

# Computación Blanda

## Soft Computing

Autor: John Edward Ospina Ladino

IS&C, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia

Correo-e: j.ospina12@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.

### I.1 REDES NEURONALES

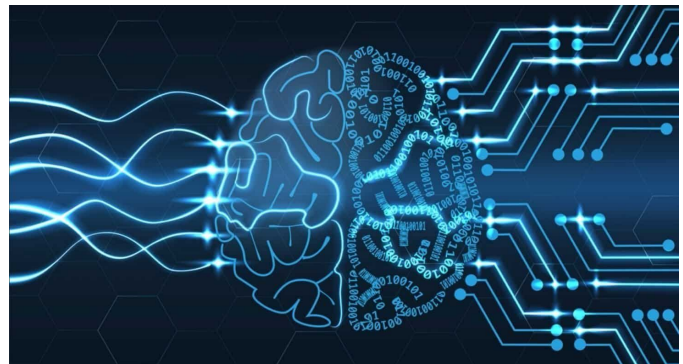


Figura 1: Ejemplo gráfico de una red neuronal

Las redes neuronales artificiales son un modelo basado en el funcionamiento del ser humano, está conformado por un conjunto de nodos que se conocen como las neuronas artificiales, éstas se conectan y envían información entre sí. La información se transmite desde la entrada hasta producir una salida.

El objetivo principal de las redes neuronales es superar las limitaciones de la programación clásica, llevando la automatización a un nivel más alto ya que las redes neuronales se modifican a ellas mismas hasta poder realizar tareas complejas que antes solo podían ser realizadas por personas.

La red aprende evaluando los registros independientes, creando una proyección para cada registro y componiendo ajustes a los promedios cuando realiza una proyección errónea. Este proceso se repite muchas veces y la red sigue mejorando sus predicciones hasta alcanzar uno o varios criterios de parada.

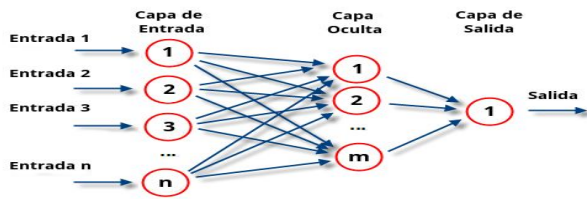


Figura 2: Proceso redes neuronales.

En la actualidad las redes neuronales están obteniendo popularidad por los logros significativos obtenidos, entre sus ejemplos más notorios encontramos:

Google ha logrado derrotar su propio recaptcha con redes neuronales.

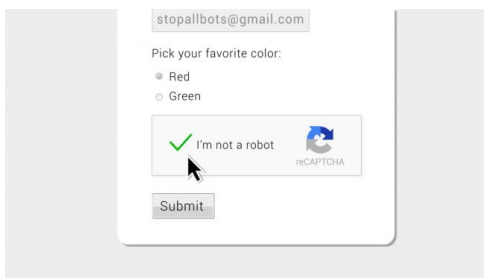


Figura 3: Recaptcha

La Universidad de Stanford consiguió que las redes neuronales generaran por sí solas un pie de foto.



Human: "A group of men playing Frisbee in the park."  
Computer model: "A group of young people playing a game of Frisbee."

Figura 4: Ejemplo del uso de redes neuronales en pies de foto.

La empresa LEGO obtuvo un resultado satisfactorio al utilizar una máquina usando redes neuronales para organizar todas y cada una de sus piezas.

Las redes neuronales son una pieza clave en el mundo de la inteligencia artificial, todos sus alcances hasta ahora son solo el comienzo de una prometedora serie de inventos que

probablemente revolucionarán el mundo digital tal y como se conoce hoy por hoy.

## I.2 LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa es una disciplina matemática que tiene un número significativo de seguidores, también es conocido como lógica borrosa, se basa en el uso de expresiones que no son ni totalmente ciertas ni totalmente falsas, es decir lógica aplicada a conceptos que adquieren un valor de veracidad dependiendo de un conjunto de valores que oscilan en el extremo de la verdad absoluta y en el extremo de la falsedad total. Cuando se usa el término difusa no se hace referencia a la lógica como tal, si no al objeto de estudio en particular.

Esta disciplina matemática permite trabajar conjuntos de informaciones imprecisas, como estaturas medias, temperaturas bajas, para crear a través de reglas acciones. Ejemplo: si la temperatura es alta entonces enfriar mucho.



## ENTORNO FÍSICO

Figura 5: Proceso de la lógica difusa.

Segmento de un ejemplo práctico de Lógica Difusa obtenido de la revista de la Universidad de Costa Rica

Como primer paso de la solución del problema se clasificarán las posibles temperaturas que puede haber en el proceso, por ejemplo: CALIENTE, TIBIO y FRÍO.

