

MATEMATICA APLICADA

PARTE I

**SISTEMAS Y LA INVESTIGACION
INTERDISCIPLINARIA**

Por RICARDO ANGEL LELLI

y JULIO CESAR GIANIBELLI

INTRODUCCION

La diversidad, complejidad y dinámica de la problemática actual, presente en el ámbito de las organizaciones, en los sistemas sociales y económicos, políticos y naturales han tornado en insuficientes, cuando no obsoletos a los métodos convencionales de investigación, análisis y/o evaluación ya que, al ofrecer éstas un enfoque altamente específico y por ende fragmentario, no permiten arribar al planteo de una relación total al problema que se presenta.

La particularización apunta a la mejora y optimización de partes producto de la desagregación del todo en sus componentes.

Muchas veces, el funcionamiento óptimo de cada uno de ellos no condice con el requerido para alcanzar el objetivo final del sistema y, por el contrario, amplifica las causas de inestabilidad de su estructura y comportamiento.

¿Cuál es la razón de que lo planteado ocurra? Lo impropio de la aplicación de estos métodos "tradicionales" radica en que, al descomponer al sistema en sus elementos procediendo luego al estudio

pormenorizado de los mismos, se omite un aspecto que resulta fundamental, las relaciones o acoplamientos entre ellos y su forma de organización.

Se ha repetido en infinidad de oportunidades que "el todo es más que la suma de las partes". Esta declaración induce a la existencia de una característica o rasgo de comportamiento que se origina en los vínculos de partes y no exclusivamente, en el comportamiento independiente de las estructuras que ellas presentan.

ENFOQUE DE SISTEMAS

Si los problemas de hoy, presentan heterogeneidad en la índole de sus componentes y alta vinculación entre las mismas, resulta cierto deducir que no es suficiente para obtener una solución adecuada, proceder a la suma de especialidades técnicas y/o profesionales orientadas, cada una de ellas, a un aspecto particular relacionado con la naturaleza de las partes.

Es posible formular en este punto las siguientes preguntas:

—¿Cómo se determina la lista desagregada de estos elementos constituyentes de un sistema mayor?

—¿Cómo se realizará la coordinación de partes para el estudio y desarrollo de soluciones?

—¿Quién se ocupa de los elementos, sus interrelaciones operando e interactuando como un todo organizado?

Estas dudas, paradójicamente, aclaran el panorama.

Ya no basta con reunir a especialistas de distintas ramas de actividad y lanzarlos a que descubran su rol dentro de un problema general con la diversidad y características ya apuntadas.

Esa adición de esfuerzos individuales sin el arbitrio de una acción coordinadora de integración, que contemple la especialidad de cada uno sin perder de vista el objetivo final y permita arribar a la solución dentro de los recintos factibles, resulta en la mayoría de los casos inadecuados, costosa y de elevado tiempo de respuesta.

—¿Cuál es el medio para ejercer esas acciones de coordinación?

—¿Cómo se distribuyen y compatibilizan luego, las distintas actividades dentro de un problema de competencia interdisciplinaria?

La respuesta a estos interrogantes viene estructurándose y consolidándose desde la década del año '40, en que la segunda conferencia mundial generó la imperiosa necesidad de contar y manejar nuevos enfoques que permitieran determinar con rapidez el problema, ubicarlo, dimensionarlo y obtener una veloz respuesta en lo que al planteamiento de soluciones alternativas se refiere.

La Teoría General de Sistemas alcanza en un ámbito de competencia, al tratamiento de situaciones-problema como los descriptos. Define una serie de principios, métodos y esquemas de orientación pero, por sobre todas las cosas, una filosofía de tratamiento que, independiente de la sustancia inherente, motivo particular y ocasional de estudio, presenta una potencia analítica y resolutive para atender temas de características complejas interdisciplinarias.

Resulta de interés detenerse en el sentido del vocable "interdisciplinario". Del mismo se deduce que no sólo se refiere al aspecto vinculado a los contenidos específicos de cada disciplina en sí mismos, sino a las fases de interacción, y dependencia recíproca entre ellas. Estas fases definen áreas de características nuevas difíciles de ser atendidas por las profesiones tradicionales ya que encierran un nuevo esquema de pensamiento.

