

# Computación Blanda

## Soft Computing

Autor: Alejandra López Ocampo

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

Correo-e: Alejandra.lopez1@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.

### REDES NEURONALES

Las redes neuronales ha sido uno de los objetivos de los científicos a lo largo de la historia, ya que el poder construir máquinas que puedan conseguir resultados similares a los que se tendrían usando la inteligencia ha sido de sus mayores aspiraciones.

Podemos definir a las redes neuronales de diversas maneras, pero la mayoría concordarán en que es una nueva forma de computación inspirada en modelos biológicos, específicamente en el comportamiento que presenta el cerebro humano enfocándose en las neuronas y la dinámica de sus conexiones. La forma en la cual funciona el modelo biológico es que la neurona es estimulada o excitada a través de sus entradas (inputs) y cuando se alcanza un cierto umbral, la neurona se dispara o activa, pasando una señal hacia el axón.

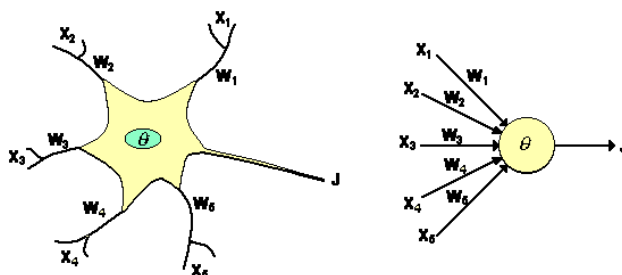


Figura 1. Representación de la neurona biológica en una neurona artificial.

Cuando se piensa en cierto tipo de problemas que no pueden ser descritos de manera que se pueda generar un algoritmo que los resuelva, es posible evidenciar que estos tienen una característica en común y es que requieren de una experiencia previa a este, con lo cual se necesita tomar un enfoque distinto al tradicional. Esto es debido a que los sistemas neurológicos no aplican la lógica de los circuitos digitales tradicionales.

Las también denominadas por sus siglas en inglés ANN (Artificial Neural Networks) abstraen ciertas características del modelo cerebral:

- **Aprender:** La manera en la cual es adquirido el conocimiento de una cosa por medio del estudio, ejercicio o experiencia. Las redes neuronales pueden cambiar su comportamiento en función del entorno. Se les muestra un conjunto de entradas y ellas mismas se ajustan para producir unas salidas consistentes.
- **Generalizar:** extender o ampliar una cosa. Estas tienen la capacidad de generalizar automáticamente debido a su propia estructura y naturaleza. Estas redes pueden ofrecer, dentro de un margen, respuestas correctas a entradas que presentan pequeñas variaciones debido a los efectos de ruido o distorsión.
- **Abstraer:** aislar mentalmente o considerar por separado las cualidades de un objeto. Lo cual se ha convertido en una herramienta bastante útil para el reconocimiento de imágenes.

### 1.1. Historia

En el campo de las redes neuronales se han hecho muchos avances, pero dentro de los más importantes podemos resaltar que en 1943, el neurobiólogo Warren McCulloch, y el estadístico Walter Pitts, publicaron el artículo "A logical calculus of Ideas Imminent in Nervous Activity". Este artículo constituyó la base y el inicio del desarrollo en diferentes campos como son los Ordenadores Digitales (John Von Neuman), la Inteligencia Artificial (Marvin Minsky con los Sistemas Expertos) y el funcionamiento del ojo (Frank Rosenblatt con la famosa red llamada Perceptron).

El perceptrón puede ser definido como un sistema que está diseñado para identificar patrones ya sean geométricos o abstractos. Este sistema fue construido basándose principalmente en el funcionamiento sensorial del ojo humano buscando que la luz incidiera en los puntos sensibles para generar un estímulo que generaría una señal de salida. Este "fotoperceptrón" como lo nombró Rosenblatt tenía la siguiente estructura:

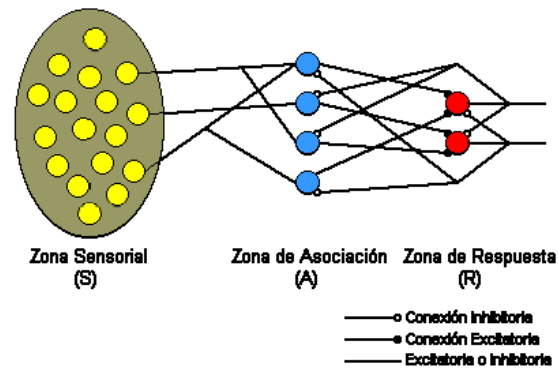


Figura 2. modelo del fotoperceptrón de Rosenblatt

### 1.2. Características

Debido a que están basadas en el comportamiento cerebral es posible que muchas de sus características sean semejantes. Entre sus principales está el poder aprender por medio de la repetición, de la experiencia. También la de encontrar patrones y abstraer características esenciales de la información que recibe como una entrada.

- **Aprendizaje Adaptativo:** Esta característica es la que le permite aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o en una experiencia inicial.
- **Auto-organización:** Una red neuronal puede crear su propia organización o representación de la información que recibe mediante una etapa de aprendizaje.
- **Tolerancia a fallos:** Es posible conservar las capacidades de esta aún si se sufre un daño de grandes proporciones, dándole margen de funcionamiento.
- **Operación en tiempo real:** Los cálculos neuronales pueden ser realizados en paralelo; para esto se diseñan y fabrican máquinas con hardware especial para obtener esta capacidad.

### 1.3. Aplicaciones

La aplicación de las redes neuronales es múltiple y no puede ser encasillada a una sola área, pero teniendo en cuenta las características presentadas anteriormente son mayormente aprovechadas en:

- Procesado del Lenguaje
- Reconocimiento de Imágenes
- Análisis financiero
- Medicina
- Análisis de señales

## LÓGICA DIFUSA

En primer lugar, se deberá dar una definición concreta de la lógica difusa y las diferencias que posee frente a la lógica tradicional. La lógica que denominamos como clásica se mueve en un entorno binario, donde a cada proposición solo se le asigna un valor, ya sea falso o verdadero, en cuanto a la lógica difusa, el valor puede ser falso o verdadero, pero de cierta medida. Es decir, trabaja con información que no es exacta con el fin de realizar evaluaciones convencionales.

En palabras más coloquiales la lógica difusa es una lógica alternativa que nos permite introducir cierto grado de vaguedad y es usada principalmente en la lingüística. Esta se da enfocándose en el comportamiento humano.

La utilidad de la lógica difusa se manifiesta cuando no existe un modelo matemático preciso, cuando un sistema no tiene definidas sus variables de manera exacta y algunas partes de este son aún desconocidas.

Uno de los ejemplos más comunes a la hora de explicar el concepto es el siguiente: Para la lógica difusa el conjunto “persona alta” no tiene unas fronteras claras para pertenecer o no a este grupo. Dependiendo de cómo definamos la transición de “alto” a “bajo” se asigna un grado de pertenencia al grupo entre 0 y 1. Por ejemplo, una persona que mida 1.79 podría pertenecer al conjunto de “personas altas” con un grado de 0,8, uno que mida 1,81 con un grado de 0,85, y uno que mida 1,50 m pertenecería con un grado de 0,1.

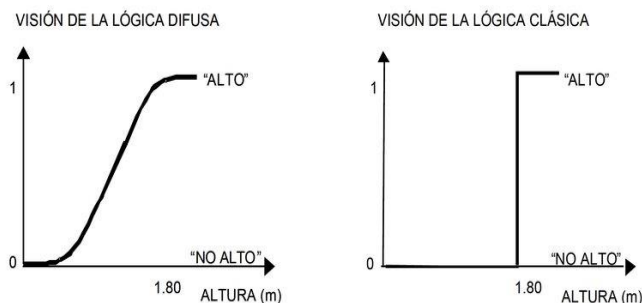


Figura 3. Representación de las diferencias entre lógica difusa y lógica clásica según el ejemplo anterior

### 1.1. Historia

A diferencia de lo que se pueda creer, la lógica difusa como concepto no es algo nuevo, incluso sus primeros conceptos y bases fueron establecidas por algunos filósofos griegos.