En lógica difusa se parte del hecho de que conceptos como alto, bajo, ruidoso, dulce, caro, amargo, barato, delgado, etc. son percibidos de manera diferente por cada persona. Por ejemplo, para una persona de Alaska el concepto de caliente puede ser arriba de 10 °C, mientras que para un mexicano caliente es arriba de 30 °C o en un proceso de fundición caliente es arriba de 300°C. Por esta razón los conjuntos CALIENTE, TIBIO y FRÍO son llamados conjuntos difusos. Un conjunto difuso es un conjunto con límites borrosos o "no muy bien" definidos.

Una vez clasificadas las temperaturas del invernadero en conjuntos difusos, se les asignarán valores, los valores que se les asociarán a cada conjunto difuso tienen necesariamente que ver con el contexto del problema, en este caso el

invernadero. Esto se hace tomando en cuenta la experiencia del operador, quien define los siguientes rangos de temperatura (T), para cada conjunto:

Supongamos que se mide en el invernadero la temperatura y la medición es de 29,9 °C, la temperatura pertenece al conjunto TIBIO, pero está únicamente a 0,1 grados para ser caliente, podemos decir que la temperatura es prácticamente, o casi caliente pero para la clasificación de la figura 1 se dice que está TIBIO, de este razonamiento surge la necesidad de definir un rango donde 29,9 °C esté incluido también dentro del conjunto CALIENTE. Lógica difusa lo hace asignándole a la medición un porcentaje de pertenencia al conjunto debido a que está numéricamente cerca del mismo, por ejemplo 29.9 °C es 98 por ciento perteneciente a CALIENTE. Este concepto en lógica difusa es llamado

grado de membresía, que puede tomar valores de 0 a 1, donde el 1 representa pertenencia total al conjunto y 0 ninguna pertenencia al conjunto. De esta manera, al igual como razonamos los humanos podemos incluir en los conjuntos conceptos como: “está poco menos que caliente” o “está demasiado frío” o “está medio tibio”, etc.

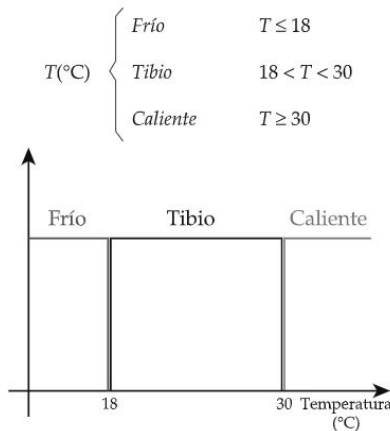


Figura 6: Explicación gráfica del problema propuesto

Se definen entonces los nuevos intervalos de los conjuntos difusos como se muestran en la figura 2, la cual es llamada función de membresía ( $\mu$ ). La forma de los intervalos se elige tomando en cuenta la experiencia del operador del invernadero. A esta traducción de los valores del mundo real a lógica difusa, a través de funciones de membresía, se le llama fuzzyficación.

En la figura 7 se pueden apreciar los siguientes elementos:

- El eje Y es el grado de membresía, que describe cuantitativamente la función de membresía.
- El eje X es la temperatura.
- El nombre asociado (caliente, tibio y frío) es llamado significancia lingüística y describe cualitativamente la función de la membresía.

- La forma de la función de membresía se debe elegir de acuerdo al problema que se desea resolver. Existen muchas formas diferentes entre ellas: triangular, gaussiana, trapezoidal, sigmoidal, etc.

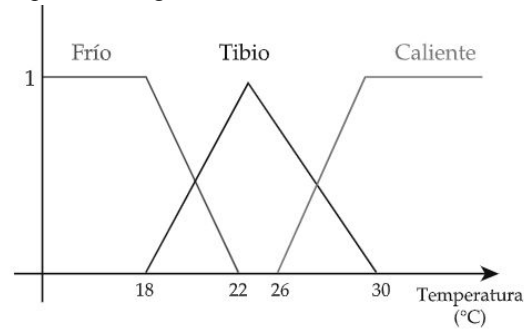


Figura 7: Función de Membresía

### I.3 SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos son un conjunto de elementos unidos de tal forma que logran obtener su objetivo que es dominar un conocimiento en específico, imitando a un humano experto en el área, estos sistemas están preparados para tomar decisiones y resolver conflictos complejos en la materia indicada, cabe destacar que la toma de decisiones se considera el más alto nivel de inteligencia y experiencia humana.

Los sistemas expertos están compuestos principalmente de cinco elementos:

**Base de conocimiento:** Se refiere a la representación de los hechos y reglas, almacena el conocimiento de un tema en particular, y define un prototipo de reglas para resoluciones de problemas, procedimientos y datos intrínsecos relevantes para el dominio.

Se define básicamente como un gran contenedor de conocimiento del área en específico.

