**CAPÍTULO 1**

**1. LAS REDES NEURONALES**

**1.1. La neurona**

A finales del siglo XIX se logró una mayor claridad sobre [el](http://www.monografias.com/trabajos/fintrabajo/fintrabajo.shtml) conocimiento del funcionamiento del [cerebro](http://www.monografias.com/trabajos13/acerca/acerca.shtml) debido a los trabajos de [Ram](http://www.monografias.com/trabajos11/memoram/memoram.shtml)ón y Cajal en España y Sherrington en [Inglaterra](http://www.monografias.com/trabajos6/laerac/laerac.shtml). El primero trabajó en la [anatomía](http://www.monografias.com/Anatomia/index.shtml) de las neuronas y el segundo en los puntos de conexión de las mismas o sinápsis.

El tejido nervioso es el más diferenciado del organismo y está constituido por [células](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) nerviosas, fibras nerviosas y la neuroglia, que está formada por varias clases de [células](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml). [La célula](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) nerviosa se denomina [neurona](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml), que es la unidad funcional del [sistema nervioso](http://www.monografias.com/trabajos11/sisne/sisne.shtml). Hay neuronas bipolares, con dos prolongaciones de fibras y multipolares, con numerosas prolongaciones. Pueden ser neuronas sensoriales, motoras y de asociación. Se estima que en cada milímetro del [cerebro](http://www.monografias.com/trabajos13/acerca/acerca.shtml) hay cerca de 50.000 neuronas. La [estructura](http://www.monografias.com/trabajos15/todorov/todorov.shtml#INTRO) general de una [neurona](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml) se [muestra](http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml) en la figura 1.1

Figura 1.1

Estructura general de una neurona



Fuente: [www.cienciateca.com](http://www.cienciateca.com)

Elaboración: Ciencia Teca

El tamaño y la forma de las neuronas es variable, pero con las mismas subdivisiones que [muestra](http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml) la figura. El cuerpo de la [neurona](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml) o Soma contiene el núcleo, el cual se encarga de todas las actividades metabólicas de la [neurona](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml) y recibe la [información](http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml) de otras neuronas vecinas a través de las conexiones sinápticas.

Las dendritas son las conexiones de entrada de la [neurona](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml). Por su parte el axón es la "salida" de la neurona y se utiliza para enviar impulsos o señales a otras [células](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) nerviosas. Cuando el axón esta cerca de sus [células](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) destino se divide en muchas ramificaciones que forman sinápsis con el soma o axones de otras [células](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml). Esta unión puede ser "inhibidora" o "excitadora" según el transmisor que las libere. Cada neurona recibe de 10.000 a 100.000 sinápsis y el axón realiza una cantidad de conexiones similar.

La transmisión de una señal de una [célula](http://www.monografias.com/trabajos11/lacelul/lacelul.shtml) a otra por medio de la sinápsis es un [proceso](http://www.monografias.com/trabajos14/administ-procesos/administ-procesos.shtml#PROCE) químico. En él se liberan substancias transmisoras en el lado del emisor de la unión. El efecto es elevar o disminuir el potencial eléctrico dentro del cuerpo de [la célula](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) receptora. Si su potencial alcanza el umbral se envía un pulso o potencial de acción por el axón. Se dice, entonces, que [la célula](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) se disparó. Este pulso alcanza otras neuronas a través de la distribución de los axones.

**1.2. La red neuronal**

El [sistema](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) de neuronas biológico está compuesto por neuronas de entrada (censores) conectados a una compleja [red](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) de neuronas "calculadoras" (neuronas ocultas), las cuales, a su vez, están conectadas a las neuronas de salida que controlan, por ejemplo, los músculos. Los censores pueden ser señales de los oídos, ojos, etc. las respuestas de las neuronas de salida activan los músculos correspondientes. En el [cerebro](http://www.monografias.com/trabajos13/acerca/acerca.shtml) hay una gigantesca [red](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) de neuronas "calculadoras" u ocultas que realizan los cálculos necesarios. De manera similar, una [red](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) neuronal artificial debe ser compuesta por censores del tipo mecánico o eléctrico.