En el siglo XVIII George Berkeley y David Hume describieron que el núcleo de un concepto atrae conceptos similares. Hume decidió centrarse en la lógica del sentido común, en el razonamiento basado en el conocimiento que la gente adquiere de una forma ordinaria gracias a sus vivencias en el mundo.

Immanuel Kant pensaba que únicamente los matemáticos podían proveer definiciones claras dando por hecho de que algunos planteamientos contradictorios no tenían solución. Incluso una corriente filosófica fundada a principios de siglo por Charles Sanders Peirce llamada pragmatismo, fue la primera en considerar "vaguedades", más que falso o verdadero, como forma de acercamiento al mundo y al razonamiento humano de una manera un poco más útil y aplicable.

La idea de que la lógica produce contradicciones fue popularizada por el filósofo y matemático británico Bertrand Russell, a principios del siglo XX. Russell estudió las vaguedades del lenguaje y llegó a la conclusión que la vaguedad es un grado. Ludwig Wittgenstein, filósofo austriaco, estudió las diferentes acepciones de una misma palabra. En el lenguaje corriente ocurre muy a menudo que la misma palabra designe de modo y manera diferentes, porque pertenece a diferentes símbolos, o que dos palabras que designan de modo y manera diferentes se usen aparentemente del mismo modo en una proposición.

La también llamada Teoría de los conjuntos difusos (Fuzzy Logic) Quien acuñó el término de “lógica difusa” fue el Dr. Lofti A. Zadeh, Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación de la Universidad de California, en Berkeley, USA. Quien en 1965 publicó "Fuzzy Sets" (Conjuntos Difusos).

### 1.2. Aplicaciones

Aunque puede ser utilizada en una basta cantidad de áreas, teniendo así un sin numero de aplicaciones dentro de las cuales podemos destacar:

- Reconocimiento de patrones
- Seguimiento de objetos por cámara
- Predicción de Terremotos
- Sistemas de reconocimiento de escritura
- Bases de datos difusas: Almacenar y consultar información imprecisa. Para este punto, por ejemplo, existe el lenguaje FSQ.
- Sistemas expertos del conocimiento

## SISTEMAS EXPERTOS

Es posible definir a los sistemas expertos como sistemas que están diseñados para resolver problemas que normalmente serían resueltos por expertos humanos por medio de conocimiento humano capturado en datos procesados por una computadora.

Es importante aclarar que los términos sistemas expertos (ES) y sistemas basado en conocimiento (KBS), se utilizan como sinónimos.

Para poder construir un sistema experto que funcione de manera adecuada se deben tener en cuenta ciertos factores como que la base del conocimiento (De donde se nutre el sistema experto) esté formada por información precisa y que sea la suficiente. Adicionalmente debe contar con un componente explicativo dentro del cual explica el porqué de la decisión tomada, por lo general esto se realiza dentro de una interfaz de usuario que permite que el usuario consulte información con el lenguaje más natural posible.

Las características que tiene un verdadero sistema experto son las siguientes:

- Habilidad para adquirir conocimiento.
- Fiabilidad, para poder confiar en sus resultados o apreciaciones.
- Solidez en el dominio de su conocimiento.
- Capacidad para resolver problemas.

Un sistema experto cuenta con una estructura muy bien definida dentro de la cual cada una de sus partes juega un papel fundamental a la hora de llegar a la decisión esperada.

Los SE están compuestos por dos partes principales: el ambiente de desarrollo y el ambiente de consulta. El ambiente de desarrollo es utilizado por el constructor para crear los componentes e introducir conocimiento en la base de conocimiento. El ambiente de consulta es utilizado por los no-expertos para obtener conocimiento experto y consejos (Turban, 1995).

