

# Computación Blanda

## Soft Computing

Autor: Edison Andres Montes Rodríguez  
IS&C, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia  
Correo-e: edisson.montes@utp.edu.co

**Resumen—** Este documento presenta un resumen de las líneas clásicas de la Computación Blanda: redes neuronales, lógica difusa, sistemas expertos, algoritmos genéticos y machine learning. El objetivo del documento es brindar una panorámica general de las temáticas, mostrando su relación con las técnicas de inteligencia artificial. La diferencia entre el paradigma de Inteligencia Artificial y la computación blanda está centrada en el mecanismo de inferencia utilizado y su aplicación a la solución de problemas tomados de lo cotidiano, de las teorías de conocimiento y de su relación con ciencias afines.

**Palabras clave—** sistemas, redes, inteligencia artificial, software, computación, investigación, industria, genético, aprendizaje.

**Abstract—** This document presents a summary of the classic lines of Soft Computing: neural networks, fuzzy logic, expert systems, genetic algorithms and machine learning. The objective of the document is to provide a general overview of the topics, showing their relationship with artificial intelligence techniques. The difference between the Artificial Intelligence paradigm and soft computing is centered on the inference mechanism used and its application to the solution of problems taken from everyday life, from knowledge theories and their relationship with related sciences.

**Key Word—** systems, networks, artificial intelligence, software, computing, research, industry, genetic, learning.

## I. INTRODUCCIÓN

La temática de la Computación Blanda se encuentra enmarcada en el paradigma de la Inteligencia Artificial. La diferencia con dicho paradigma radica en que la Computación Blanda está centrada en la aplicación pragmática de las teorías de la Inteligencia Artificial a la solución de problemas complejos en diversos campos del conocimiento.

Las líneas derivadas de la Computación Blanda, se configuran en las siguientes tendencias: a) Redes Neuronales Artificiales, b) Lógica Difusa, c) Sistemas Expertos, d) Algoritmos Genéticos, e) Deep Learning (Machine Learning).

En los siguientes apartados se presenta un resumen de dichas tendencias.

### 1.1 REDES NEURONALES

#### Definiciones de una red neuronal:

Existen numerosas formas de definir a las redes neuronales; desde las definiciones cortas y genéricas hasta las que intentan explicar más detalladamente qué son las redes neuronales. Por ejemplo:

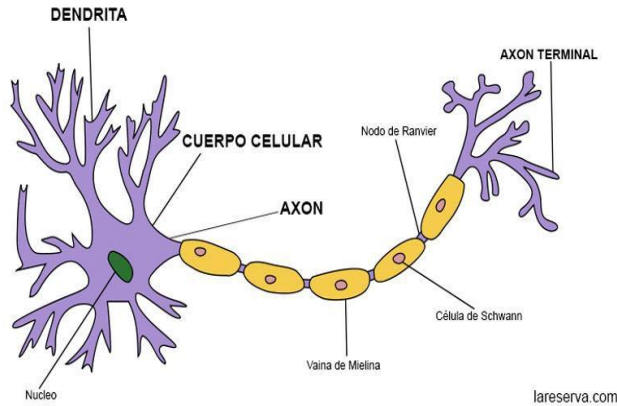
- 1) Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos.
- 2) Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles.
- 3) Un sistema de computación compuesto por un gran número de elementos simples, elementos de procesos muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a entradas externas.
- 4) Redes neuronales artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico.

#### Historia de las redes neuronales:

1936 - Alan Turing. Fue el primero en estudiar el cerebro como una forma de ver el mundo de la computación. Sin embargo, los primeros teóricos que concibieron los fundamentos de la computación neuronal fueron Warren McCulloch, un neurofisiólogo, y Walter Pitts, un matemático, quienes, en 1943, lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas (Un Cálculo Lógico de la Inminente Idea de la Actividad Nerviosa - Boletín de Matemática Biofísica 5: 115-133). Ellos modelaron una red neuronal simple mediante circuitos eléctricos.

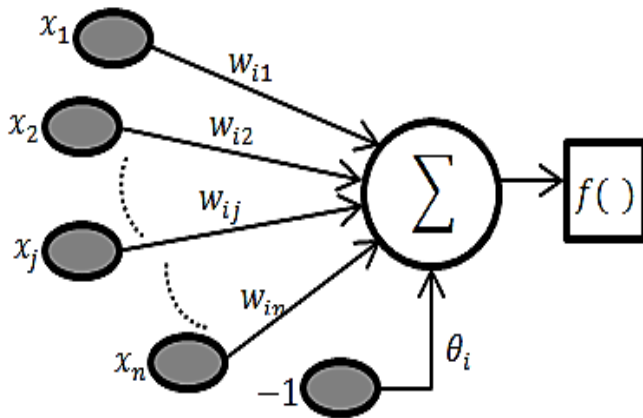
#### Una primera clasificación de los modelos de NN (Neural Networks):

Modelos inspirados en la Biología: Estos comprenden las redes que tratan de simular los sistemas neuronales biológicos, así como ciertas funciones como las auditivas o de visión.