**1.3. Breve historia de las redes neuronales**

Los intentos por imitar el funcionamiento del [cerebro](http://www.monografias.com/trabajos13/acerca/acerca.shtml) han seguido a la [evolución](http://www.monografias.com/trabajos16/teoria-sintetica-darwin/teoria-sintetica-darwin.shtml) del [estado](http://www.monografias.com/trabajos12/elorigest/elorigest.shtml) de la [tecnología](http://www.monografias.com/Tecnologia/index.shtml). Por ejemplo, al finalizar el siglo 19 se le comparó con la operación de la bomba hidráulica; durante la década de 1920 a 1930 se intento utilizar la [teoría](http://www.monografias.com/trabajos4/epistemologia/epistemologia.shtml) de la conmutación telefónica como punto de partida de un [sistema](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) de [conocimiento](http://www.monografias.com/trabajos/epistemologia2/epistemologia2.shtml) similar al del [cerebro](http://www.monografias.com/trabajos13/acerca/acerca.shtml). Entre 1940 y 1950 los científicos comenzaron a pensar seriamente en las [redes neuronales](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml) utilizando como [concepto](http://www.monografias.com/trabajos10/teca/teca.shtml) la noción de que las neuronas del cerebro funcionan como interruptores digitales (*on - off)* de manera también similar al recién desarrollado [computador](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml) digital. Así nace la idea de "[revolución](http://www.monografias.com/trabajos10/era/era.shtml) [cibernética](http://www.monografias.com/trabajos/cibernetica/cibernetica.shtml)" que maneja la analogía entre el cerebro y el [computador](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml) digital.

**1943 [Teoría](http://www.monografias.com/trabajos4/epistemologia/epistemologia.shtml) de las** [**Redes Neuronales**](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml) **Artificiales**

En este año, Walter Pitts junto a Bertran Russell y Warren McCulloch intentaron explicar el funcionamiento del cerebro humano, por medio de una [red](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) de células conectadas entre sí, para experimentar ejecutando [operaciones](http://www.monografias.com/trabajos6/diop/diop.shtml) lógicas. Partiendo del menor suceso psíquico (estimado por ellos): el impulso todo/nada, generado por una [célula](http://www.monografias.com/trabajos11/lacelul/lacelul.shtml) nerviosa.

Así, el bucle "sentidos - cerebro - músculos", mediante la retroalimentación producirían una reacción positiva si los músculos reducen la diferencia entre una condición percibida por [los sentidos](http://www.monografias.com/trabajos12/orsen/orsen.shtml) y un [estado](http://www.monografias.com/trabajos12/elorigest/elorigest.shtml) físico [impuesto](http://www.monografias.com/trabajos7/impu/impu.shtml) por el cerebro.

Estos científicos también definieron [la memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) como un conjunto de [ondas](http://www.monografias.com/trabajos5/elso/elso.shtml#ondas) que reverberan en un circuito cerrado de neuronas.

**1949 Conductividad de la sinápsis en las [Redes Neuronales](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml).**

Seis años después de que McCulloch y Pitts mostraran sus [Redes Neuronales](http://www.monografias.com/trabajos/redesneuro/redesneuro.shtml), el fisiólogo Donald O. Hebb (de la McGill University) expuso que estas (las [redes](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) neuronales) podían aprender. Su propuesta tenía que ver con la conductividad de la sinápsis, es decir, con las conexiones entre neuronas. Hebb expuso que la repetida activación de una neurona por otra a través de una sinápsis determinada, aumenta su conductividad, y la hacía más propensa a ser activada sucesivamente, induciendo a la formación de un circuito de neuronas estrechamente conectadas entre sí.

**1951 Primera Red Neuronal**

A principio de los años 1950, el estudiante de Harvard, Marvin Minsky conoció al científico Burrhus Frederic [Skinner](http://www.monografias.com/trabajos15/pavlov-skinner/pavlov-skinner.shtml#parad), con el que trabajó algún [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml) ayudándole en el [diseño](http://www.monografias.com/trabajos13/diseprod/diseprod.shtml) y creación de máquinas para sus [experimentos](http://www.monografias.com/trabajos10/cuasi/cuasi.shtml). Minsky se inspiró en [Skinner](http://www.monografias.com/trabajos15/pavlov-skinner/pavlov-skinner.shtml#parad) para gestar su primera idea "oficial" sobre [inteligencia artificial](http://www.monografias.com/trabajos16/la-inteligencia-artificial/la-inteligencia-artificial.shtml), su Red Neuronal. Por aquel entonces entabló [amistad](http://www.monografias.com/trabajos10/afam/afam.shtml#in) con otro brillante estudiante, Dean Edmonds, el cual estaba interesado en el estudio de una nueva [ciencia](http://www.monografias.com/trabajos10/fciencia/fciencia.shtml) llamada [Electrónica](http://www.monografias.com/trabajos5/electro/electro.shtml).