**Motor de inferencia:** Considerado como la unidad central o cerebro del sistema experto, su objetivo es obtener el conocimiento importante de la base del conocimiento, realizar una interpretación y encontrar una solución.

Contiene las reglas de su base de conocimiento y las aplica a los hechos conocidos para proyectar nuevos acontecimientos.

Brinda razonamiento sobre los datos en la base del conocimiento. Puede incluir una explicación y habilidades de depuración.

**Módulo de adquisición de conocimiento y aprendizaje:** Segmento del sistema experto que permite adquirir cada vez más conocimiento de diferentes lugares y sea guardado en la base del conocimiento.

**Interfaz del Usuario:** Esta parte es realmente importante para el sistema experto, es el puente entre un usuario no experto y el sistema, permite la interacción entre ambos actores para

encontrar una solución a un problema en específico, el componente recibe la consulta de un usuario de forma entendible y la envía al motor de inferencia. Cuando se encuentra en este lugar empieza el proceso de los otros componentes y posteriormente se presentan los resultados al usuario.

En pocas palabras es la principal fuente de comunicación entre el usuario y el sistema

Módulo de explicación: En esta parte, se brinda una explicación al usuario sobre cómo el sistema llegó a la conclusión en particular, argumentando los resultados presentados con mayor exactitud.

Aplicaciones de los sistemas expertos:

MYCIN: Sistema capaz de identificar varias bacterias que pueden causar infecciones agudas, capacitado para recomendar algunos medicamentos según el peso del paciente.

DENDRAL: Sistema experto basado en inteligencia Artificial utilizado para el análisis químico, capaz de predecir la estructura molecular en base a datos espectrográficos de una sustancia.

R1/XCON: Sistema capaz de seleccionar un programa específico para crear un sistema informático a gusto del usuario.

PXDES: Sistema para la medicina moderna, puede determinar fácilmente el tipo y grado de cáncer de pulmón en un paciente a través de un análisis de datos.

CaDet: también es un sistema de apoyo clínico que podría identificar el cáncer en etapas tempranas.

DXplain: otro sistema de apoyo clínico, pero en este caso, tiene la capacidad de sugerir una variedad de enfermedades según los hallazgos del médico.

Los sistemas expertos pueden ser utilizados casi que en cualquier área, entre las más significativas se encuentran:

Gestión de servicios de ayuda

Evaluación de desempeño de empleados

Análisis de préstamos.

Detección de virus.

Útil para proyectos de reparación y mantenimiento

Optimización de almacenes

Un sistema experto toma hechos y heurísticas para resolver problemas complejos, sin embargo se debe tener en cuenta

que un sistema experto no brinda soluciones creativas y su mantenimiento puede ser costoso

#### I.4 ALGORITMOS GENÉTICOS

Un algoritmo es una serie de pasos que describen un proceso de búsqueda de una solución a un problema concreto, en ese orden de ideas un algoritmo genético es una sucesión de procedimientos que simulan la evolución de las especies de la biología para formular estos pasos. Es una técnica de inteligencia artificial basada en la idea de que el que sobrevive es el que mejor está adaptado al medio, es decir la teoría de evolución de Charles Darwin.

Los algoritmos genéticos fueron propuestos por John Holland. En ellos existe una población de posibles soluciones al problema por resolver, cada una de estas posibles soluciones se considera individuo, criatura o fenotipo, son caracterizados por una serie de elementos llamados cromosomas que se tratan de representar como cadenas digitales de ceros y unos.

Sobre cada población se aplica una función de evaluación para obtener el valor de adecuación, de cada fenotipo como posible solución del problema, es decir que tanto resuelve el problema.

Cada población mediante el proceso antes mencionado, después de ser evaluada y sin aún obtener una solución, evoluciona a una nueva población mediante la aplicación de operadores genéticos. A través de la reproducción se generan nuevos individuos mediante el cruce genético.

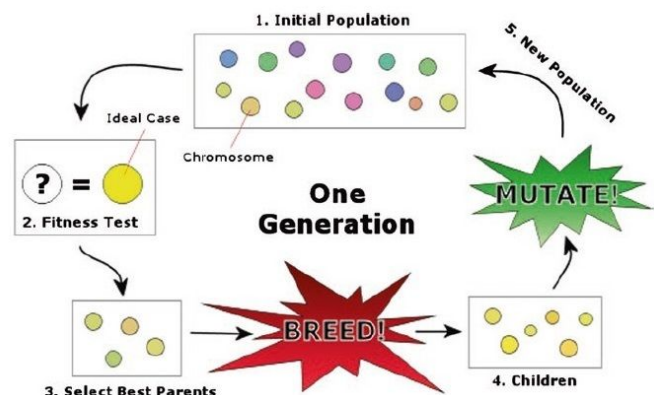


Figura 7: Ejemplo proceso de un algoritmo genético.