**Figura 1: Estructura de una neurona.**

Modelos artificiales aplicados: Estos modelos no tienen por qué guardar similitud estricta con los sistemas biológicos. Sus arquitecturas están bastante ligadas a las necesidades de las aplicaciones para las que son diseñados.

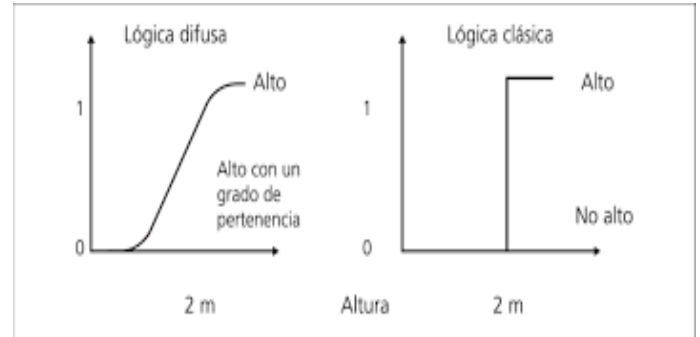


**Figura 2: Diagrama de una Neurona Artificial**

## 1.2 LÓGICA DIFUSA

El origen de la lógica difusa (fuzzy set en inglés), se encuentra en la obra de Lofti Zadeh (1965), cuando en la Universidad de Berkeley (California) aplicó la lógica multievaluada de J. Lukasiewicz (definida en la década de los años veinte) a la teoría de conjuntos. Con ello pudo desarrollar una lógica que, a diferencia de la propia de Boole, contemplaba no sólo las opciones de verdadero y falso, sino también las múltiples variables de respuesta que se encuentran entre ambas. Es decir, la lógica difusa es una alternativa a la lógica discreta en

el sentido en que usa grados de pertenencia categorial en vez de adscribirse a categorías máximas de orden. (todo-nada; blanco-negro, bajo-ato).



**Figura 3: comparación entre la lógica clásica y lógica difusa**

Así pues, podemos decir de principio que la lógica difusa o borrosa es una alternativa a la lógica basada en conjuntos discretos que pretende saber si alguien o algo forma parte o no de un conjunto determinado según cumpla ciertas condiciones un alumno es retrasado o no, mientras que, por el contrario, en la lógica difusa, se descubren grados diversos de pertenencia y no adscripciones basadas en todo o nada. De ahí que, de forma contundente, haya sido definida como un modo de razonamiento que aplica valores múltiples de verdad o confianza a las categorías restrictivas durante la resolución de problemas (G. Klir, U. ST Clair y B. Yuan, 1997; J. Mendel, 2000)

La lógica difusa se basa en el hecho de que una afirmación no tiene por qué ser ni cierta ni falsa, sino que se verificará en un cierto grado. Los predicados difusos se aplican a los elementos del conjunto en ese cierto grado.

Aristóteles introdujo las Leyes del Conocimiento. Una de estas leyes es la Ley del Tercero Excluido que afirma que para toda proposición  $p$ , una de las dos posibilidades,  $p$  o  $(NO)p$ , debe ser verdadera. Sin embargo, esto no es totalmente cierto, por ejemplo, si llenamos una botella hasta la mitad, no podemos afirmar ni que esté llena ni que esté vacía. Por ello, Platón indicó que había una tercera posibilidad, iniciando así los principios de la lógica difusa. Aunque a lo largo de la historia muchos filósofos estudiaron las vaguedades del lenguaje, Jan Lukasiewicz fue el primero en dar una alternativa a la lógica de Aristóteles. La describió como la lógica de los 3 valores, cuyo tercer valor era 'posible'.