Durante el verano de 1951, Minsky y Edmonds montaron la primera máquina de [redes](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) neuronales, compuesta básicamente de 300 tubos de vacío y un piloto automático de un bombardero B-24. Llamaron a su creación "Sharc", se trataba nada menos que de una red de 40 neuronas artificiales que imitaban el cerebro de una rata. Cada neurona hacia el [papel](http://www.monografias.com/trabajos5/recicla/recicla.shtml#papel) de una posición del laberinto y cuando se activaba daba a entender que la "rata" sabía en que punto del laberinto estaba. Las neuronas que estaban conectadas alrededor de la activada, hacían la función de alternativas que seguir por el cerebro, la activación de la siguiente neurona, es decir, la elección entre "derecha" o "izquierda" en este caso estaría dada por la [fuerza](http://www.monografias.com/trabajos12/eleynewt/eleynewt.shtml) de sus conexiones con la neurona activada. Por ejemplo, la "rata" completaba bien el recorrido eligiendo a partir de la quinta neurona la opción "izquierda" (que correspondería a la sexta), es entonces cuando las conexiones entre la quinta y sexta se hacen más fuertes (dicha conexión era realizada por el piloto automático), haciendo desde este momento más propensa esta decisión en un futuro. Pero las técnicas Skinnerianas (que eran las que se habían puesto en funcionamiento en esta red neuronal) no podrían llevar muy lejos a este nuevo engendro, la razón es que esto, en sí, no es [inteligencia](http://www.monografias.com/trabajos15/inteligencia-emocional/inteligencia-emocional.shtml), pues la red neuronal así creada nunca llegaría a trazar un [plan](http://www.monografias.com/trabajos7/plane/plane.shtml).

Después de su Red Neuronal, Minsky escribió su [tesis](http://www.monografias.com/trabajos/tesisgrado/tesisgrado.shtml) doctoral acerca de esta, en ella describía "cerebros mucho mayores", exponiendo que si se realizaba este [proyecto](http://www.monografias.com/trabajos12/pmbok/pmbok.shtml) a gran [escala](http://www.monografias.com/trabajos6/dige/dige.shtml#evo), con miles o millones de neuronas más y con diferentes censores y tipos de retroalimentación, la máquina podría ser capaz de razonar, pero el sabía que la realización de esta Red Neuronal era imposible y así, decidió buscar otra forma de crear [inteligencia](http://www.monografias.com/trabajos15/inteligencia-emocional/inteligencia-emocional.shtml).

**1.4. Las [Redes](http://www.monografias.com/Computacion/Redes/) Neuronales Artificiales**

**1.4.1. Sistema Experto**

Un [método](http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml) más avanzado para representar [el conocimiento](http://www.monografias.com/trabajos/epistemologia2/epistemologia2.shtml), es el [sistema](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) experto. Típicamente está compuesto por varias clases de [información](http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml) almacenada: Las reglas *If - Then* le dicen al [sistema](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) como se debe reaccionar ante los estados del "mundo". Una regla del [sistema](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) experto puede ser *if Y* es un [hombre](http://www.monografias.com/trabajos15/fundamento-ontologico/fundamento-ontologico.shtml), *Then Y* es mortal. Los hechos describen [el estado](http://www.monografias.com/trabajos12/elorigest/elorigest.shtml) del "mundo". Por ejemplo: Juan es mortal. Por último, una máquina de inferencia relaciona los hechos conocidos con las reglas *If - Then* y genera una conclusión. En el ejemplo: Juan es mortal. Esta nueva conclusión se añade a la colección de hechos que se almacena en los [medios](http://www.monografias.com/trabajos14/medios-comunicacion/medios-comunicacion.shtml) ópticos o magnéticos del [computador](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml) digital. De esta forma, un sistema experto sintetiza nuevo [conocimiento](http://www.monografias.com/trabajos/epistemologia2/epistemologia2.shtml) a partir de su "entendimiento" del mundo que le rodea. Es decir, un sistema experto es un [método](http://www.monografias.com/trabajos11/metods/metods.shtml) de representación y procesamiento del [conocimiento](http://www.monografias.com/trabajos/epistemologia2/epistemologia2.shtml), mucho más rico y poderoso que un simple [programa](http://www.monografias.com/Computacion/Programacion/) de [computador](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml). Sin embargo, con respecto a la manera en que opera el cerebro humano, sus limitaciones son múltiples. Los [problemas](http://www.monografias.com/trabajos15/calidad-serv/calidad-serv.shtml#PLANT) planteados en términos difusos o ambiguos , por ejemplo, son muy complejos de analizar o "conocer" con [sistemas](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) de procesamiento simbólico, como los [sistemas expertos](http://www.monografias.com/trabajos16/sistemas-expertos/sistemas-expertos.shtml) o [programas](http://www.monografias.com/Computacion/Programacion/) de [computador](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml).

