

# Computación Blanda

## Soft Computing

Autor: **Carlos Miguel Rodríguez Botero**

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

Correo-e: [carlos.rodriquez1@utp.edu.co](mailto:carlos.rodriquez1@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

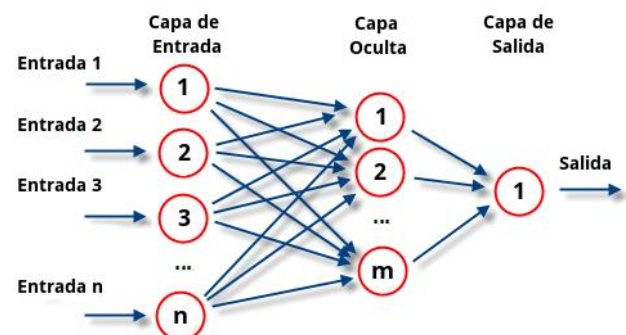
Las redes neuronales artificiales son un modelo inspirado en el funcionamiento del cerebro humano. Está formado por un conjunto de nodos conocidos como neuronas artificiales que están conectadas y transmiten señales entre sí. Estas señales se transmiten desde la entrada hasta generar una salida.

#### ¿Cuál es el objetivo de las redes neuronales?

El objetivo principal de este modelo es aprender modificándose automáticamente a sí mismo de forma que puede llegar a realizar tareas complejas que no podrían ser realizadas mediante la clásica programación basada en reglas. De esta forma se pueden automatizar funciones que en un principio sólo podrían ser realizadas por personas.

#### ¿Cómo funcionan las redes neuronales?

Como se ha mencionado el funcionamiento de las redes se asemeja al del cerebro humano. Las redes reciben una serie de valores de entrada y cada una de estas entradas llega a un nodo llamado neurona. Las neuronas de la red están a su vez agrupadas en capas que forman la red neuronal. Cada una de las neuronas de la red posee a su vez un peso, un valor numérico, con el que modifica la entrada recibida. Los nuevos valores obtenidos salen de las neuronas y continúan su camino por la red. Este funcionamiento puede observarse de forma esquemática en la siguiente imagen.



Una vez que se ha alcanzado el final de la red se obtiene una salida que será la predicción calculada por la red. Cuantas más capas posea la red y más compleja sea, también serán más complejas las funciones que pueda realizar.

**Entrenamiento de las redes neuronales. Backpropagation o propagación hacia atrás**

Para conseguir que una red neuronal realice las funciones deseadas, es necesario entrenarla. El entrenamiento de una red neuronal se realiza modificando los pesos de sus neuronas para que consiga extraer los resultados deseados. Para ello lo que se hace es introducir datos de entrenamiento en la red, en función del resultado que se obtenga, se modifican los pesos de las neuronas según el error obtenido y en función de cuánto haya contribuido cada neurona a dicho resultado. Este método es conocido como Backpropagation o propagación hacia atrás. Con este método se consigue que la red aprenda, consiguiendo un modelo capaz de obtener resultados muy acertados incluso con datos muy diferentes a los que han sido utilizados durante su entrenamiento.

Pese a que en la actualidad se ha popularizado su uso, las redes neuronales existen desde la década de 1950. Sin embargo, la poca potencia de los equipos de aquella época y la inexistencia de algoritmos que permitieran a las redes aprender de forma eficiente provocó que estas dejaran de usarse. Ha sido posteriormente, gracias a la creación del algoritmo de Backpropagation, al uso de GPUs que permiten realizar grandes optimizaciones para este tipo de cálculos y al mayor número de datos disponibles para entrenamiento, cuando las redes neuronales han vuelto a resurgir y a ganar protagonismo en diversos campos. Gracias a estas mejoras ha sido posible la aparición del Deep Learning, el cual se basa en el uso de redes neuronales profundas, es decir, redes formadas por un gran número de capas para tareas complejas.

### Funciones de las redes neuronales

El alcance de las funciones de las redes neuronales es muy amplio, debido a su funcionamiento, son capaces de aproximar cualquier función existente con el suficiente entrenamiento. Principalmente las redes neuronales son utilizadas para tareas de predicción y clasificación. Su rango de actuación es amplio y de gran utilidad hoy en día, no solo se utilizan para aplicaciones de Industria 4.0 (reconocimiento de piezas y defectos que no han sido introducidos previamente por ejemplo), si no que son utilizados en otras áreas como la economía, en la que pueden ayudar a predecir cuánto van a variar los precios a lo largo de los años, o incluso en medicina donde son de gran ayuda para diagnosticar diversos problemas de salud.

