

## MATEMÁTICA E INGENIERÍA: NUEVAS CONEXIONES

Tradicionalmente, la ingeniería ha tenido fuertes conexiones con la Ciencia Básica en general y con la Matemática en particular, siendo esta última una herramienta fundamental en toda la diversa gama de procesos de análisis y de cálculo que debe llevar a cabo un ingeniero. Asimismo, en los últimos años se ha ido potenciando cada vez más la idea de que la Matemática es una herramienta a través de la cual modelamos y damos respuesta a problemas reales.

Sin embargo, tales problemas pueden corresponder a una naturaleza muy compleja presentando, incluso, desafíos difíciles de abordar para un ingeniero, con la formación que habitualmente posee. Nos referimos, con ello, a problemas de naturaleza no-determinista, para los cuales la matemática clásica no es capaz de entregar respuestas satisfactorias o más concretas; en donde las herramientas y recursos entregados por ésta, simplemente no funcionan. Junto con lo anterior, es conocido que existen muchos sistemas, cuya evolución en el tiempo desconocemos. Esto significa que no tenemos certeza de la totalidad de variables que los gobiernan ni cómo éstas interactúan entre sí, o bien las conocemos, pero las relaciones que definen la dinámica del sistema son de naturaleza caótica, lo cual significa –esencialmente– que no podemos predecir su evolución en el largo plazo, y solamente podemos hacerlo en una pequeña vecindad de un tiempo inicialmente dado.

Como respuesta a estas necesidades, surgieron la Teoría de medida e integración Fuzzy, introducida por el matemático japonés M. Sugeno (en la década de los setenta), y los Sistemas difusos, introducidos por L. Zadeh, destinados a procesar / manipular información y datos afectados de imprecisión / incertidumbre no probabilística. La nueva clase de medidas inherente a estos sistemas está formada, esencialmente, por medidas monótonas y continuas pero no necesariamente aditivas (es decir, la medida de la unión disjunta de conjuntos no es necesariamente igual a la suma de las medidas, como en el caso probabilístico). También, la integral fuzzy (o esperanza fuzzy), asociada a una medida fuzzy, es un operador no aditivo, el cual se construye sobre la estructura de orden sobre el cual está definido y no sobre la estructura vectorial, como es el caso de la integral clásica de Riemann o Lebesgue.

Lo fundamental de la nueva teoría es que puede emplearse para modelar problemas de carácter no determinista. Por ejemplo, tiene excelentes resultados en procesos de Toma de Decisión en presencia de información difusa. Asimismo, en el ámbito de los sistemas dinámicos, ella permite modelar en forma continua o discreta, mediante ecuaciones diferenciales fuzzy o sistemas dinámicos fuzzy discretos, respectivamente, una amplia clase de problemas, en donde los parámetros que gobiernan la dinámica del sistema son de naturaleza difusa o vaga.

Lo anteriormente expuesto indica que, en la actualidad, resulta vital para un ingeniero adquirir sólidos conocimientos, referidos principalmente a:

- Principios básicos de matemática difusa.
- Naturaleza de la computación basada en reglas difusas.
- Fundamentos de redes neuronales.
- Naturaleza de la neurocomputación difusa.
- Estructura de los algoritmos genéticos y su aplicación en la identificación de la estructura de los sistemas difusos.

En este contexto, pensamos que la base fundamental para el tratamiento riguroso de los tópicos anteriormente mencionados es la llamada lógica difusa.

La lógica difusa es una rama de la inteligencia artificial que se funda en el concepto “Todo es cuestión de grado”, lo cual permite manejar información vaga o de difícil especificación si quisiéramos hacer cambiar con esta información

el funcionamiento o el estado de un sistema específico. En general, la lógica difusa se aplica tanto a sistemas de control, como para modelar cualquier sistema continuo de ingeniería, física, biología o economía.

La lógica difusa se define, entonces, como un sistema matemático que modela funciones no lineales, que convierte unas entradas en salidas acordes con los planteamientos lógicos que usan el razonamiento aproximado.

Los beneficios de este tipo de matemáticas (lógica fuzzy), dicen relación con una mayor generalidad, poder expresivo más alto, una habilidad elevada para modelar problemas del mundo real y una metodología para explorar la tolerancia a la imprecisión. Aquí, la lógica difusa puede ayudar a alcanzar la tratabilidad, robustez y soluciones a costos más bajos frente a actuales problemas de ingeniería.

En este contexto, y como una forma de dotar a las nuevas generaciones de profesionales ingenieros de herramientas eficaces para tratar con problemas que involucran incerteza, se visualiza como imperativa la necesidad de incorporar a la malla curricular de todo ingeniero estas nuevas herramientas matemáticas relacionadas con la Teoría Fuzzy y con el estudio de Sistemas dinámicos caóticos, con el propósito de alcanzar una formación más amplia que le permita abordar toda esta nueva clase de problemas no determinísticos.

A fin de cuentas, en muchos casos la solución de un problema se reduce a la toma de una acertada decisión o a una razonable predicción.

Dr. Heriberto E. Román Flores  
Profesor Titular  
Instituto de Alta Investigación  
Universidad de Tarapacá  
Arica, Chile

Dr. Héctor Torres-Silva  
Profesor Titular  
Instituto de Alta Investigación  
Universidad de Tarapacá  
Arica, Chile