cuando el término de Ingeniería de Sistemas empezó a usarse generalmente.

Según las definiciones de G. M. Jenkins de la Universidad de Lancaster, Inglaterra:

UN SISTEMA ES UNA AGRUPACIÓN DE RECURSOS CON UN OBJETIVO DEFINIDO.

INGENIERÍA DE SISTEMAS ES EL ESTUDIO DE SISTEMAS COMPLEJOS EN SU TOTALIDAD, DE TAL FORMA QUE SUS SISTEMAS COMPONENTES PUEDAN DISEÑARSE Y ENSAMBLARSE PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS GLOBALES DEL SISTEMA EN LA FORMA MÁS EFICIENTE.

Esta no es la definición de "un sistema", sino de "un sistema de Actividad Humana". Es lo suficientemente amplia para cubrir como un sistema: un hombre usando una herramienta, una planta industrial, un complejo petroquímico, una compañía entera, un partido político, junto con sus objetivos.

Así mismo, la definición no es una descripción neutral de lo que se está definiendo. Más bien es una definición tecnológica, indicando la actividad particular del Ingeniero de Sistemas hacia un sistema. Es un enunciado de intento, una indicación de que se tiene un propósito práctico: el Ingeniero de Sistemas va a ingeniar el sistema para el logro de unos objetivos definidos,

Sin embargo, en el mundo real existen agrupaciones de seres humanos y otros recursos que no tienen objetivos muy bien definidos y aún en algunos casos llegan a tener objetivos en conflicto. Para tales sistemas la definición de objetivos puede llegar a ser imposible de lograr, y por esto las metodologías para el uso de conceptos e ideas de sistemas no deben depender de la definición de los objetivos como punto de partida.

En los términos más generales que son ahora esenciales, dado el amplio alcance del pensamiento de sistemas, la definición de Ingeniería de Sistemas se simplifica a:

INGENIERÍA DE SISTEMAS ES LA APLICACIÓN DEL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA

CONFRONTACIÓN DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

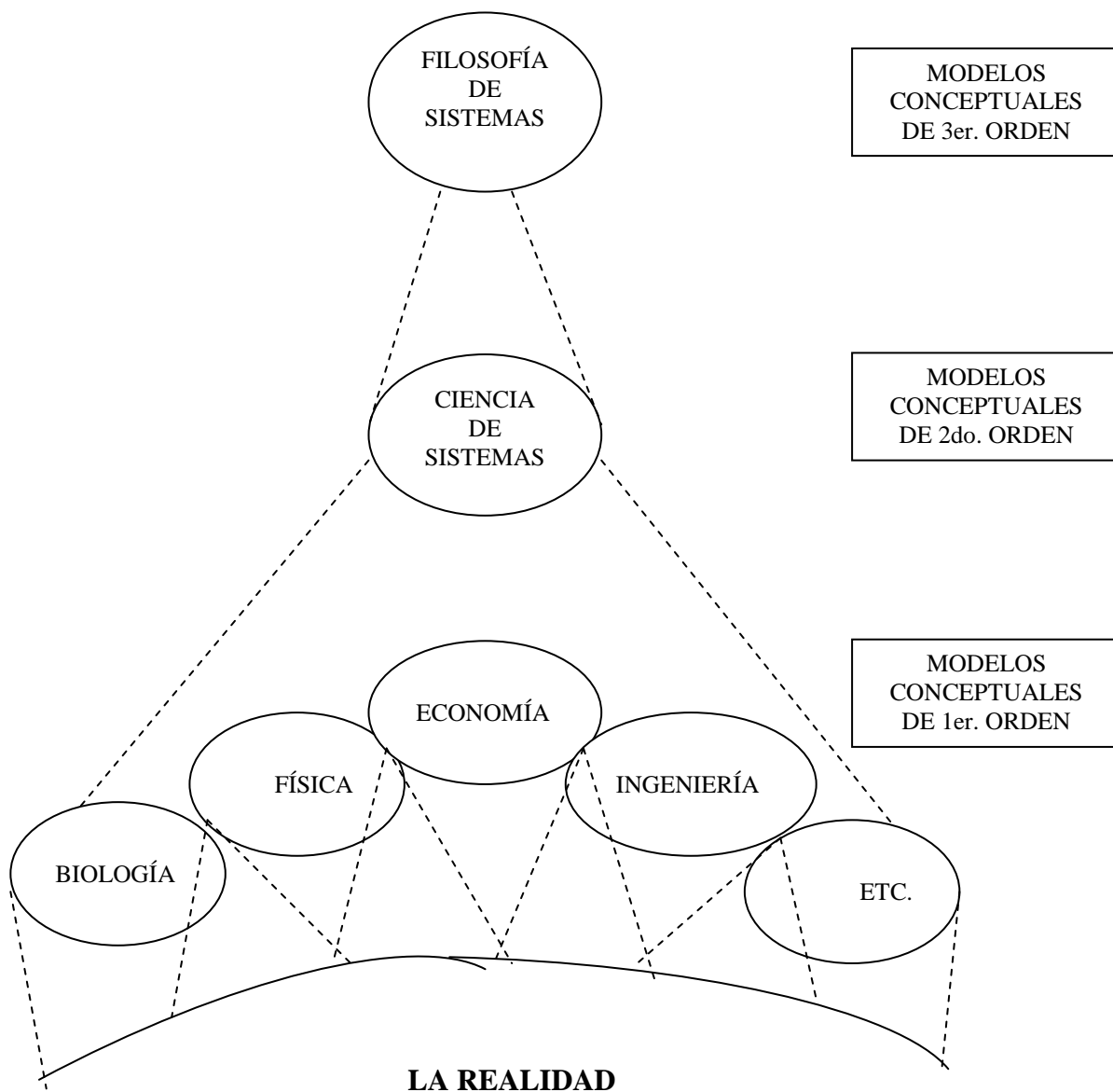


Figura No. 1 Jerarquía de Modelos Conceptuales de la Realidad

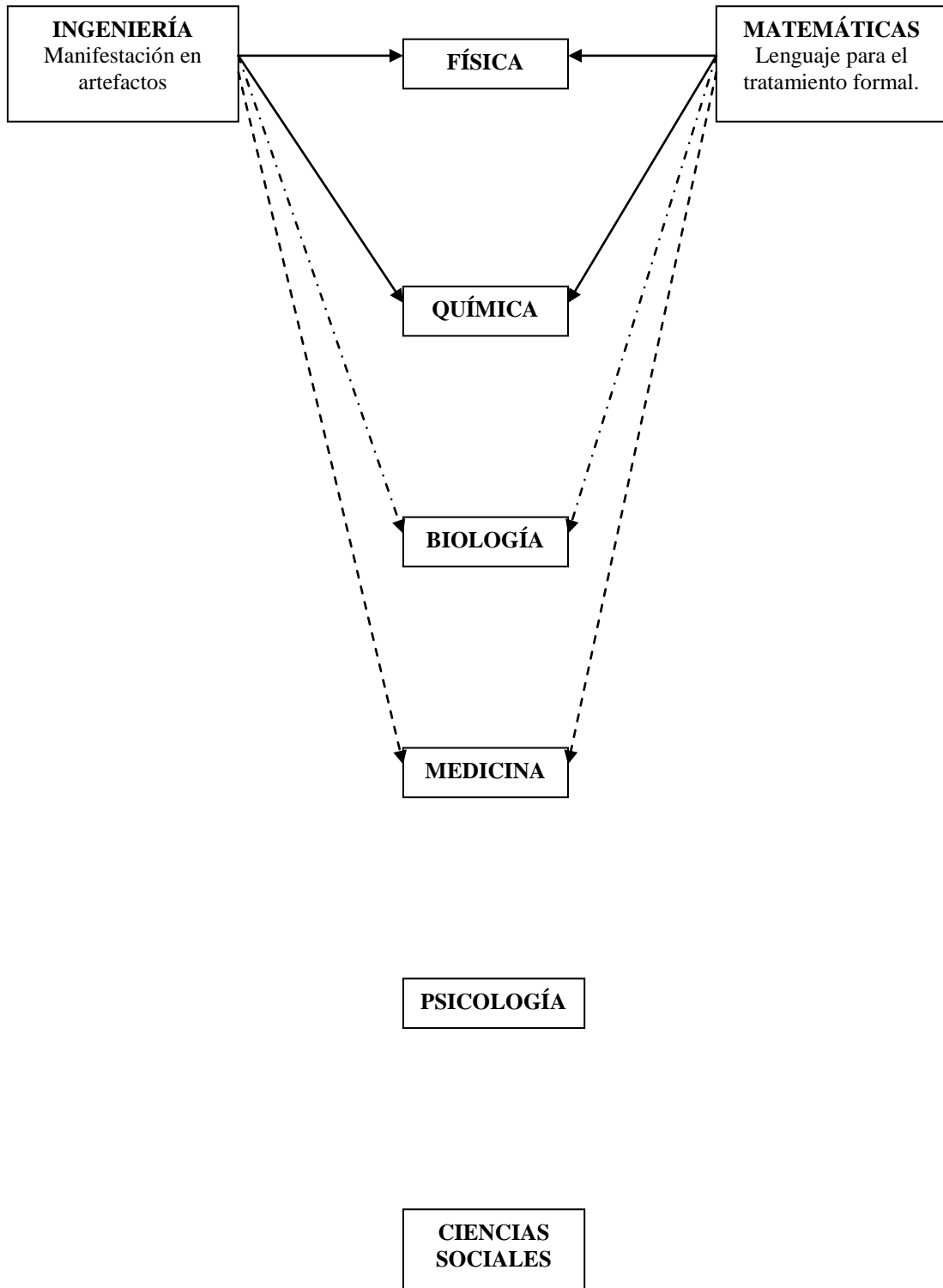