Las redes neuronales se han convertido en una pieza clave para el desarrollo de la Inteligencia Artificial, es uno de los principales campos de investigación y el que más está evolucionando con el tiempo, ofreciendo cada vez soluciones más complejas y eficientes.

### 1.2 LÓGICA DIFUSA

La forma en que la gente piensa es, inherentemente, difusa. La forma en que percibimos el mundo está cambiando continuamente y no siempre se puede definir en términos de sentencias verdaderas o falsas. Consideremos como ejemplo el conjunto de vasos del mundo, que pueden estar vacíos o llenos de agua. Ahora tomemos un vaso vacío y comencemos a echar agua poco a poco, ¿en qué momento decidimos que el vaso pasa de estar vacío a estar lleno? Evidentemente, hay dos situaciones extremas que reconocemos sin ninguna duda, la primera cuando el vaso está completamente vacío, sin una sola gota de agua en su interior, y la segunda cuando está

completamente lleno, cuando no cabe ni una sola gota más en él, pero una gota antes de estar completamente lleno, ¿diríamos que es falso que el vaso está lleno?, observa que para afirmar su condición, en la frase anterior no solo he usado el término lleno, sino que he añadido un modificador diciendo completamente lleno. Si a un vaso lleno de agua le quito una gota de agua... ¿dejó de considerarlo lleno y automáticamente pertenece para mí a otra clasificación?



Las definiciones de vaso completamente vacío y vaso completamente lleno son demasiado estrictas como para que resulten interesantes en un razonamiento en el que se consideran operaciones de llenado y vaciado de vasos, y entre los términos de lleno y vacío hay un área que no está claramente definida de pertenencia a ninguno de esos extremos. En el lenguaje natural que usamos en el mundo real hemos cubierto esta imprecisión por medio de una jerarquía de términos intermedios junto con modificadores que permiten cubrir un espectro más grande de áreas usando un número limitado de ellos, y podemos hablar de lleno, medio lleno, completamente lleno, casi lleno, etc. Matemáticamente, los conceptos de sí/no, verdadero/falso están representados por medio del concepto clásico de conjunto, pero necesitamos extenderlo para poder representar este tipo de información más difusa.

### 1.3 SISTEMAS EXPERTOS

La Inteligencia artificial es la simulación de la inteligencia humana. Los sistemas informáticos intentan simular el funcionamiento del cerebro humano a través de las redes neuronales.

Estos sistemas son desarrollados para dominar un conocimiento en particular, que en el caso de un humano u organización serían considerados expertos, por eso se les conoce como sistemas expertos.

#### Qué son los sistemas expertos

Son sistemas basados en computadoras, interactivos y confiables, que pueden tomar decisiones y resolver problemas complejos. La toma de decisiones se considera el más alto nivel de inteligencia y experiencia humana.

La IA simular estos procesos y cuando hablamos de sistemas expertos nos referimos a la resolución de los problemas más complejos en un dominio específico.

En otras palabras, el software de IA tiene el suficiente conocimiento almacenado como para resolver problemas complejos que solo un experto humano podría resolver.

Pero estos sistemas también son capaces de expresar y razonar una idea sobre algún dominio del conocimiento. Los sistemas expertos fueron los antecesores de los sistemas actuales de inteligencia artificial, aprendizaje profundo y aprendizaje automático.

Por otro lado, los sistemas expertos se identifican a través de una variedad de características como por ejemplo el alto nivel de experiencia que proporciona eficiencia, precisión y resolución imaginativa de problemas. Además reacciona a tiempo justo, es decir, interactúa en un período de tiempo muy razonable con el usuario.

Los sistemas expertos son operadores confiables que no deben emitir ningún tipo de error. Además son muy flexibles y el mecanismo de compilación de información es muy efectivo. Finalmente, un sistema experto es capaz de manejar problemas y decisiones desafiantes. De esa manera, brinda las soluciones más concisas



### Componentes de sistemas expertos

Esencialmente, los sistemas expertos cuentan con cinco componentes:

-Base de conocimiento: en este componente se representan los hechos y reglas. Aquí se almacena el conocimiento en un dominio particular, así como en las reglas para resolver un problema, procedimientos y datos intrínsecos relevantes para el dominio.