Lo puntualizado implica un retorno a las aspiraciones de la antigüedad que tendían a una unidad fundamental de pensamiento.

El análisis de sistemas como disciplina amplía en el aspecto de la ciencia, formaliza de alguna manera aquella aspiración del hombre.

Los pensadores que sentaron las primeras bases de la cultura, las artes y las ciencias incorporaron los elementos disponibles del conocimiento, sin poner demasiado énfasis en la disciplina de la que provenían. Estas circunstancias, sin quitar mérito a la capacidad intelectual personal, les permitió destacarse en varios campos de actividad en forma simultánea; basta recordar a Leonardo o Miguel Ángel para tener un argumento que avale lo expuesto.

Sin saber de sistemas estaban disponiendo de conceptos de validez universal que les ofrecía una perspectiva de globalidad e integración poco común.

Hoy día es tan amplia en si misma que resulta imposible reunir los conocimientos básicos de todas en un solo hombre. De aquí se desprenden nuevamente las bondades del herramental ofrecido por la Teoría General de Sistemas que si bien no encierra el total del conocimiento, si presentan los elementos que se requieren para abordar la problemática actual y arbitrar las acciones de corrección con el fin de resolverlas.

La filosofía de Sistemas parte del conocimiento del segmento de naturaleza que interese, determina el objeto motivo de estudio que define las características y razgos diferenciales que lo identifican, para entonces sí, proceder a su descomposición en componentes de nivel, relaciones de partes, comportamientos individuales, etc. Abreviando, va de lo general a lo particular, alcanzando el nivel de resolución adecuado al objetivo final que se perciba. Es aquí donde se ubican las áreas componentes problemas, se define la participación de las ramas de especialidad requeridas para alcanzar una solución integrándose entonces los grupos interdisciplinarios de análisis y tratamiento.

Es importante subrayar el hecho de que la asignación de recursos particulares y especializados se realiza después de haber enfocado integralmente el problema, realizado un análisis global y tratamiento general del mismo como un todo vinculado y armónico.

El uso de conceptos de globalidad; generalidad etc. no implica de ninguna manera un método superficial sino por el contrario el desarrollo y aplicación de procedimientos, técnicas y conceptos que son producto de la abstracción de disciplinas específicas y que conservan toda la potencia y rigurosidad de origen la enorme ventaja de ser aplicados con éxito a los diferentes campos de actividad profesional técnico y científica.

La utilización práctica de un enfoque como el descripto implica considerar algunos aspectos esenciales.

Los medios que sirvan como medios de aplicación deben poseer características similares a lo que a generalidad se refiere. No es posible definir un método general y restringir su rango de acción a tratar de aplicarlo utilizando medios restrictivos de uso específico.

Vale decir entonces que las disciplinas y medios de apoyo o uso de la Teoría General de Sistemas deben poder aplicarse a problemas de diferente carácter y naturaleza sin perder por ello eficacia, alcance ni rigurosidad.

INFORMACION, FACTOR HOMOGENEIZANTE

La heterogeneidad de las variables presentes es una situación indeterminada de características interdisciplinarias, crea la necesidad por la incertidumbre que el desconocimiento produce, de tratar de cuantificar sus contenidos con el fin de determinar sus valores.

¿Cómo relacionar entonces magnitudes expresadas en unidades diferentes? Es indispensable arbitrar elementos homogeneizantes que prescindan de estas unidades y permitan establecer vínculos y expresiones entre las variables presentes.

Es aquí donde el concepto de información aparece con su real dimensión sin la necesidad de apuntalarlo con una teoría que lo respalde a pesar de que existe.

En la última expresión del análisis, todo flujo, proceso, hombre, máquina, actividad, conducta o estructura puede ser descrito y expresado en términos de información.

La información fluye por los circuitos de los sistemas sociales, industriales, administrativos, comerciales, financieros, productivos y ecológicos. Es el contenido de una vía de entrada o salida, es almacenada en un computador, en el cerebro humano o en un libro de texto, en un indicador de tránsito y en la señal luminosa de un semáforo. Se le encuentra estimulando a los procesos decisorios, nutriendo los niveles de planeamiento y control los sistemas de autorregulación artificial y la homeostasis de los seres vivos.