**1.4.2. Método de transmisión de la [información](http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml) en el cerebro**

Primero conviene saber que en los primeros tiempos de la informática a las computadoras se los llamaba calculadoras de cifras electrónicas o simplemente calculadoras digitales. Los [sistemas digitales](http://www.monografias.com/trabajos14/sistemanumeracion/sistemanumeracion.shtml) trabajan con cifras en código binario que se transmiten en formas de impulsos (bits). Los [sistemas](http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml) analógicos procesan señales continuamente cambiantes, como la [música](http://www.monografias.com/Arte_y_Cultura/Musica/) o la palabra hablada. Por suerte para nuestro propósito de imitar con una computadora el cerebro, este también codifica la [información](http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml) en impulsos digitales. En los humanos las sensaciones se generan digitalmente y se transmiten así a través del [sistema nervioso](http://www.monografias.com/trabajos11/sisne/sisne.shtml). En otras palabras cuando la [luz](http://www.monografias.com/trabajos5/natlu/natlu.shtml) se hace más intensa, el [sonido](http://www.monografias.com/trabajos5/elso/elso.shtml) más alto o la presión más fuerte, entonces no es que fluya mas corriente a través de los nervios, sino que la frecuencia de los impulsos digitales aumenta.

En principio las computadoras trabajan de manera semejante. Así una sensación mas fuerte corresponde en un equipo informático a una cifra más alta (o en una palabra mas larga). Sin embargo en una computadora los [datos](http://www.monografias.com/trabajos11/basda/basda.shtml) se transmiten siempre a un mismo ritmo; la frecuencia base es inalterable. Por eso las cifras mas altas tardan mas [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml) en ser transmitidas. Como por lo general las computadoras no trabajan en [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml) real, esto no tiene mayor importancia, pero cuando se trata de un computador en [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml) real, como son los empleados en [proceso](http://www.monografias.com/trabajos14/administ-procesos/administ-procesos.shtml#PROCE) industrial, hace falta de ampliar él numero de canales de transmisión para que en el mismo espacio de [tiempo](http://www.monografias.com/trabajos6/meti/meti.shtml) pueda fluir mayor cantidad de [datos](http://www.monografias.com/trabajos11/basda/basda.shtml).

**1.4.3. Compuertas lógicas**

Sabemos que los elementos básicos de una computadora son las compuertas lógicas, en el cerebro también existen aunque no son idénticas a las de una computadora.

En una computadora las compuertas And, Or etc. tienen una función perfectamente determinada e inalterable. En el cerebro también hay elementos de conexión parecidos, las llamadas sinapsis, donde confluyen en gran número las fibras nerviosas.

**1.4.4. Funcionamiento de las sinapsis**

Cientos de [datos](http://www.monografias.com/trabajos11/basda/basda.shtml) fluyen por los nervios hasta cada sinapsis, donde son procesados. Una vez analizada y tratada la [información](http://www.monografias.com/trabajos7/sisinf/sisinf.shtml) esta sale ya transformada por los canales nerviosos.

En los seres vivos no pueden permitirse el lujo de la especialización ya que si algo se rompe otro elemento debe hacerse cargo de la función. Por eso cada sinapsis es simultáneamente una compuerta Ad, Or, Not etc.

