

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL Y
DE SISTEMAS
UNIDAD DE INVESTIGACION



INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

**“ESTADO DEL ARTE DEL APRENDIZAJE
AUTOMATICO RELACIONADO CON LA
LOGICA DIFUSA”**

AUTOR: Juan Francisco Ramírez Veliz

PROFESOR COLABORADOR:
Manuel Abelardo Alcántara Ramírez

PERIODO DE EJECUCION: Del 01 de mayo del 2018 al 30 de abril del 2019
Resolución de aprobación N° 444-2018-R del 09 de mayo del 2018

Callao, 2019

DEDICATORIA

A nuestros familiares por su comprensión
y apoyo para realizar este trabajo

Los Autores

AGRADECIMIENTO

A las autoridades de investigación de la
Universidad Nacional del Callao por confiar en
nuestra propuesta y brindarnos su aprobación

Los Autores

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
LISTADO DE TABLAS.....	vii
LISTADO DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1. Aprendizaje Automático	1
1.2. Problema general.....	2
1.3. Problemas específicos.....	2
1.4. Objetivo general.....	2
1.5. Objetivos específicos.....	3
1.6. Importancia de la investigación	3
1.7. Justificación de la investigación	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO.....	5

2.1.	Aprendizaje Automático	5
2.2.	Lógica Difusa	17
2.3.	Revisión Sistemática.....	36
CAPÍTULO III.....		43
MATERIALES Y METODOS		43
3.1.	Materiales	43
3.2.	La población y muestra	45
3.3.	Técnicas o procedimientos de recopilación de datos.....	45
3.4.	Técnicas estadísticas de análisis	46
3.5.	Metodología.....	46
CAPÍTULO IV.....		47
RESULTADOS.....		47
4.1.	Primera etapa: Formulación de las preguntas de investigación.....	48
4.2.	Segunda etapa: Búsqueda y selección de los estudios	50
4.3.	Tercera etapa: Evaluación de la calidad de los estudios.....	57
4.4.	Cuarta etapa: Recopilación de los datos.....	57
4.5.	Quinta etapa: Análisis presentación e interpretación de los resultados.....	65
4.6.	Sexta etapa: Publicación de los resultados.....	65
CAPÍTULO V		66
DISCUSION DE LOS RESULTADOS		66
5.1.	Conclusiones	111
5.2.	Recomendaciones	112

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
APÉNDICES.....	127
ANEXOS	128

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1.	Herramientas Software para Aprendizaje profundo	16
Tabla 3-1.	Formato para la recolección de artículos científicos	44
Tabla 4-1.	Protocolo de la investigación	47
Tabla 4-2.	Bases de datos seleccionadas para el estudio.....	48
Tabla 4-3.	Preguntas de la investigación.....	49
Tabla 4-4.	Determinación de las palabras claves	50
Tabla 4-5.	Cadenas de búsqueda	51
Tabla 4-6.	Abreviaturas de las palabras claves	52
Tabla 4-7.	Abreviaturas de las bases de datos.....	53
Tabla 4-8.	Artículos obtenidos para las palabras claves	53
Tabla 4-9.	Abreviaturas de las cadenas de búsqueda	54
Tabla 4-10.	Resultados utilizando las cadenas de búsqueda.....	55
Tabla 4-11.	Numero de estudios incluidos en la revisión sistemática	57
Tabla 4-12.	Artículos de aprendizaje automático.....	58
Tabla 4-13.	Aplicaciones de los artículos del aprendizaje automático	59
Tabla 4-14.	Artículos de lógica difusa	60
Tabla 4-15.	Aplicaciones de los artículos de la lógica difusa	61
Tabla 4-16.	Artículos de aprendizaje automático y lógica difusa	62
Tabla 4-17.	Aplicaciones de los artículos de la lógica difusa y aprendizaje automático.....	62
Tabla 4-18.	Artículos de algoritmos genéticos.....	63
Tabla 4-19.	Aplicaciones de los artículos de algoritmos genéticos	63
Tabla 4-20.	Artículos de redes bayesianas	64
Tabla 4-21.	Aplicaciones de los artículos de redes bayesianas.....	64
Tabla 4-22.	Artículos de redes neuronales	64
Tabla 4-23.	Aplicaciones de los artículos de redes neuronales.....	65