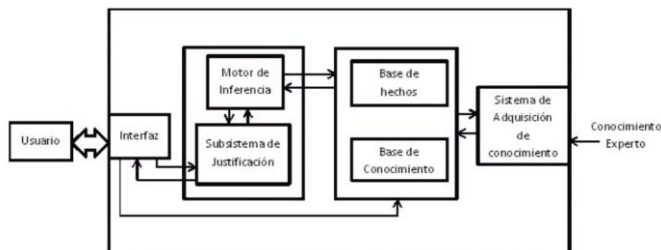


Figura 4. Estructura de un sistema experto

### 1.1 Tipos de sistemas expertos

Con lo anterior ya mencionado de las reglas activas y los criterios de programación, existen tres tipos de sistemas expertos:

- Los sistemas que están basados en reglas previamente establecidas, también llamados RBR (De las siglas en inglés Rule Based Reasoning). Esto quiere decir que las reglas ya fueron programadas y por eso se evalúan y se aplican.

- Los sistemas que están basados en casos o también conocidos como CBR (De las siglas en inglés, Case Based Reasoning). Gracias a estos casos que ya han sido solucionados se usa esa misma lógica para resolver problemas similares.
- Los que están basados en redes de Bayes. Estos se basan en el Teorema de Bayes que es proveniente de la estadística

### 1.2 Historia

Debido a las altas expectativas que se tenían en los años '60 con lo que respectaba a la inteligencia artificial, se tenía la creencia de que rápidamente se podrían producir expertos o emular un rendimiento superhumano. Este término fue usado por primera vez por un doctor de la Universidad Stanford, Edward A. Feigenbaum.

Uno de los precursores de los SE fue el General-purpose Problem Solver (GPS) quien permitió sentar las bases, pero no cumplió con las expectativas. Después se pensó en no crear sistemas con un propósito general, sino apostar por el desarrollo de los sistemas de propósito específico. De esa manera, se construyó el primer sistema experto que pudo ser utilizado para propósitos reales el DENDRAL y su uso estaría enfocado en el área de la química y la biología.

### 1.3. Aplicaciones

Ya que se requieren expertos en todas las áreas, los sistemas expertos serían de utilidad en la mayoría de los campos de conocimiento, pero los que han sacado un mayor provecho de estos han sido:

- El área militar
- La informática
- Las telecomunicaciones
- Química
- Medicina

### ALGORITMOS GENÉTICOS

Están basados en el proceso genético de los organismos vivos como muchas de las líneas derivadas de la IA. A lo largo de las generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural que fueron propuestos por Darwin donde quien sobrevivía era el más fuerte.

Los Algoritmos genéticos (AGs) son métodos adaptativos que pueden usarse para resolver problemas de búsqueda y optimización evolucionando las soluciones a los óptimos del problema

Si seguimos 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, aun-que aleatorizado, para constituir así un algoritmo de búsqueda que tenga algo de las genialidades de las búsquedas humanas” [Goldberg, 1989].

Es importante destacar que los algoritmos genéticos no son aleatorios, ya que usan la información histórica con el fin de obtener el desempeño óptimo en la búsqueda de soluciones.

### 1.1. ¿Cuándo usar Algoritmos Genéticos?

Teniendo en cuenta de que hace parte de una de las muchas técnicas dentro del mundo de la inteligencia artificial hay que tener en cuenta que no todos los problemas pueden ser resueltos de esa manera, por ende, es posible que si el problema cuenta con las siguientes características:

- Su espacio de búsqueda, es decir, sus posibles soluciones deben estar delimitadas dentro de un cierto rango.
- Debe poderse definir una función de aptitud que nos indique qué tan buena o mala es una cierta respuesta, esto debido a que este algoritmo se mueve buscando la solución que considere óptima.
- Las soluciones deben codificarse de una forma que resulte relativamente fácil de implementar en la computadora.

La implementación de un algoritmo genético tiene cinco fases donde el resultado será el conjunto de las mejores soluciones, las fases son las siguientes:

- Población inicial
- Función de aptitud
- Selección
- Cruzamiento
- Mutación

### 1.2. Historia

El desarrollo de los Algoritmos genéticos se debe en gran medida a John Holland, investigador de la Universidad de Michigan. A finales de la década de los 60 desarrollo una técnica que imitaba en su funcionamiento a la selección natural. Aunque originalmente esta técnica recibió el nombre de planes reproductivos, a raíz de la publicación en 1975 de su libro “Adaptation in Naturaland Artificial Systems” [Holland, 1975] se conoce principalmente con el nombre de Algoritmos Genéticos. Este propuso que usando procesos heurísticos se

podría dar solución a varios problemas relacionados con la toma de decisiones.