Una sinapsis suma las tensiones de los impulsos entrantes. Cuando se sobrepasa un determinado nivel de tensión; el llamado umbral de indicación; esta se enciende, esto es deja libre el camino para que pasen los impulsos. Si el umbral de indicación de tensión es demasiado bajo, la sinapsis actúa como una puerta [lógica](http://www.monografias.com/trabajos15/logica-metodologia/logica-metodologia.shtml) del tipo Or, pues en tal caso pocos impulsos bastan para que tenga lugar la conexión. En [cambio](http://www.monografias.com/trabajos2/mercambiario/mercambiario.shtml) cuando el umbral de indicación es alto, la sinapsis actúa como una puerta And, ya que en ese caso hace falta que lleguen la totalidad de los impulsos para que el camino quede libre. También existen conducciones nerviosas que tienen la particularidad de bloquear el paso apenas llegan los impulsos. Entonces la sinapsis hace la función de una compuerta inversora. Esto demuestra la flexibilidad del [sistema nervioso](http://www.monografias.com/trabajos11/sisne/sisne.shtml).

**1.4.5. Diferencias entre el cerebro y una computadora**

La diferencia más importante y decisiva es cómo se produce el [almacenamiento](http://www.monografias.com/trabajos12/dispalm/dispalm.shtml) de información en el cerebro y en la computadora.

Computadora: Los [datos](http://www.monografias.com/trabajos11/basda/basda.shtml) se guardan en posiciones de [memoria](http://www.monografias.com/trabajos13/memor/memor.shtml) que son celdillas aisladas entre sí. Así cuando se quiere acceder a una posición de [memoria](http://www.monografias.com/trabajos13/memor/memor.shtml) se obtiene el dato de esta celdilla. Sin que las posiciones de [memoria](http://www.monografias.com/trabajos13/memor/memor.shtml) aldeanas sé den por aludidas.

Cerebro: La [gestión](http://www.monografias.com/trabajos15/sistemas-control/sistemas-control.shtml) es totalmente diferente. Cuando buscamos una información no hace falta que sepamos donde se encuentra almacenada y en realidad no lo podemos saber ya que nadie sabe, hasta hoy en día, donde guarda el cerebro los [datos](http://www.monografias.com/trabajos11/basda/basda.shtml).

Pero tampoco es necesario ya que basta con que pensemos en el contenido o significado de la información para que un mecanismo, cuyo funcionamiento nadie conoce, nos proporcione automáticamente no solo la información deseada sino que también las informaciones vecinas, es decir, datos que de una u otra manera hacen referencia a lo buscado.

Los expertos han concebido una serie de tecnicismos para que lo incomprensible resulte algo más comprensible. Así a nuestro sistema para almacenar información se lo llama [memoria](http://www.monografias.com/trabajos13/memor/memor.shtml) asociativa. Esta expresión quiere dar a entender que los humanos no memorizan los datos direccionándolos en celdillas, sino por asociación de ideas; esto es, interrelacionando contenidos, significados, [modelos](http://www.monografias.com/trabajos/adolmodin/adolmodin.shtml).

En todo el mundo, pero sobre todo en [Estados Unidos](http://www.monografias.com/trabajos7/esun/esun.shtml) y Japón, científicos expertos tratan de dar con la clave de [la memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) asociativa. Si se consiguiera construir un chip de [memoria](http://www.monografias.com/trabajos13/memor/memor.shtml) según el [modelo](http://www.monografias.com/trabajos/adolmodin/adolmodin.shtml) humano, [la ciencia](http://www.monografias.com/trabajos16/ciencia-y-tecnologia/ciencia-y-tecnologia.shtml) daría un paso gigante en la fascinante carrera hacia la [inteligencia artificial](http://www.monografias.com/trabajos16/la-inteligencia-artificial/la-inteligencia-artificial.shtml). Y además el bagaje del saber humano quedaría automáticamente enriquecido.

**1.4.6. Similitudes entre el cerebro y una computadora.**

* Ambos codifican la información en impulsos digitales.
* Tanto el cerebro como [la computadora](http://www.monografias.com/trabajos15/computadoras/computadoras.shtml) tienen compuertas lógicas.
* Existen distintos [tipos de memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml).
* Los dos tienen aproximadamente el mismo [consumo](http://www.monografias.com/trabajos14/consumoahorro/consumoahorro.shtml) de energía.