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2-1.	Grafica de la función L	20
Figura 2-2.	Gráfica de la función gamma	21
Figura 2-3.	Gráfica de la función triangular	22
Figura 2-4.	Gráfica de la función trapezoidal	22
Figura 2-5.	Gráfica de la función sigmoideal	23
Figura 2-6.	Función pertenencia del conjunto líquido	24
Figura 2-7.	Función pertenencia del conjunto vapor	24
Figura 2-8.	Función pertenencia del conjunto sólido.....	25
Figura 2-9.	Funciones de pertenencia de los estados del agua	25
Figura 2-10.	Sistema difuso	34
Figura 2-11.	Etapas en la elaboración de una revisión sistemática.....	38
Figura 2-12.	Fases de la revision sistematica.....	40
Figura 2-13.	Motor de búsqueda de la base de datos ACM.....	127
Figura 2-14.	Moto de búsqueda de IEEE Xplore digital library	127

RESUMEN

La Inteligencia Artificial de relevante importancia actual, usa las teorías del Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa. El aprendizaje Automático propone algoritmos para que las máquinas aprendan. La Lógica Difusa es una lógica polivalente que trata la incertidumbre. Ambas disciplinas han experimentado sendos desarrollos y existen ya tecnologías en la industria basadas en estos temas. El objetivo del presente estudio consistió en establecer el estado del arte de los algoritmos del Aprendizaje Automático relacionados con las propuestas difusas, haciendo un estudio bibliométrico de las investigaciones publicadas en las bases de datos bibliográficas y aplicando la metodología Revisión Sistemática. Como resultados se obtuvo datos que luego de analizarlos se concluye que hay preferencia por el uso de los algoritmos basados en Redes Neuronales, Redes Bayesianas, Arboles de decisión, algoritmos de clasificación, en ese orden y por el lado de la Lógica Difusa de prefiere usar las propuestas de los Conjuntos Difusos, funciones de membresía, Inferencia de Mandani, Inferencia de Sugeno también en ese orden. Los algoritmos de Redes Bayesianas son los que mas usan propuestas difusas, le sigue la Redes Neuronales y en menor proporción los algoritmos de Clasificación. Se recomienda volver a aplicar esta propuesta en un tiempo futuro para determinar el incremento en el uso de estas teorías. También se recomienda hacer un tratamiento axiomático formal de estos algoritmos para lograr herramientas software que automaticen su uso.

Palabras claves:

Machine learning, Lógica Difusa, Revisión Sistemática.

ABSTRACT

Artificial Intelligence has relevant importance now, uses the theories of Automatic Learning and Fuzzy Logic. Automatic learning proposes algorithms for machines to learn. Fuzzy Logic is a polyvalent logic that deals with uncertainty. Both disciplines have experienced developments and there are already technologies in the industry based on these issues. The aim of the present study was to establish the state of the art of the algorithms of the Automatic Learning related to the diffuse proposals, making a bibliometric study of the published research in the bibliographic databases and applying the Systematic Review methodology. As results we obtained data that after analyzing them it is concluded that there is preference for the use of algorithms based on Neural Networks, Bayesian Networks, Decision trees, classification algorithms, in that order and on the side of the Fuzzy Logic of preferring to use the proposals of Fuzzy Sets, membership functions, Mandani's Inference, Sugeno's Inference also in that order. The algorithms of Bayesian Networks are the ones that most use fuzzy proposals, followed by Neural Networks and in smaller proportion, the Classification algorithms. It is recommended to reapply this proposal at a future time to determine the increase in the use of these theories. It is also recommended to make a formal axiomatic treatment of these algorithms to achieve software tools that automate their use.