El enfoque de sistemas y este concepto amplio de información constituye la base sobre la que es posible construir un método válido de uso general para la problemática heterogénea interdisciplinaria.

Este enfoque de la organización interdisciplinaria de investigación se autosustenta no sólo en la forma de ejercer el razonamiento por parte de cada investigador sino en la forma que relacionan, intercambian e integra el fruto de su labor con el resto de los miembros del grupo o de la comunidad.

Lo interdisciplinario no es esencialmente un enfoque asumido por el hombre, sino que forma parte de la naturaleza misma de la investigación ya que, todo pensamiento, desarrollo, invención, idea, etc. se basó en elementos preexistentes, producto de mentes anteriores de la observación de hechos naturales, de fenómenos que el hombre se vio necesitado de analizar y explicar.

En la actualidad se cuenta con el elevado poder de respuesta de disciplinas auxiliares de uso general que ofrecen medios complementarios que consolidan el proceso de investigación, Teoría de Control, Información, Decisión, Colas, Utilidad, etc.

Por otra parte, debe agregarse a lo expuesto la importancia de contar con un medio integrado de información, con inagotable memoria y con un ciclo de acceso a la que en ella esté registrado que supera las realidades humanas, pudiendo además efectuar cálculos, transferencias, cruces con resultados prácticamente inmediatos y confiables. Los ordenadores se suman como medio apto de apoyo incondicional a la tarea del investigador, creándose de esta forma, junto a los elementos, teorías y enfoques ya enunciados, un frente promisorio que permite dar adecuadas respuestas a los problemas de hoy y crear las bases del mañana constituyéndose en la vanguardia técnico-metodológica de actualidad.

Concluyendo, la teoría general de sistemas, la informática y las disciplinas de apoyo de uso general, son los elementos más indicados para apoyar la investigación interdisciplinaria avanzando en los desarrollos con coherencia y con la retroalimentación informativa que permite utilizar inmediatamente cualquier resultado obtenido para facilitar el trabajo futuro.

En la segunda parte de este trabajo se presentará un programa que relaciona los bosquejos aquí delineados, dentro de la expectativa docente y el avance tecnológico y la investigación.

PARTE II

DOCENCIA, INVESTIGACION Y TECNOLOGIA

INTRODUCCION

Las características actuales de los métodos de enseñanza, hacen que retrospectivamente se comparen, las formas y contenidos de las currículas de las disciplinas componentes de los troncales educativos.

Es necesario contar con un sistema educativo dinámico, que transfiera los avances tecnológicos al educando, con pruebas pilotos científicamente diseñadas; sopesando los resultados de éstas con la demora mínima, para adaptar la nueva metodología.

Se tratará en este ensayo, de efectuar consideraciones sistemáticas sobre la organización: Docencia - Investigación - Tecnología - Docencia.

ASPECTOS GENERALES DEL SUBSISTEMA EDUCATIVO

Está claro que los objetivos y finalidades prácticas del subsistema educativo, en sus distintos niveles, se constituye, más que en la instrucción, a la formación del intelecto. El razonamiento es quien dilucida la problemática, mediante un intelecto coherentemente formado.

Este es el punto clave. Todo sistema educativo posee una organización, perfectamente diferenciada en sus distintos niveles, pero en esencia es uno solo; la compatibilización de esos niveles es en la ac-

tualidad la problemática, ya que la modificación en los objetivos de un nivel, trascienden a los otros, en tiempo y aprehensión de los intelectos formados.

Se ha observado que la adaptación a nuevas formas de enseñanza, por parte de los niveles de educación sufre grandes retardos en tiempo, sin homeostasis en el sistema social que lo abarca.