Es el repositorio de los hechos, es decir, un gran contenedor de conocimiento que se obtiene de diferentes expertos de un campo específico.

-Motor de inferencia: es el cerebro del sistema experto. Su función es obtener el conocimiento relevante de la base de conocimientos, interpretarlo y encontrar una solución relevante para el problema del usuario. Contiene las reglas de su base de conocimiento y las aplica a los hechos conocidos para inferir nuevos hechos.

Así, proporciona razonamiento sobre la información en la base de conocimiento. Los motores de inferencia también pueden incluir una explicación y habilidades de depuración.

-Módulo de adquisición de conocimiento y aprendizaje: es la parte de estos sistemas que permite que el sistema experto adquiera cada vez más conocimiento de diversas fuentes y lo almacene en la base de conocimiento.

-Interfaz de usuario: es la parte más crucial del sistema experto. Este módulo hace posible que un usuario no experto interactúe con el sistema experto y encuentre una solución a un problema.

El componente toma la consulta de un usuario en una forma legible y pasa al motor de inferencia. Una vez allí, entran en funcionamiento los otros componentes y posteriormente muestra los resultados al usuario. En otras palabras, es una interfaz que ayuda al usuario a comunicarse con el sistema experto.

-Módulo de explicación: en este módulo el sistema experto da una explicación al usuario sobre cómo el sistema experto llegó a una conclusión particular.

De esa manera, argumenta los resultados presentados con la mayor exactitud.

### Aplicaciones y ejemplos de sistemas expertos

Existen muchos ejemplos de sistemas expertos, pero compartimos algunos a continuación:

-MYCIN: es uno de los primeros sistemas expertos basados en el encadenamiento hacia atrás.

Este sistema es capaz de identificar varias bacterias que pueden causar infecciones agudas y también puede recomendar medicamentos según el peso del paciente.

-DENDRAL: es un sistema experto basado en inteligencia artificial utilizado para el análisis químico.

-R1 / XCON: es usado en el campo de la informática. Es capaz de seleccionar un software específico para generar un sistema informático a gusto del usuario.

-PXDES: es un gran sistema para la medicina moderna. Puede determinar fácilmente el tipo y el 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.

En general, en cuanto a las aplicaciones de estos sistemas expertos, algunas de las más populares son:

Gestión de la información.



Hospitales e instalaciones médicas.  
 Gestión de servicios de ayuda.  
 Evaluación del desempeño de los empleados.  
 Análisis de préstamos.  
 Detección de virus.  
 Útil para proyectos de reparación y mantenimiento.  
 Optimización de almacenes.  
 Planificación y programación.  
 La configuración de objetos fabricados.  
 Toma de decisiones financieras Publicación de conocimiento.  
 Monitorización y control de procesos.  
 Supervisar el funcionamiento de la planta y el controlador.  
 Bolsa de comercio.  
 Horarios de aerolínea y horarios de carga.  
 Por tanto, un sistema experto toma hechos y heurísticas para resolver problemas complejos de toma de decisiones. En ese orden, la calidad mejorada de las decisiones, la reducción de costos, la consistencia, la confiabilidad, la velocidad son los beneficios clave de un sistema experto.

Sin embargo, se debe tomar en cuenta que un sistema experto no puede dar soluciones creativas y su mantenimiento puede ser costoso. Fuera de eso, sus aplicaciones son muy amplias y son muy útiles para asegurar información rápida y precisa.