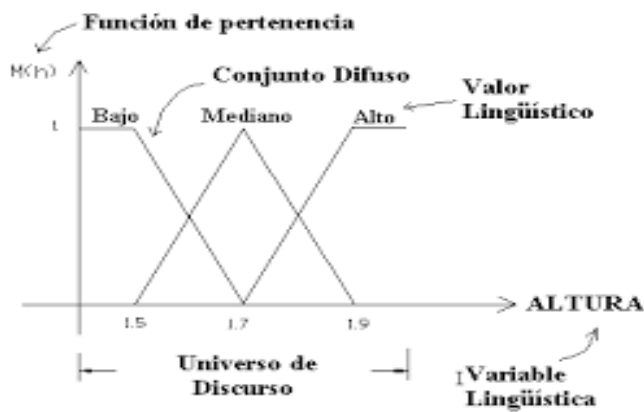


Figura 4: Partes en una lógica difusa

La lógica difusa ha provocado una auténtica renovación en diversos campos, fundamentalmente a la hora de estudiar procesos muy complejos, turbulentos o desordenados. La razón es obvia, ya que, como se sabe, los algoritmos sólo pueden dar razón de procesos determinados, y, en consecuencia, muy alejados de los contextos complejos y caóticos, pues, como se sabe, sólo se pueden utilizar para la aplicación concreta

para la que fueron diseñados. Pues bien, para las situaciones indeterminadas y de hipercomplejidad, la lógica difusa, tal y como hemos tenido ocasión de analizar, se nos muestra pertinente para dar cuenta de tales procesos.

### 1.3 SISTEMAS EXPERTOS

En la literatura existente se pueden encontrar muchas definiciones de sistema experto. Por ejemplo, Stevens (1984), pagina 40, da la definición siguiente:

Los sistemas expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo. Por ejemplo, un sistema experto en diagnóstico médico requeriría como datos los síntomas del paciente, los resultados de análisis clínicos y otros hechos relevantes, y, utilizando éstos, buscaría en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad. [...] Un Sistema Experto de verdad, no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas.

Como tal, un sistema experto debería ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres y/u otros sistemas expertos, tomar decisiones apropiadas, y explicar por qué se han tomado tales decisiones. Se puede pensar también en un sistema experto como un consultor que puede suministrar ayuda a (o en algunos casos sustituir

completamente) los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad.

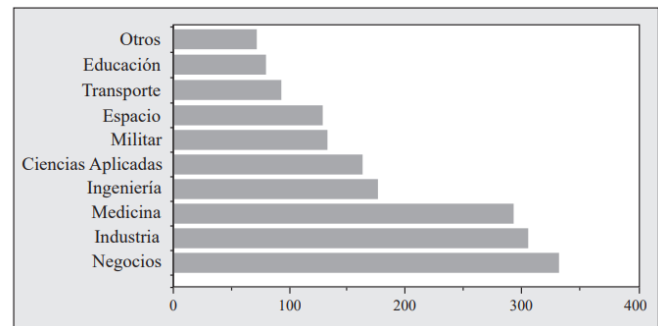


Figura 5: aplicaciones de los sistemas expertos

**Ejemplos Ilustrativos** Los sistemas expertos tienen muchas aplicaciones. En esta sección se dan unos pocos ejemplos ilustrativos del tipo de problemas que pueden resolverse mediante sistemas expertos. Otros ejemplos prácticos se dan a lo largo del libro.

**Ejemplo 1.1** Transacciones bancarias. No hace mucho, para hacer una transacción bancaria, tal como depositar o sacar dinero de una cuenta, uno tenía que visitar el banco en horas de oficina. Hoy en día, esas y otras muchas transacciones pueden realizarse en cualquier momento del día o de la noche usando los cajeros automáticos que son ejemplos sencillos de sistemas expertos. De hecho, se pueden realizar estas transacciones desde casa comunicándose con el sistema experto mediante la línea telefónica.

**Ejemplo 1.2** Control de tráfico. El control de tráfico es una de las aplicaciones más importantes de los sistemas expertos. No hace mucho tiempo, el flujo de tráfico en las calles de una ciudad se controlaba mediante guardias de tráfico que controlaban el mismo en las intersecciones. Hoy se utilizan sistemas expertos que operan automáticamente los semáforos y regulan el flujo del tráfico en las calles de una ciudad y en los ferrocarriles.