Un caso concreto es el advenimiento de los "ordenadores", y su inserción en los niveles primarios, secundarios, terciarios y universitarios de formación intelectual. Mientras en 1965 sólo existían monstruosas calculadoras electromecánicas y electrónicas, imposibles de transportar con versatilidad y lentas en proceso. En el presente se cuenta con muy bajo costo, de minicalculadoras programables, con impresora, de extremada versatilidad, brindando gran velocidad de proceso, en cualquier lugar y sin complicaciones de fuente de energía más que la convencional.

Vale entonces la pregunta: ¿la docencia utiliza a este elemento en sus objetivos, fruto de la investigación y tecnología por ella generada?, y asimismo preguntar: ¿es el sistema educativo adaptativo y autorregulable?

Es evidente la resistencia a modificar las normas, formas y métodos de enseñanza. Ahora es el momento de modificarlos, pues el conocimiento e información de los educandos es cada vez mayor, gracias al desarrollo y organización perfeccionista de los sistemas de comunicación social.

Para el hombre, unidad del género, para la familia, unidad generadora de la sociedad, en especial la cristiana, los avances científicos-tecnológicos se han adaptado y asimilado casi inmediatamente, modificando las estructuras de relación psicosocial del hombre, de los componentes de la familia y de la sociedad. Su organización, se vio a veces fortalecida, y en otras debilitada por la generación de actitudes desviadoras de su normal desarrollo.

En resumen, es la sociedad con sus resortes de gobierno, quien genera un mejor confort, para facilitar la vida cotidiana, a la que no

escapa la estructura del sistema educativo en todos sus niveles, pero éstos los toman de una forma amortiguada en tiempo y espacio.

La modificación de los planes de enseñanza, en cualquier nivel, presentan dos aspectos diferentes:

- a) Docente y académico: al que le compete los cambios y adaptación de las técnicas, currículas de materias, disciplinas y ciencias.
- b) Legal e incumbencias: al que le compete el alcance legal de los títulos y certificaciones como también las incumbencias entre ellos.

Las modificaciones en los planes de enseñanza del aspecto a) sólo son factibles cuando la investigación y la tecnología han desarrollado un gran cúmulo de conocimientos, que es necesario realimentarlo al sistema educativo, en forma casi inmediata y coherente con las disciplinas que lo generan. Las modificaciones del aspecto b) provienen de las limitaciones en la estructura temporal del sistema, que no permite realizar amplias modificaciones del aspecto a), que necesariamente convergen a cambios, subdividir y crear nuevos títulos profesionales, especialidades y títulos intermedios, para satisfacer, pero en forma muy retardada y a veces desacertadamente, las necesidades de la educación.

La mayoría de las profesiones que hoy en día se ejercen, tienen sus raíces profundamente introducidas en el pasado, de tal forma que ellas mismas poseen resortes de adaptación al cambio, sin perder su lineamiento general e incumbencias. La cibernética, la informática, la ingeniería general de sistemas y análisis de sistemas tienen sus raigambres en la ingeniería, la matemática, la química y la física, y surgen debido a las modificaciones del aspecto a); por ejemplo la geofísica surge de la geodesia y luego abarca otras disciplinas como la meteorología, sismología y geomagnetismo, cuyos conocimientos provienen de hace miles de años, y otras disciplinas mucho más jóvenes como las relaciones terrestres solares, en la investigación y enseñanza.

Estos ejemplos, evidencian la necesidad de provocar inminentes cambios en la estructura y metodología de la enseñanza en todos sus niveles.

DOCENCIA, INVESTIGACION Y TECNOLOGIA

La investigación se puede dividir en tres niveles: pura, básica y aplicada; no es una sola ya que es necesario definir el aspecto espacio temporal de sus objetivos, su inserción directa en la sociedad y sus aspectos psicoculturales y religiosos.

De aquí, que de acuerdo a los objetivos y fines prácticos se puede observar que:

a) La investigación pura, es aquella en que los métodos, análisis, diseños experimentales y determinaciones no tienen limitaciones. No se tiene certeza de la aplicación y/o utilización de las teorías y observaciones en relación directa a las necesidades del hombre y su medio ambiente, más que investigar por la simple necesidad del conocimiento mismo.