### 1.3. Aplicaciones

Sus aplicaciones están enfocadas primordialmente al diseño de la ingeniería, el enrutamiento del tráfico y el campo de la robótica.

## DEEP LEARNING

Se define como un algoritmo estructurado o jerárquico que puede emular el aprendizaje humano, contando con una característica muy importante y es que no requiere que se le programen reglas con anterioridad.

Si deseamos encontrar la diferencia que existe entre el Machine Learning y el Deep Learning es que el primero se enfoca en lograr un aprendizaje automático, el Deep Learning se orienta hacia el entendimiento de los datos que están siendo procesados durante su aprendizaje. Por otro lado, la evolución de aquel pasa inevitablemente el aprendizaje sin intervención humana previa. Es decir, de forma independiente, dentro de un ciclo de aprendizaje constante retroalimentado por información nueva.

El Deep Learning es un modelo tecnológico proveniente del Machine Learning donde se utilizan las redes neuronales y sus estructuras para lograr el aprendizaje en forma de capas que son denominadas de representación. Mientras existan más capas escondidas, más compleja e inteligente es la red neuronal por lo cual el resultado del aprendizaje se acercará más al óptimo.

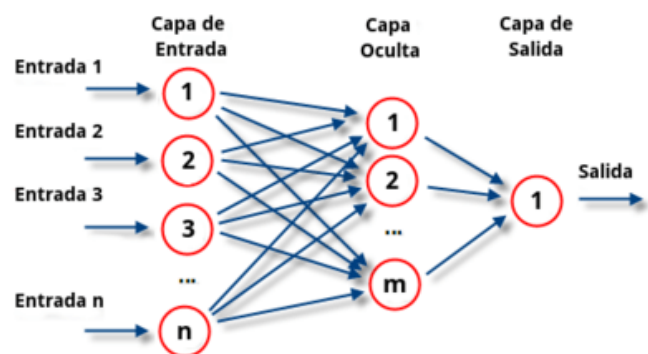


Figura 4. Estructura del Deep Learning

### Logros y algunas aplicaciones del Deep Learning

En los últimos años el Deep Learning ha producido toda una revolución en el campo del Machine Learning, con resultados notables en todos los problemas de percepción, como ver y escuchar, problemas que implican habilidades que parecen

muy naturales e intuitivas para los seres humanos, pero que desde hace tiempo se han mostrado difíciles para las máquinas. En particular, el Deep Learning ha logrado los siguientes avances, todos ellos en áreas históricamente difíciles del Machine Learning.

- Un nivel casi humano para la clasificación de imágenes.
- Un nivel casi humano para el reconocimiento del lenguaje hablado.
- Un nivel casi humano en el reconocimiento de escritura.
- Grandes mejoras en traducciones de lenguas.
- Grandes mejoras en conversaciones text-to-speech.
- Asistentes digitales como Google Now o Siri.
- Un nivel casi humano en autos autónomos.
- Mejores resultados de búsqueda en la web.
- Grandes mejoras para responder preguntas en lenguaje natural.
- Alcanzado Nivel maestro (superior al humano) en varios juegos.

### 1.1 Historia

La primera vez que apareció esta definición provino de la tesis doctoral de Paul Werbos en 1974, que fue el primero que describió el proceso de entrenamiento de una red neuronal artificial a través de la retropropagación.

Pero este algoritmo no fue conocido hasta que en 1980 fue redescubierto por un licenciado de la Universidad de Psicología Experimental de Cambridge, y Doctorado en ciencias computacionales llamado Geoffrey E. Hinton, quién se dedicó a tratar de implementar el modelo de aprendizaje humano aplicado a una máquina.

Geoffrey es considerado el padrino del Deep Learning al recibir el premio Fundación de BBVA Fronteras del Conocimiento en 2017, pero hay que destacar que hubo otros muchos autores de la época que desarrollaron esta metodología, como David Rumelhart, Ronal Willian, David Parker o Yam Le Cun.