**1.4.7. Una super-computadora llamado cerebro**

El [hombre](http://www.monografias.com/trabajos15/fundamento-ontologico/fundamento-ontologico.shtml) necesita un sistema de [proceso](http://www.monografias.com/trabajos14/administ-procesos/administ-procesos.shtml#PROCE) de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información muy distinta y en muy poco tiempo y con el mayor sentido práctico(pero no necesariamente con exactitud), para inmediatamente [poder](http://www.monografias.com/trabajos12/foucuno/foucuno.shtml#CONCEP) actuar en concecuencia. Las computadoras, en [cambio](http://www.monografias.com/trabajos2/mercambiario/mercambiario.shtml), son altamente especializados con capacidad para procesar con exactitud información muy concreta (en principio solo números) siguiendo unas instrucciones dadas.

El cerebro humano posee más de diez millones de neuronas las cuales ya están presentes en el momento del nacimiento, y conforme pasa el tiempo se vuelven inactivas, aunque pueden morir masivamente.

Nuestro órgano de [pensamiento](http://www.monografias.com/trabajos14/genesispensamto/genesispensamto.shtml) consume 20 Watios/hora de energía [bioquímica](http://www.monografias.com/trabajos12/bioqui/bioqui.shtml), lo que corresponde a una cucharada de azúcar por hora. Las computadoras domésticos consumen una cantidad semejante. Las necesidades de [oxígeno](http://www.monografias.com/trabajos14/falta-oxigeno/falta-oxigeno.shtml) y alimento son enormes en comparación con las necesidades del resto del [cuerpo humano](http://www.monografias.com/trabajos14/cuerpohum/cuerpohum.shtml): casi una quinta parte de toda la [sangre](http://www.monografias.com/trabajos/sangre/sangre.shtml) fluye por el cerebro para aprovisionar de [oxígeno](http://www.monografias.com/trabajos14/falta-oxigeno/falta-oxigeno.shtml) y nutrientes. La capacidad total de memoria es difícil de cuantificar, pero se calcula que ronda entre  y  bits.

La [densidad](http://www.monografias.com/trabajos5/estat/estat.shtml) de información de datos de un cerebro todavía no se ha podido superar artificialmente y en lo que se refiere a [velocidad](http://www.monografias.com/trabajos13/cinemat/cinemat2.shtml#TEORICO) de transmisión de datos, a pesar de la lentitud con que transmite cada impulso aislado, tampoco está en desventaja, gracias a su sistema de [proceso](http://www.monografias.com/trabajos14/administ-procesos/administ-procesos.shtml#PROCE) en paralelo: la información recogida por un ojo representa  bits por segundo.

Según todos los indicios el cerebro dispone de dos mecanismos de [almacenamiento](http://www.monografias.com/trabajos12/dispalm/dispalm.shtml) de datos: [la memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) intermedia; que acepta de cinco a diez unidades de información, aunque solo las mantiene durante algunos minutos, y [la memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) definitiva, que guarda las informaciones para toda la vida, lo que no significa que nos podamos acordar siempre de todo. [La memoria](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) inmediata trabaja como una especie de cinta continua: la información circula rotativamente en forma de impulsos eléctricos por los [registros](http://www.monografias.com/trabajos7/regi/regi.shtml). El sistema es comparable a la memoria [dinámica](http://www.monografias.com/trabajos14/dinamica-grupos/dinamica-grupos.shtml) de una computadora, en la que la información tiene que ser refrescada continuamente para que no se pierda. En [cambio](http://www.monografias.com/trabajos2/mercambiario/mercambiario.shtml), la memoria definitiva parece asemejarse más bien a las conocidas [memorias](http://www.monografias.com/trabajos16/memorias/memorias.shtml) de celdillas de las computadoras. Se cree que esta memoria funciona gracias a formaciones químicas de las [proteínas](http://www.monografias.com/trabajos10/compo/compo.shtml) presentes en el cerebro humano.

**1.4.8. Aplicaciones Estadísticas de las redes neuronales.-**

 Uno de los principales objetivos de la estadística inferencial es el de la predicción de los valores de una serie de tiempo. Para esto se han desarrollado numerosos métodos, entre los que tenemos la regresión lineal, los modelos de medias móviles, autoregesivos e integrados, los de alisamiento exponencial, entre otros. También existen métodos no paramétricos, heurísticos; entre los que podemos citar el de redes neuronales. Es de particular importancia la comparación del poder de predicción de los métodos convencionales frente a los métodos alternativos.