- Se generan una serie de soluciones candidatas (población inicial) generalmente al azar. A partir de ahí funcionan en bucle hasta alcanzar la solución perseguida.
- Primero se aplica la función de evaluación a la población y se encuentra el valor de adecuación de cada uno de sus individuos. Si alguna solución es suficiente, finaliza el algoritmo. Si no, se seleccionan los individuos que tienen un mejor valor de adecuación.



- Con esos individuos seleccionados se realiza la reproducción y el cruce, para obtener nuevos individuos..
- Al conjunto de individuos hijos se le aplican mutaciones aleatorias.
- Hecho esto, tenemos ya una nueva población, que pasaría a evaluarse y así continuaría el bucle.

No se puede ignorar que son algoritmos matemático-informáticos, unos procesos no especialmente eficientes (más bien, bastante poco eficientes) pero que pueden producir soluciones que no se encontrarían mediante algoritmos más clásicos y deterministas.

## I.5 DEEP LEARNING

El Deep Learning representa un acercamiento más íntimo al funcionamiento del sistema nervioso humano, consiste en un conjunto de procesos de aprendizaje automático (conocido en inglés como machine learning) que modela abstracciones de alto nivel utilizando arquitecturas computacionales.

El deep learning hace parte del conjunto de métodos más amplios de aprendizaje automático, basados en representaciones de información, un ejemplo de deep learning son las redes neuronales, han sido aplicadas a campos como visión por computador, reconocimiento automático del habla, reconocimiento de audio, música, entre otros.

Entre los algoritmos más conocidos para el deep learning, se encuentran:

- Usar una cascada de capas con unidades de procesamiento no lineal para extraer y transformar variables. Cada capa usa la salida de la capa anterior como entrada. Los algoritmos pueden utilizar aprendizaje supervisado o aprendizaje no supervisado, y las aplicaciones incluyen modelización de datos y reconocimiento de patrones.
- Estar basados en el aprendizaje de múltiples niveles de características o representaciones de datos. Las características de más alto nivel se derivan de las características de nivel inferior para formar una representación jerárquica.
- Aprender múltiples niveles de representación que corresponden con diferentes niveles de abstracción. Estos niveles forman una jerarquía de conceptos.

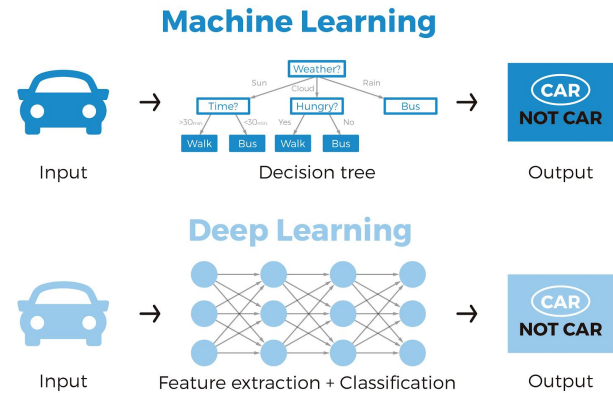


Figura 8: Machine Learning vs Deep Learning

El principal objetivo de los algoritmos de Deep Learning es conseguir realizar tareas que un humano desempeñaría de forma casi automática pero que llegan a ser complejas para una máquina. Un ejemplo sería, poder detectar e identificar todos los elementos de una imagen. Hoy en día el Deep Learning está considerado como el mejor clasificador de imágenes y representa el estado del arte en la Visión por Computador, siendo estos algoritmos los más utilizados actualmente y el principal objeto de investigación en dicho campo.

## REFERENCIAS

### Referencias en la Web:

- [1]: <https://www.atriainnovation.com/que-son-las-redes-neuronales-y-sus-funciones/>
- [2]: <https://www.genbeta.com/web/un-captcha-sin-captcha-google-ya-sabe-cuando-no-eres-un-robot>
- [3]: <https://www.xataka.com/makers/esta-increible-maquina-usa-redes-neuronales-para-identificar-organizar-todas-cada-pieza-lego-creadas-a-dia-hoy>
- [4]: <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/las-redes-neuronales-que-son-y-por-que-estan-volviendo>
- [5]: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6887/04Rpp04de11.pdf>
- [6]: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/2640/2591>
- [7]: <https://www.tecnologias-informacion.com/sistemas-expertos.html>

[8]:[https://elpais.com/elpais/2019/01/31/ciencia/1548933080\\_909466.html](https://elpais.com/elpais/2019/01/31/ciencia/1548933080_909466.html)

[9]:<https://ignaciogavilan.com/como-funcionan-los-algoritmos-geneticos/>

[10]:<https://www.xataka.com/robotica-e-ia/deep-learning-que-es-y-por-que-va-a-ser-una-tecnologia-clave-en-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial>

[11]: [https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje\\_profundo](https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_profundo)