Palabras claves:

Machine learning, Fuzzy Logic, systematic review.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1. Aprendizaje Automático

Actualmente las empresas ya están usando tecnologías producidas gracias al desarrollo de la Inteligencia Artificial, este proceso va a continuar inevitablemente debido al impulso que están dando a la investigación en este campo muchas instituciones tanto de la academia como de la empresa.

Una de las ramas de la Inteligencia Artificial que ocupa a los investigadores es el Aprendizaje Automático, disciplina que tiene un tratamiento multidisciplinario de los datos con herramientas matemáticas y estadísticas y algoritmos no convencionales, entre otros aspectos.

No menos importante es la rama de la Inteligencia Artificial que ha motivado gran cantidad de proyectos de investigación denominada Lógica Difusa que trata la incertidumbre del quehacer humano con un enfoque diferente a la estadística, proponiendo como alternativa el enfoque difuso basado en las funciones de pertenencia, los conjuntos difusos y las inferencias difusas.

Aunque ambas disciplinas proveen soluciones parecidas a problemas planteados, los hacen con enfoques diferentes, mientras que el Aprendizaje Automático hace uso intensivo de grandes cantidades de datos para plantear algoritmos que de manera autónoma generan experiencia y por tanto resultados basados en esta. La Lógica Difusa aprovecha la potencia del enfoque difuso de los problemas para obtener soluciones basadas sustancialmente en la inferencia difusa.

Nace entonces la inquietud por saber si se están haciendo investigaciones que traten estas disciplinas desde un enfoque unificador o desde las características propias de sus

algoritmos, por tanto, surge entonces la necesidad de plantearse la siguiente interrogante. ¿Cómo saber a ciencia cierta que investigaciones se están realizando a nivel mundial acerca de la relación conceptual que existe entre el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa?

1.2. Problema general

¿Será posible hacer un estudio que permita establecer con precisión los avances en las investigaciones en los campos del Aprendizaje Automático y su relación con Lógica Difusa?

1.3. Problemas específicos

PE1: ¿La posibilidad de poder establecer los algoritmos de Aprendizaje Automático más difundidos y usados?

PE2: ¿La posibilidad de lograr determinar los avances en la construcción de sistemas basados en Lógica Difusa?

PE3: ¿Es posible obtener información que visualice la relación que existe entre los algoritmos de Aprendizaje Automático y su relación e implementación en sistemas difusos?

1.4. Objetivo general

Hacer un estudio bibliométrico para determinar la relación que existe en las investigaciones de Aprendizaje Automático y las investigaciones en Lógica Difusa, en los reportes científicos publicados en las bases de datos relacionadas con la Inteligencia Artificial usando las técnicas de la Revisión Sistemática.

1.5. Objetivos específicos

OE1: Determinar los Algoritmos de Aprendizaje Automático más usados en las investigaciones científicas publicados en base de datos bibliográficas.

OE2: Determinar los aspectos más usados en Sistemas de Lógica Difusa en las investigaciones científicas publicadas en base de datos bibliográficas.

OE3: Establecer los criterios que se usan para relacionar los algoritmos de Aprendizaje Automático con los Sistemas de Lógica Difusa.

1.6. Importancia de la investigación

La investigación realizada resultó sumamente importante al permitir conocer los algoritmos que frecuentemente se están usando en el Aprendizaje Automático, el enfoque que se está dando al aprendizaje de máquinas, el tratamiento a los grandes volúmenes de datos y su relación con las formas de dotarle experiencia a los algoritmos de Aprendizaje Automático.

De manera similar se aprecia la importancia de la investigación al conocer el enfoque que están usando actualmente en la construcción de sistemas difusos, muy difundidos en la industria y la existencia de herramientas de programación que proveen librerías para la construcción rápida de sistemas basados en la Lógica Difusa.