Uno de los métodos convencionales más utilizados es el de los modelos ARIMA, mientras los recientes avances en la teoría de las Redes Neuronales han convertido a este método en el método de predicción no convencional más popular. Por consiguiente un estudio comparativo entre ambos métodos es de mucho interés.

 Una de las preguntas abiertas en la teoría de las Redes Neuronales es precisamente en que situaciones se las prefiere frente a otras técnicas. En esta tesis se busca obtener conclusiones sobre la preferencia de las redes neuronales frente a los modelos convencionales en el problema de la predicción de series de tiempo.

 Así el tema central de estudio será la determinación de si en la predicción de series temporales la utilización de las Redes Neuronales resuelve mejor el problema que los métodos convencionales de predicción. Para lo cual se usarán series de datos reales con un horizonte suficientemente grande como para realizar las predicciones. El modelo ARIMA se implementará en el software matemático MATLAB, y será de interés el análisis de algunos índices de rendimiento de los modelos, entre otros: la suma cuadrática de los errores, el estadístico F, un ploteo de los errores, etc.

Para la predicción utilizando las Redes Neuronales solamente necesitaremos diseñar una red de dos capas, ya que como ha sido demostrado por Funashashi, en 1989; dado que la función de activación no es lineal, una red de dos capas (es decir, de una sola capa oculta) es suficiente para aproximar cualquier función con un número finito de discontinuidades a un error de precisión arbitrario. No podemos utilizar una red neuronal de una sola capa, ya que aún cuando el teorema de convergencia universal demuestra que de existir una solución, la regla de aprendizaje del perceptrón encontrará una solución en un número finito de pasos, este tipo de redes de capa única se ajustan a funciones lineales, es decir, obtendríamos resultados del mismo poder de predicción que los que obtenemos al realizar una autoregresión en la serie.

La estructura o topología que utilizaremos en nuestro modelo de Redes Neuronales consiste en 12 nodos de entrada, 6 nodos escondidos o internos y un nodo de salida. Los 12 nodos de entrada son los 12 datos históricos inmediatamente anteriores a la fecha que deseamos predecir; es decir, si deseamos predecir las ventas en un periodo t, entonces como entrada recibiremos los datos del periodo t-1, t-2,…,t-12 (en nuestro estudio llegaremos hasta t-12, por la característica cíclica anual que se esperaría), así podremos variar estos nodos dependiendo de la cantidad de datos anteriores que consideremos influirán en la predicción actual. Los nodos intermedios generalmente son difíciles o hasta imposibles de explicar, por lo que se suele decir que las redes neuronales son una caja negra, indescifrable. Debemos tener presente que este método es un método heurístico. El nodo de salida es la predicción de ventas del periodo que deseamos.

Una de las características que diferencia a las redes neuronales de otros métodos de predicción es la capacidad de aprendizaje que éstas poseen.

Para los modelos de dos o más capas, la regla de aprendizaje más utilizada es la de Backpropagation, (propagación hacia atrás), que tal como su nombre lo indica es un método que una vez realizado un ensayo, compara el resultado con el deseado, y ajusta la red, de capa en capa y de atrás hacia delante. El ajuste comienza en la capa de salida y una vez que todas las unidades han sido ajustadas, continúa con la capa inmediata anterior, para luego hacerlo con la siguiente y así sucesivamente. Esta técnica, presentada por Rumelhart en el año de 1986, significó un gigantesco avance en la teoría de las redes neuronales, de hecho, fue gracias a este trabajo que las redes neuronales tomaron otra vez fuerza. En 1969, Minsky & Papert plantearon la forma en que una red de multicapas puede superar las limitaciones que presentaban las redes de una sola capa y aproximar una función no lineal con una precisión deseada, aunque no incluyeron una regla de aprendizaje, lo que hizo que no se encontraran mayores aplicaciones a sus resultados.

En este trabajo, la implementación de la red neuronal en la computadora se hará a través de Neural Network, un toolbox de MATLAB, el cual constituye un conjunto de herramientas que permiten la implementación rápida de las redes neuronales. Aquí especificaremos la topología de la red, el número de unidades de entrada, de unidades intermedias o escondidas y de unidades de salida, luego realizaremos el entrenamiento y finalmente la predicción.