Figura No. 2 Areas de Estudio Científico

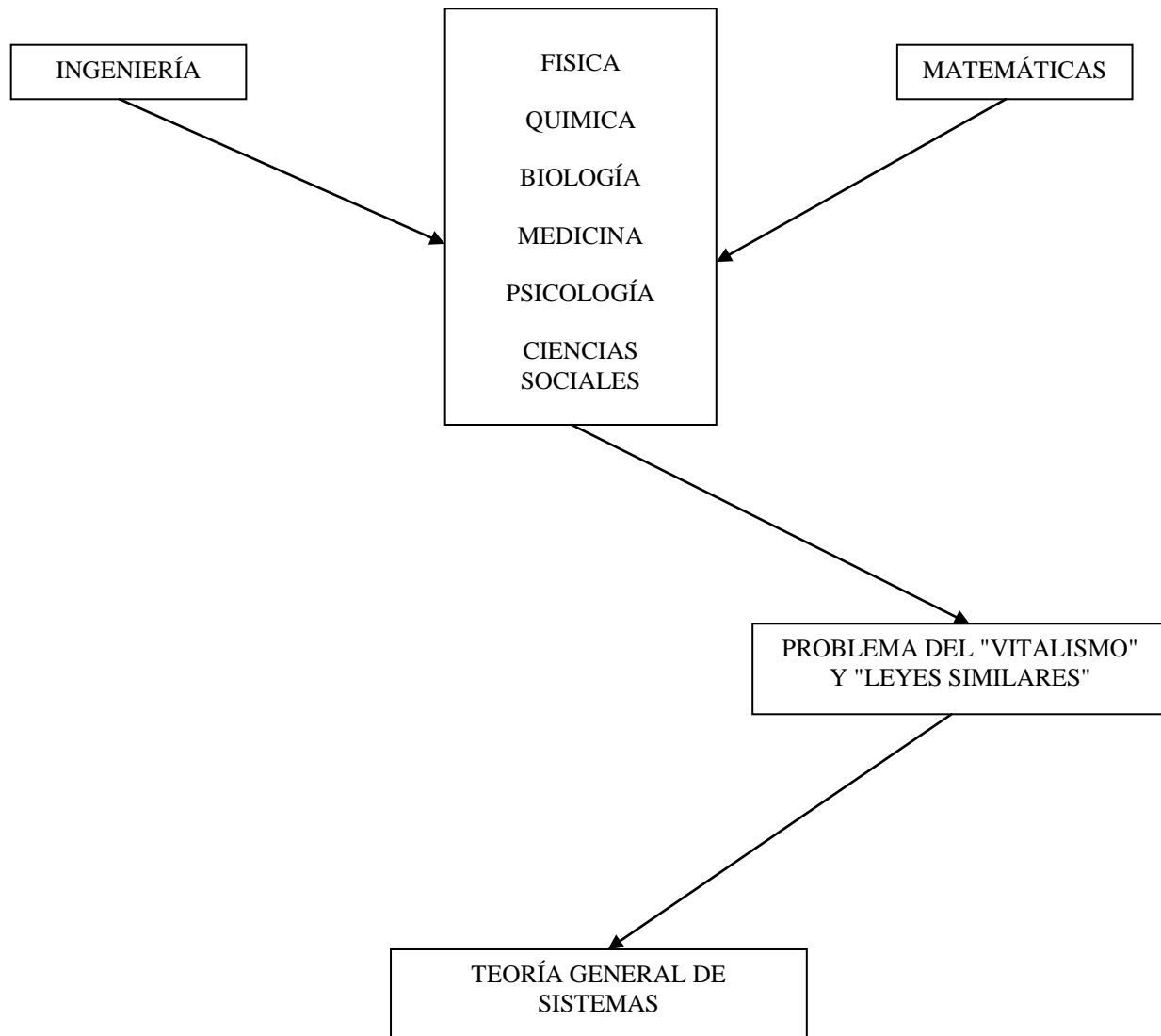


Figura No. 3

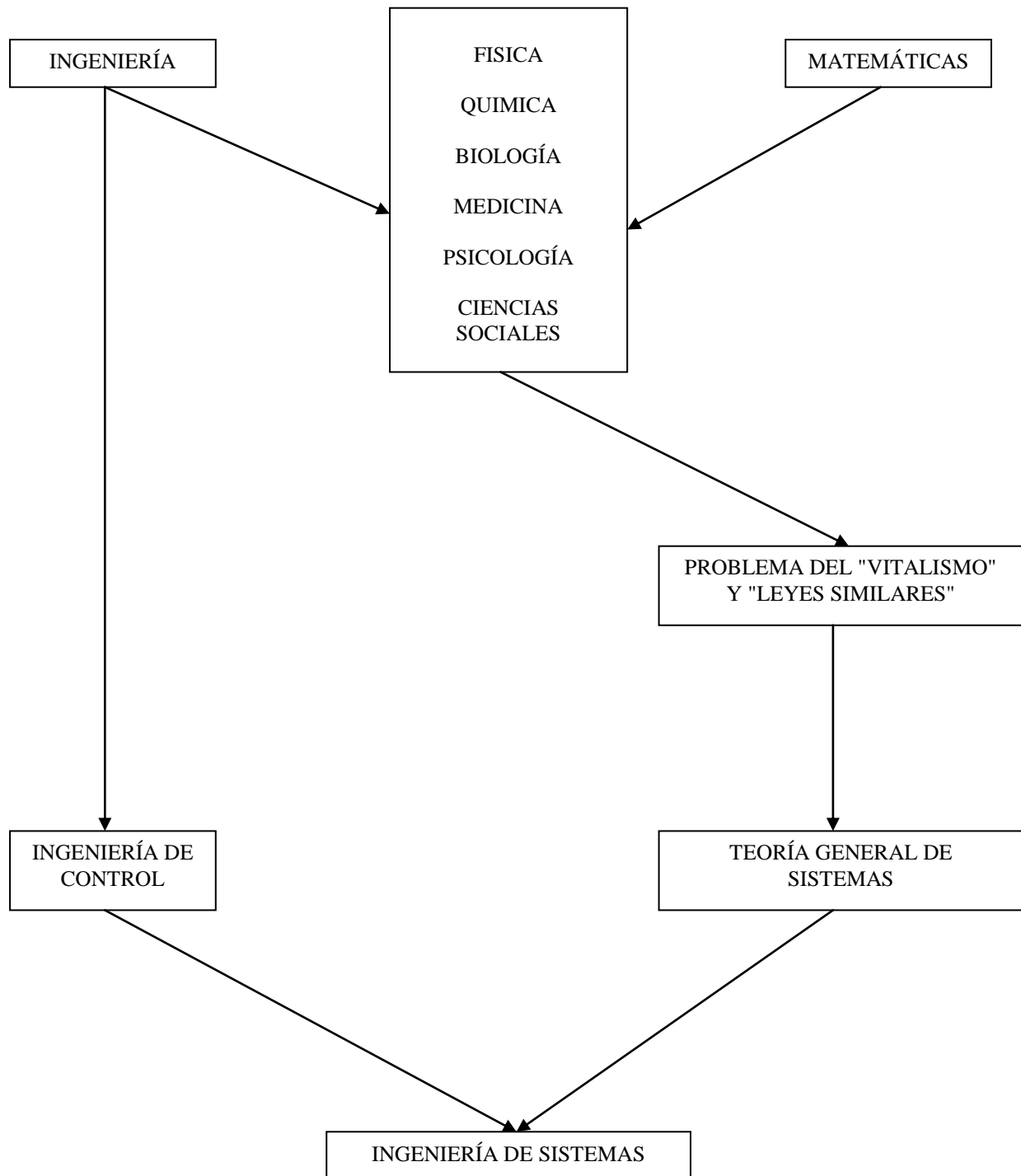


Figura No. 4