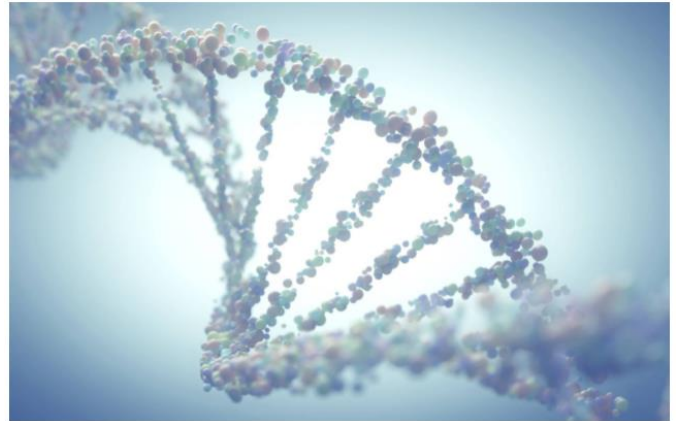
#### I.4 ALGORITMOS GENÉTICOS



Un algoritmo es una serie de pasos que describen el proceso de búsqueda de una solución a un problema concreto. Y un algoritmo genético es cuando se usan mecanismos que simulan los de la evolución de las especies de la biología para formular estos pasos. Es una técnica de inteligencia artificial inspirada en la idea de que el que sobrevive es el que está mejor adaptado al medio, es decir la misma que subyace a la teoría de la evolución que formuló Charles Darwin y que combina esa idea de la evolución con la genética.

Pero claro, ¿cómo se implementa esto con fórmulas matemáticas? Pues lo que haces es transformar la resolución de cualquier problema en un conjunto de soluciones en el que cada una de ellas funciona como si fuera un individuo. Abordas los problemas de manera que puedas decir, este conjunto de soluciones es como una población, una población de

soluciones. Imagina que tu problema a resolver es que quieres saber cuál es el camino más corto para ir de Madrid a San Petersburgo y tienes miles de soluciones. Cada camino que encuentres podría ser una opción, si le aplicas un algoritmo genético, cada camino que encuentres sería un individuo. Para poder aplicar algoritmos genéticos debes ser capaz de convertir las soluciones a tu problema en vectores matemáticos, entonces, un vector para ir de aquí a San Petersburgo puede ser uno que enumere las ciudades por las que vas pasando. Puede haber muchos recorridos: unos más largos y otros más cortos, unos tendrán más tráfico, otros tendrán menos tráfico



Los algoritmos genéticos tienen como punto de partida un conjunto de soluciones aleatorias. Si continuamos con el ejemplo de San Petersburgo, puedo ir poniendo ciudades y puedo pasar hasta por Australia para ir a Rusia. Obviamente esa combinación no va a ser muy eficiente pero el procedimiento acabará descartándola. Una vez que tengo ese conjunto de soluciones inicial aleatorio aplico lo que se llama una función de ajuste o función objetivo, que en este caso es llegar en el menor tiempo posible a San Petersburgo. Mi función objetivo sería el tiempo que tardó teniendo en cuenta el tráfico y teniendo en cuenta los kilómetros que recorro. Esa función objetivo sirve para clasificar las soluciones aleatorias: las que duran menos tiempo son mejores y las que duran más tiempo son peores. Una vez que las tengo clasificadas lo que hago, y aquí entra la genética, es reproducirlas. Reproduzco las soluciones, cómo se reproducen los individuos en una población, e implementó los tres mecanismos que intervienen en la selección de las especies: la reproducción en sí, el cruzamiento y la mutación.

Para imitar la reproducción hay diferentes mecanismos matemáticos, uno de ellos es a partir de la función objetivo, es decir que se reproduzcan más aquellas soluciones que son mejores y por lo tanto las que son peores desaparecerán; al aplicar el cruzamiento combinas unas soluciones con otras. Por ejemplo, cojo la mitad de una solución que pasaba por Australia y la combino con otra solución que pasaba por China... Las vas combinando garantizando que son lógicas y luego, finalmente, aplicar un procedimiento de mutación de forma matemática, pues si antes pasaba por Sídney yo implemento matemáticamente que me cambie Sídney por ejemplo por

cualquier otra ciudad australiana y ya no pasa por Sídney, pasa por Melbourne o por dónde sea. Eso sería un poco como aplicar las tres dinámicas que existen en el mundo biológico cuando se reproducen las especies.

Una vez que he aplicado todo esto, de nuevo hay que calcular la función objetivo de la nueva población. Veré que algunas soluciones habrán mejorado y otras habrán empeorado. Quizá me dé soluciones que tardan menos de Madrid a San Petersburgo y otras al revés, que tardan muchísimo más. Como vuelvo a aplicar el mecanismo de la reproducción que está basado en la función objetivo, lo que ocurre es que va a reproducir en mayor número las soluciones que tardan menos y va a eliminar aquellas que tardan muchísimo. Y de nuevo vuelvo a aplicar el cruzamiento y las mutaciones entre las mejores soluciones. Así funcionan los algoritmos genéticos. Cuando estás buscando resolver problemas en un campo enorme no es viable el procedimiento enumerativo de ir de una en una porque puedes tener millones y millones de posibles soluciones. Estos algoritmos genéticos combinan la aleatoriedad porque se inician con un conjunto de soluciones totalmente aleatorio pero luego también están dirigidas porque buscan el resultado más óptimo. Y gracias a ello encuentras soluciones muy eficientes en muy poco tiempo de computación.

