

Capítulo 1: La sinapsis y el memristor

La manera en que el cerebro de un animal mamífero o cualquier ser humano se comporta, es idéntica. Todo cerebro está formado por neuronas, las cuales se encargan de la recepción y transmisión de los estímulos eléctricos producidos por el sistema nervioso a través de todo el cuerpo humano. Por ende, la transmisión de millones de datos se realiza a gran velocidad cada segundo.

Pero no sólo las neuronas juegan un papel importante en el estímulo de los datos, que por cierto, son impulsos eléctricos en mV. La sinapsis son las uniones existentes entre neuronas, las cuales juegan un rol importante ya que por medio de estas, las neuronas se comunican entre sí, así como con los músculos y glándulas del cuerpo. En principio, de forma análoga, podemos ejemplificar a la sinapsis como cables, dentro de un circuito eléctrico, encargados de interconectar a los componentes del circuito. Pero sus características eléctricas son más impresionantes que sólo esto, pues cada sinapsis puede variar su fuerza de enlace (*peso sináptico* w en redes neuronales) dependiendo los estímulos pasados entre las neuronas que la sinapsis comunica. Entonces se sabe que el estado anterior de la sinapsis es importante y crucial para su estado actual.

El poder de procesamiento del cerebro humano no tiene comparación, pues aunque las computadoras actuales pueden procesar una cantidad exorbitante de datos por segundo, no pueden competir con el cerebro humano pues este no trabaja con datos binarios sino con impulsos eléctricos en el mundo analógico. Se estima que el cerebro humano contiene alrededor de 100-500 trillones de sinapsis.

El número de neuronas estimado, varía de forma drástica dependiendo estudios y autores. Anthony Scheiber en su libro *The Human Computer: Get the Most out of Yours!*, estima que existen alrededor de 20 billones de interneuronas, las cuales se dedican a procesar información dentro del ámbito de aplicación del cerebro. También existen nervios periféricos que se encargan de mandar señales desde los sensores exteriores con destino a varias localidades del cerebro; no podemos dejar de lado a las neuronas motoras, que comunican al cerebro con el tejido muscular y los órganos internos a fin de regular las acciones del cuerpo.

Así como Scheiber afirma, el inigualable poder de procesamiento del cerebro humano, como antes se ha mencionado, recae en que este no utiliza el sistema binario que las computadoras

actuales utilizan. Entonces se puede afirmar que el poder de procesamiento, la capacidad de memoria y la velocidad del cerebro humano, sobrepasan a cualquier computadora existente en nuestros días y quizás en un futuro no muy cercano podamos procesar la misma cantidad de datos utilizando señales analógicas, que nos brindarían datos más exactos. El secreto detrás de semejante poder y capacidad se puede apreciar en las células nerviosas que atraviesan el cerebro. La forma de conexión entre dos nervios se conoce como unión sináptica. Actualmente, más de dos nervios pueden conectarse entre sí con una sola unión sináptica.

Habiendo abarcado esto, debemos recalcar la importancia de la sinapsis para el ámbito de la electrónica, pues el memristor tiene características similares. Primeramente, debemos poner en el plano a la teoría Hebbiana (Hebbian Theory en inglés). El enunciado establece que: *Asumiendo que la persistencia o repetición de una actividad reverberativa tiende a inducir cambios celulares de larga duración que ayudan a su estabilidad....Cuando un axón de la célula A está suficientemente cerca de excitar a la célula B y repetitiva o persistentemente forma parte de su activación, un proceso de crecimiento o cambio metabólico toma lugar en una o ambas células de tal manera que la eficiencia en A, como una de las células que activan a B, es incrementada.*

Muchas veces, resulta complicado comprender en su totalidad el enunciado, por lo tanto se ha creado una forma simplificada y figurativa de representarlo, la cual consiste en el siguiente enunciado: *Las células que se disparan juntas, se conectan entre sí.* Es importante mencionar el término *disparar* en este enunciado pues se refiere a un tecnicismo del ámbito de la electrónica. Por otro lado, el enunciado busca explicar el aprendizaje asociativo, en el cual la activación simultánea de células conlleva al incremento en la “fuerza sináptica” entre las células en cuestión. Dicho aprendizaje es también conocido como *Aprendizaje Hebbiano*.

Este tipo de comportamiento en las uniones de dos o más neuronas se aplica en el estudio y desarrollo de redes neuronales basadas en software. Es importante mencionarlo pues no es algo nuevo en el ámbito de la electrónica y computación, que es donde estos estudios convergen. Al entrenar una red neuronal, sus uniones se ven afectadas por los pesos sinápticos, lo cual puede incrementarse o disminuir dependiendo los datos de entrada y el resultado deseado. Al final, cada peso o unión sináptica ve sus valores iniciales alterados. El aprendizaje a veces puede resultar ser el deseado o cercano a este, pero otras veces puede diferir mucho con lo que se busca.

Habiendo mencionado las redes neuronales y su relación con la sinapsis, es imperativo observar que toda información es procesada por software, y por ende, por una computadora. Por lo tanto, al final se regresa al punto, que en principio se quiere evitar, para poder copiar el comportamiento analógico de la vida real, el sistema binario. Este impedimento había sido un obstáculo hasta nuestros días, donde el memristor ha hecho acto de presencia y ha brindado una nueva opción para simular el comportamiento de la vida real por medio de un circuito electrónico analógico, pues este revolucionario componente electrónico viene a representar a la sinapsis y sus características dentro del mundo de la electrónica.