Debido a la necesidad que surge gracias a las redes sociales ya que se han aumentado los datos por individuo, incrementando la demanda de herramientas que ayuden a procesar dichos datos y sacarles el mayor provecho posible.

### 1.2 Aplicaciones

El Deep Learning ha aportado especialmente en el mundo de la medicina, el diagnóstico médico y el mercado financiero. Aunque no seamos del todo conscientes de esto, usamos muchas herramientas en nuestra cotidianidad lo implementan.

- Traductores inteligentes: Así, el sistema aprende de las traducciones corregidas para aplicarla en futuras

consultas, un ejemplo muy popular de esto es Google Translate.

- Lenguaje natural: Los asistentes virtuales hacen un uso activo del procesamiento del lenguaje natural ya que procesan lo que dice el usuario y logran responder acorde a lo requerido en el caso de los dispositivos móviles Google Assistant, Cortana y Siri son los asistentes que están más presentes en el mercado.
- Reconocimiento de voz: Está siendo uno de los principales objetivos de la actualidad ya que la forma de buscar información está cambiando y adaptándose cada vez más.
- Interpretación semántica: Lograr que una máquina entienda un comentario de un usuario en redes sociales es bastante complicado, ya que las palabras por sí solas no tienen valor, dependen en gran medida del contexto en el que está. Este tipo de sistemas se emplean especialmente para los bots de e-commerce o de Facebook, el cual te pueda contestar automáticamente y no requiera de una persona supervisando el chat, lo que ahorraría muchos costes en la atención al cliente.
- Reconocimiento facial: Uno de los usos más típicos es el uso de softwares que puedan reconocer la cara y los gestos de una persona. En los móviles de ahora, la cámara es capaz de identificar cuando sonríes y cuando no, además, también puede utilizarse tu rostro como llave de seguridad para desbloquear el móvil. Baidu, uno de los gigantes de Internet está trabajando en una aplicación que ya reconoce hasta 70 rasgos faciales.
- Visión computacional: Es posible el poder identificar imágenes similares por medio del Deep Learning. Uno de los ejemplos más usados es el reconocimiento de imágenes de Google

## II. CONCLUSION

La computación blanda dista de la computación tradicional ya que es tolerante a la imprecisión y busca darle solución a problemas que no tienen un modelo matemático preciso bien definido. Los elementos constitutivos de la computación blanda, lejos de ser competitivos entre sí, son colaborativos y complementarios. Es decir, usando varios de los métodos que fueron mencionados en este documento, se podría dar una solución óptima.



### III. REFERENCIAS

#### Referencias en la Web:

[1]  
<https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/inteligencia-artificial-469917>

[2]  
[https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/9047/mod\\_resource/content/1/redes\\_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf](https://ocw.ehu.es/pluginfile.php/9047/mod_resource/content/1/redes_neuro/contenidos/pdf/libro-del-curso.pdf)

[3]  
<https://www.monografias.com/trabajos12/redneuro/redneuro2.shtml>

[4]  
[https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/orientadora1/monografias/matich-redesneuronales.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monografias/matich-redesneuronales.pdf)

[5]  
<https://disi.unal.edu.co/~lctorress/RedNeu/LiRna004.pdf>

[6]  
[https://www.researchgate.net/publication/328052443\\_Principios\\_de\\_logica\\_difusa](https://www.researchgate.net/publication/328052443_Principios_de_logica_difusa)

[7]  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lmt/ramirez\\_r\\_o/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/ramirez_r_o/capitulo3.pdf)

[8]  
<https://www.wikiversus.com/informatica/logica-difusa/>

[9]  
[https://www.ecured.cu/L%C3%B3gica\\_difusa](https://www.ecured.cu/L%C3%B3gica_difusa)

[10]  
[https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CYT\\_13\\_24.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CYT_13_24.pdf)

[11]  
[https://www.ecured.cu/Sistemas\\_expertos](https://www.ecured.cu/Sistemas_expertos)

[12]

<https://starteq.net/los-3-tipos-de-sistemas-expertos-que-existen/>

[13]  
<https://www.tecnologias-informacion.com/algoritmosgeneticos.html>

[14]  
<https://iaarbook.github.io/deeplearning/>