### I.1 DEEP LEARNING



El Deep Learning apareció recientemente en los titulares de los medios de comunicación cuando el programa AlphaGo de Google venció al campeón mundial de Go (juego mucho más difícil de jugar por parte de una máquina que el ajedrez, ya que tiene muchas más combinaciones posibles), Lee Sedol.

Además, el Deep Learning supone la base tecnológica de distintas funcionalidades de varios productos de Google, y de otras grandes empresas tecnológicas. Pero, ¿qué es el Deep Learning y en qué puede aplicarse? Forbes lo explica en un interesante artículo.

### Diferencias entre Inteligencia Artificial, Machine Learning y Deep Learning

La Inteligencia Artificial (IA) es un subcampo de la informática que se creó en la década de 1960, y que trata de solucionar tareas que son sencillas para los seres humanos, pero difíciles para las computadoras. Se trata de un concepto bastante genérico e incluye todo tipo de tareas tales como la planificación, el reconocimiento de objetos y sonidos, hablar, traducir, realizar actividades creativas (como por ejemplo crear obras de arte, o la poesía), etc.

El Machine Learning o aprendizaje automático se ocupa de un aspecto de la IA: dado un problema de IA que se puede describir en términos discretos (por ejemplo, dado un conjunto de posibles acciones para un determinado objetivo, cuál es la correcta), y disponiéndose de una gran cantidad de información sobre el mundo, se determina cual es la acción "correcta", sin que el mecanismo de elección se encuentre previamente programado. Es decir, el sistema aprende de forma autónoma a tomar las decisiones. De forma práctica esto se traduce en una función en la que a partir de una entrada se obtiene una salida, con lo que el problema radica en construir un modelo de esta función matemática de forma automática. Por lo tanto, la principal diferencia radica en que un programa muy inteligente que tiene un comportamiento similar al humano puede ser IA, pero a menos que sus parámetros se aprendan automáticamente a partir de los datos, no es Machine Learning.



### Machine Learning

Aunque los términos se utilizan a veces como sinónimos, el Deep Learning y el Machine Learning no son lo mismo, siendo el primero un tipo particular del segundo, es decir, el Deep Learning es Machine Learning, pero existen técnicas de Machine Learning que no son Deep Learning.

El Machine Learning, como se ha visto, se describe a menudo como un tipo de técnicas de Inteligencia Artificial donde las computadoras aprenden a hacer algo sin ser programadas para ello. Por poner un ejemplo sencillo, se podría programar un ordenador para identificar a un animal como un gato

[illegible]

- Utilización de imágenes en lugar de palabras clave para buscar productos de una empresa, o artículos similares.



- El descubrimiento y reconocimiento de patrones en el mundo que nos rodea es un factor fundamental en los progresos científicos y tecnológicos actuales. La cuestión ahora es cómo utilizar el Deep Learning para obtener nuevos conocimientos, o para mejorar lo que se está haciendo... en definitiva, para innovar.



### Referencias en la Web:

- [1] <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>
- [2] <https://www.atriainnovation.com/que-son-las-redes-neuronales-y-sus-funciones/#:~:text=Las%20redes%20neuronales%20artificiales%20son,entrada%20hasta%20generar%20una%20salida.>
- [3] <https://www.tecnologias-informacion.com/sistemas-expertos.html#:~:text=La%20IA%20simula%20estos%20procesos,un%20experto%20humano%20podr%C3%ADa%20resolver.>
- [4] [https://elpais.com/elpais/2019/01/31/ciencia/1548933080\\_909466.html](https://elpais.com/elpais/2019/01/31/ciencia/1548933080_909466.html)
- [5] <https://www.indracompany.com/es/blogneo/deep-learning-sirve#:~:text=Diferencias%20entre%20Inteligencia%20Artificial%20C%20Machine,pero%20dif%C3%ADciles%20para%20las%20computadoras.>