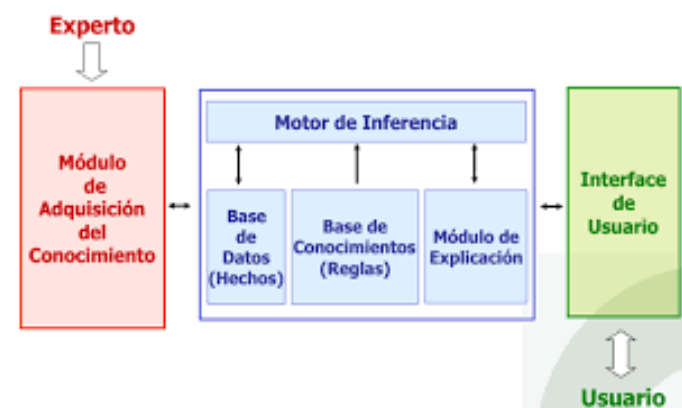


Figura 6: Modelo de un sistema experto basado en reglas

## 1.4 ALGORITMOS GENÉTICOS

Los Algoritmos Genéticos son métodos adaptativos, generalmente usados en problemas de búsqueda y optimización de parámetros, basados en la reproducción sexual y en el principio de supervivencia del más apto (Fogel, 2000) (Fogel, 2006). Más formalmente, y siguiendo la definición dada por Goldberg, “los Algoritmos Genéticos son algoritmos de búsqueda basados en la mecánica de selección natural y de la genética natural. Combinan la supervivencia del más apto entre estructuras de secuencias con un intercambio de información estructurado, aunque aleatorizado, para constituir así un algoritmo de búsqueda que tenga algo de las genialidades de las búsquedas humanas” (Goldberg, 1989). Para alcanzar la solución a un problema se parte de un conjunto inicial de individuos, llamado población, generado de manera aleatoria. Cada uno de estos individuos representa una posible solución al problema. Estos individuos evolucionarán tomando como base los esquemas propuestos por Darwin sobre la selección natural, y se adaptarán en mayor medida tras el paso de cada generación a la solución requerida (Darwin, 2007).

### ESQUEMA BÁSICO

En la naturaleza todo el proceso de evolución biológica se hace de forma natural, pero para aplicar el algoritmo genético al campo de la resolución de problemas habrá que seguir una serie de pasos. Una premisa es conseguir que el tamaño de la población sea lo suficientemente grande para garantizar la diversidad de soluciones. Se aconseja que la población sea generada de forma aleatoria para obtener dicha diversidad. En caso de que la población no sea generada de forma aleatoria habrá que tener en cuenta que se garantice una cierta diversidad en la población generada. Los pasos básicos de un algoritmo genético son:

- Evaluar la puntuación de cada uno de los cromosomas generados.
- Permitir la reproducción de los cromosomas siendo los más aptos los que tengan más probabilidad de reproducirse.
- Con cierta probabilidad de mutación, mutar un gen del nuevo individuo generado.
- Organizar la nueva población.

Estos pasos se repetirán hasta que se dé una condición de terminación. Se puede fijar un número máximo de iteraciones antes de finalizar el algoritmo genético o detenerlo cuando no se produzcan más cambios en la población (convergencia del algoritmo). Esta última opción suele ser la más habitual. Veamos el esquema general de un algoritmo genético simple:

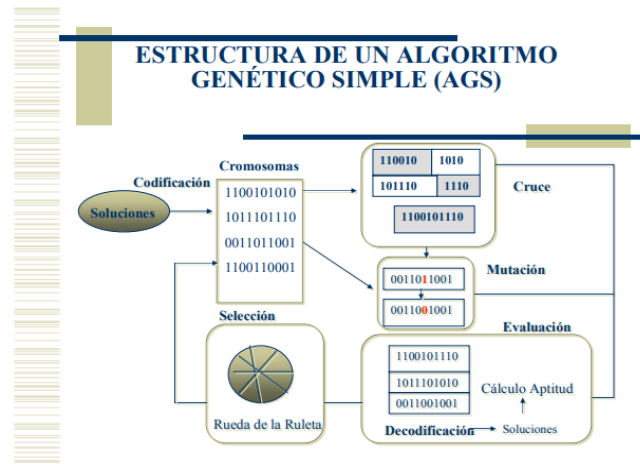


Figura 7: Estructura de un algoritmo genético simple

## 1.1 DEEP LEARNING

El paradigma del Deep Learning ha mejorado significativamente el estado del arte en tareas que resultaban difíciles de llevar a cabo por una máquina. Pero ¿Qué es el Deep Learning? Yann LeCun, Yoshua Bengio, y Geoffrey Hinton son pioneros investigadores en este campo, en su artículo (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015) mencionan que “el Deep Learning permite a modelos computacionales que están compuestos de múltiples capas de procesamiento, aprender representaciones de datos con deferentes niveles de abstracción”. Esos diferentes niveles de abstracción permiten hacer diversas representaciones (del mundo real), como resultado final del modelo computacional. Un ejemplo de ello sería la formación de un párrafo (texto), de manera artificial. La idea se muestra en la figura 8. En el ejemplo, la entrada son datos que representan caracteres, caracteres especiales, dígitos, espacios, etc.



