



*Nota del Editor:* Los temas de la neurocomputación han servido para la integración de diversas áreas de las Facultades de Ingeniería y Medicina. Por ello, se ofrece esta nueva sección de gran interés general.

## Vida artificial

*José Jesús Martínez Páez, Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.*

josej@ingenieria.ingsala.unal.edu.co

La biología -en principio- es el estudio científico de la vida, de cualquier forma de vida. En la práctica, la biología es el estudio científico de la vida sobre la tierra, vida con base en cadenas de carbono. Sin embargo, de la definición, no hay nada que restrinja la biología a la vida basada en carbono; simplemente éste es el único tipo de vida que está disponible para su estudio. Sin otros ejemplos, es difícil distinguir las propiedades esenciales de la vida, propiedades que compartiría cualquier otro sistema viviente, leyes universales de la vida. Necesitamos ampliar el conjunto de ejemplos para generalizar. Nuestra única opción está en que, a partir de desarrollos teóricos, creamos formas de vida alternativa: la Vida Artificial.

La Vida Artificial ("AL", "Alife" o "VA") es el nombre dado a una nueva disciplina que estudia el intento de recrear fenómenos biológicos dentro de computadores y otros medios "artificiales". VA complementa el enfoque analítico de la biología tradicional con un enfoque sintético en que, más que estudiar fenómenos biológicos, se trata de conformar sistemas computacionales que se comporten como organismos vivientes.

Cuando se identificó la célula, cambió el pensamiento de cómo se organiza la materia en las estructuras vivientes. Una vez se comprendió la contribución de Darwin a la biología, la evolución se convirtió en el problema central, para la definición de la vida. El descubrimiento del DNA como componente esencial de toda materia considerada viva, agrega otros aspectos: las cosas vivas contienen esquemas y estructuras de datos para su operación y reproducción. La última consideración, viene del reconocimiento de la teoría de los sistemas complejos, como un componente clave en biología.

La VA es muy diferente a la ingeniería genética, la cual usa vida completamente desarrollada como un punto de partida. Tampoco es vida virtual en el sentido de los desarrollos de realidad virtual, donde se busca engañar nuestro sentidos para hacernos creer que percibimos realidad.

Hasta 1936 todos los mecanismos de autómatas conocidos eran de propósito particular, es decir que todo autómata construido hasta esa fecha, se hizo para realizar una tarea determinada. Sin embargo, la idea de autómata tal, se

utiliza hoy, y que da lugar a la teoría de autómatas y de Máquinas de Estado Finito (MEF), aparece con la formulación de la "Máquina de Turing", en nombre del matemático inglés Alan Turing.

La máquina de Turing se puede visualizar como una grabadora sofisticada, con una cinta arbitrariamente extensible. La cinta está marcada por cuadros y cada cuadro contiene un bit y es necesario borrar lo que hay en el cuadro y/o grabar encima. Hay también un mecanismo de control, el cual dice qué hacer al leer cada bit de información. Se demostró que esta máquina podía efectuar computación universal.

Von Neumann (matemático húngaro-americano) se maravilló con las similitudes entre los computadores y los organismos biológicos. Encontró que aquellos eran complejos, más que cualquier estructura artificial que el hombre hubiera trabajado y que la vida estaba basada en la lógica. Consideraba la vida misma como una concatenación reconstruible de eventos e interacciones.

A finales de los 40, dio una serie de

conferencias. La más famosa fue en Pasadena, California: "Teoría Lógica y General de los Automatas". Por "autómata" Von Neumann se refiere a máquinas, auto-operativas, cuyo comportamiento se podía definir en términos matemáticos. Von Neumann no vio ninguna razón por la cual los organismos no se pudieran ver como máquinas y viceversa. Si se entienden los autómatas, entonces, se entienden mejor las máquinas y se entiende la vida. Lo más importante era el concepto de auto-reproducción. ¿Puede una máquina artificial reproducir una copia de sí misma? ¿Estaría en capacidad de crear más copias?

En 1943 Von Neumann leyó el artículo de W. McCulloch y W. Pitts, titulado "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity", donde presentan un modelo para emular las funciones del sistema nervioso: una red neuronal artificial. Von Neumann asoció este desarrollo a la máquina de Turing que puede emular cualquier sistema de computación innato, cuya salida determinaba su comportamiento. Se dio cuenta que la biología ofrecía el sistema de procesamiento de

información más poderoso disponible y su emulación sería la llave hacia sistemas artificiales, que asumiría la función más completa de la biología, la auto-reproducción.

Inicialmente conformó una lista completa de tres empleadas y el plano de construcción del autómata, y las copió en una cinta D. El hábitat del Autómata autorreproductor era un enorme depósito, con la misma clase de elementos con los cuales estaba hecho. Se constituía de tres subsistemas principales. El subsistema A, una especie de fábrica, que podía tomar parte del depósito y ensamblarlas según las instrucciones (D). El subsistema B funcionaba como un duplicador: su trabajo era leer instrucciones D y copiarlas. El subsistema C, el mecanismo de control, instruía a A para construir el autómata descrito por D, y ordenaba que B sacara una copia de D y la insertara en autómata que acababa de construir A.

Von Neumann no estaba satisfecho con su Autómata Autorreproductor porque su realización de ingeniería no era factible. Entonces se encaminó hacia un desarrollo teórico. Definió un

mundo como una rejilla infinita, como un tablero de damas. Cada cuadro de la rejilla se podría ver como una "celda". Cada celda en la malla sería esencialmente una MEF separada, actuando sobre un conjunto de regla comunes. La configuración de la rejilla cambiaría a intervalos discretos de tiempo. Cada celda guardaría información, su estado y, en cada intervalo de tiempo, miraría las celdas a su alrededor y consultaría la tabla de reglas para determinar su estado en el próximo paso. La colección de celdas de la rejilla se podría ver como un organismo. Entonces Von Neumann rediseñó su autómata auto-reproductor, en lo que se conocería como el primer autómata celular. Por esta contribución se le conoce como el padre de la VA.

Son muchas las herramientas que se pueden combinar para obtener productos de VA. Estas herramientas también están en investigación. Entre ellas se encuentran: redes neuronales artificiales, algoritmos evolutivos, autómatas celulares, aprendizaje de máquinas, teoría de agentes, simuladores, química de la teoría de la auto-organización y computación molecular.