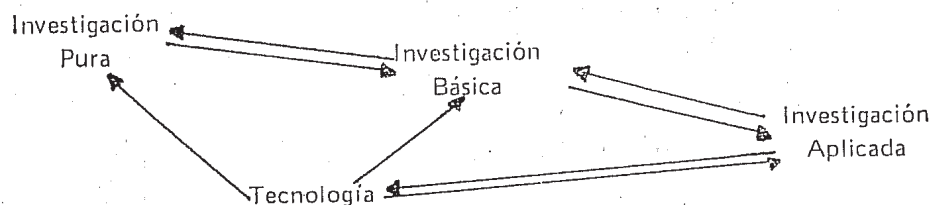
b) La investigación básica, hace uso de la generalidad e información dada por la investigación pura, pero con alcances en la temática limitados al medio ambiente del hombre y su sistema cósmico próximo, más precisamente al espacio-tiempo que no se extienda más allá del sistema solar. La aplicación de sus descubrimientos interesa de sobremanera al hombre y su utilización es casi inmediata.

c) La investigación aplicada, con límites concretos, sus objetivos y finalidades están bien caracterizados y formulados. Estudia una organización particularizada.

Tanto la investigación pura, como la básica y la aplicada se desarrollan mediante una tecnología, producto de la realimentación lógica y necesaria del sistema.

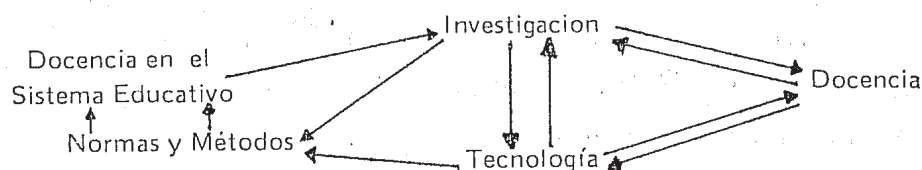
La docencia juega aquí un rol importantísimo. Mientras la tecnología guarda una realimentación de mayor grado y casi siempre positiva con la investigación básica y aplicada, la docencia como acto puro y libre de enseñar, transmite los conocimientos, con muy poco retardo, más que el simplemente burocrático, propio del sistema social, correspondiente a los niveles, que no se encuentran enmarcados en su sistema educativo.

El siguiente esquema en bloques muestra la relación Investigación Tecnológica y los circuitos de realimentación:



Se reconoce como tecnología a los procedimientos sistematizados en la realización de una actividad, de un elemento o de una cosa utilizable por el hombre; está inmersa en la investigación en general pero en el esquema, se la ha separado para ejemplificar los circuitos realimentarios. La veracidad de los procedimientos de la tecnología, no provienen de una relación directa con la investigación pura, si bien su origen se encuentra en ella. La investigación básica y aplicada asimilan los conceptos definidos en la investigación pura, quitando grados de generalidad según el caso o generando los suyos, propios de sus objetivos de tal forma que en la transformación y metamorfosis surge una herramienta de aplicación cierta.

La relación Docencia, Tecnología e Investigación se ha resumido en el siguiente esquema:



La investigación, guarda una realimentación directa y positiva con la Tecnología. Los grupos de investigación ejercen la docencia en el sentido amplio, con flujos positivos de relación tanto con la investigación como con la tecnología, utilizando todos los medios del más alto grado de sofisticación para lograr su finalidad en el menor tiempo posible. Por ende no existen ni filtros, ni tiempos de retardo en la asimilación de las invenciones que faciliten la enseñanza y el aprendizaje.

Por otra parte el subsistema educativo del sistema social, institucionalizado y legalizado, brinda a la investigación los profesionales de distintos niveles. Tanto los frutos de la tecnología, como los de la investigación no ingresan en la rígida organización del subsistema educativo y en la docencia, en forma directa. Las normas, métodos y reglas de enseñanza filtran y retardan los advenimientos de métodos y elementos creados por la tecnología e investigación. Muchas veces, la misma sociedad, con sus legislaciones, amortiguan la adopción de esos advenimientos que más tarde adoptará sin retaceos. Es en cierta forma el principio de inercia socio-cultural que el sistema homeostático educativo posee.