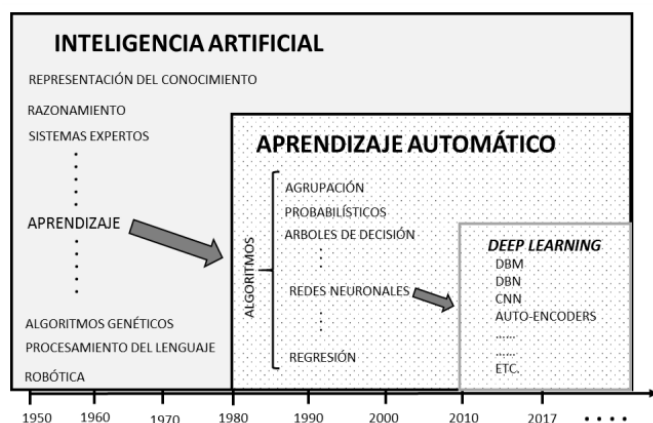
Figura 8: concepto de Deep Learning para formación de texto

En (Goodfellow, Bengio, & Courville, 2016, pág. 8) se refieren al Deep Learning “como un enfoque de la Inteligencia Artificial, un tipo de aprendizaje automático que alcanza gran potencia y flexibilidad mediante el aprendizaje de la representación del mundo, a través de conceptos jerárquicamente anidados. Se trata de formar conceptos complejos mediante la extracción y concatenación de conceptos muy simples”. Para estos autores, el aprendizaje automático es el único enfoque viable, que permite construir sistemas de Inteligencia Artificial que pueden operar en los complicados ambientes del mundo real.



**Figura 9: Modelo de Deep Learning**

La constante investigación que se ha tenido en el aprendizaje automático a través de los años, ha dado lugar a una gran cantidad de algoritmos y modelos, muchos relacionados entre sí y generando infinidad de aplicaciones en conjunto. El Deep Learning es uno de estos modelos, la figura 10 muestra en donde queda 22 ubicado este paradigma. Se puede definir como un enfoque del aprendizaje automático basado en redes neuronales artificiales de varias capas, que se ha beneficiado del Big Data, por la gran cantidad de datos que se maneja en la actualidad y la reciente capacidad de procesamiento que se tiene con los dispositivos usados para ese propósito. Además, el desempeño en una aplicación debe de mejorar conforme se incrementa la cantidad de información, de la misma forma que los humanos aprendemos con la experiencia.



**Figura 10: Ubicación del paradigma Deep Learning**

## PRINCIPALES ALGORITMOS DE DEEP LEARNING

Dependiendo del tipo de aplicación que se trate, hay que emplear el tipo de algoritmo más adecuado para ello. En (Deng & Yu, 2014), hacen una clasificación de las técnicas empleadas en el paradigma de Deep Learning, coinciden con la clasificación que hacen otros autores. Según el tipo de aprendizaje, de acuerdo a su arquitectura y a su finalidad que persiguen las clasifican en tres grupos:

1) Redes profundas para aprendizaje no supervisado o generativo. En este, el propósito principal es el análisis de patrones, la síntesis de los datos observados, o bien una agrupación, sin que se tenga una etiqueta para cada clase de patrón u objetivo.

2) Redes profundas para aprendizaje supervisado. En estas, la intención es una forma directa de discriminar, al contar con patrones conocidos y bien categorizados, con el fin de hacer clasificación de forma directa.

3) Redes profundas híbridas. Es una mezcla de las anteriores, con la meta de poder tener la capacidad de discriminar, auxiliado de aprendizaje no supervisado. Eso puede llevar a una mejor optimización y/o regularización que las redes supervisadas

## REFERENCIAS

### Referencias en la Web:

- [1] <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>
- [2] <https://medium.com/@williamkhepri/redes-neuronales-que-son-a64d022298e0>
- [3] <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/DM/tema3dm.pdf>
- [4] <ftp://decsai.ugr.es/pub/usuarios/castro/Material-Redes-Neuronales/Libros/matich-redesneuronales.pdf>
- [5] <https://empresas.blogthinkbig.com/redes-neuronales-artificiales/>
- [6] [http://www.ince.mec.es/revistaeducacion/re340/re340\\_36.pdf](http://www.ince.mec.es/revistaeducacion/re340/re340_36.pdf)
- [7] <https://www.redalyc.org/pdf/3821/382138367007.pdf>
- [8] <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/investigacion/mod/page/view.php?id=9131&lang=en>
- [9] <http://computo.fisimat.umich.mx/~htejeda/gutierjm/BookCGH.pdf>
- [10]

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4843871>

[11]

<http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicass/06-07/05.pdf>

[12]

<http://148.215.1.182/handle/20.500.11799/70995>