Pero la mayor importancia de este trabajo radica en el descubrimiento de las relaciones existentes entre los enfoques conceptuales del Aprendizaje Automático y de la Lógica Difusa que permitirá establecer futuros trabajos de investigación relacionando estos enfoques.

1.7. Justificación de la investigación

La investigación se justifica debido a que existen varios beneficiados, en primer lugar, los resultados de este estudio resultan de relevante utilidad para los investigadores que pretendan iniciar proyectos de investigación relacionados con el Aprendizaje Automático o relacionados con la Lógica Difusa pues disponen de antecedentes que pueden apoyar el direccionamiento de sus objetivos.

Otro de los beneficiados es sin duda las empresas que pretendan usar las tecnologías relacionadas con el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa, pues en este trabajo encontrarán ciertas orientaciones del avance de la tecnología relacionada.

Finalmente, la industria encuentra en este trabajo antecedentes que permiten vislumbrar la creación de nuevos productos tecnológicos para beneficio de la sociedad actual

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las bases teóricas que sirven de soporte a la investigación, siendo dos temas relacionados con la Inteligencia Artificial y uno a la metodología de investigación utilizada. Se explica los fundamentos teóricos del Aprendizaje Automático, así como los conceptos básicos de la Lógica Difusa y se termina explicando el protocolo de investigación denominado Revisión Sistemática.

2.1. Aprendizaje Automático

Para tratar el tema del Aprendizaje Automático (AA) o Machine Learning (ML) por su denominación en inglés existen diferentes enfoques, estos se diferencian entre sí en el énfasis que le ponen a un aspecto en la definición, se presenta a continuación un resumen de diferentes autores a manera de ir visualizando el énfasis en el que se apoyan.

Se comienza presentando la opinión de Barlet, Codino y Solé (2008), quienes afirman que: El Aprendizaje Automático es una rama de la Inteligencia Artificial que permite a los ordenadores recolectar de forma automatizada conocimiento basándose en un número limitado de ejemplos, conocido como un conjunto de entrenamiento. (Barlet, Codina y Solé, 2008).

El entrenamiento se refiere a que el programa obtenga experiencia como se aprecia en la opinión de Mitchell (1997), quien sostiene que “El Aprendizaje Automático es un campo multidisciplinario cuyo objetivo es desarrollar programas de computadora que mejoren su funcionamiento en ciertas tareas a partir de la experiencia” (p.378).

Mitchell en esta definición trata la experiencia como el entrenamiento que deben tener los programas antes de entrar en producción.

Otros de los enfoques del concepto de Aprendizaje Automático es poner énfasis en el uso de datos y los algoritmos con una programación no explícita, tal como lo define Bishop (2016): “Los algoritmos Machine Learning (ML) intentan construir modelos basándose en los datos con el objetivo de hacer predicciones o tomar decisiones, como si fueran verdaderos expertos, en lugar de seguir las instrucciones de manera explícita para lo que han sido programados” (p.437).

Con énfasis en los datos Kovahi y Provost (1998) definen que “El ML como una disciplina proveniente de las ciencias y la ingeniería que se ocupa de la construcción y el estudio de los algoritmos que pueden aprender a partir de datos, en este caso de los Big-data” (p.437).

Otras definiciones como las de Aguilar, Torres y Martín (2019), Soto (2018) y Morante (2009) refuerzan lo opinado anteriormente y se presenta a continuación:

El Aprendizaje Automático tiene como objetivo construir modelos en base a los datos observados, también se puede decir que es un conjunto de algoritmos cuyo fin es proveer a los ordenadores la capacidad de aprender sin la necesidad de ser programados (Aguilar, Torres y Martín, 2019).

El Aprendizaje Automático se encarga de desarrollar sistemas computacionales que están diseñados para aprender y adaptarse en base a datos, sin la necesidad de programarlo explícitamente el nuevo conocimiento adquirido. (Soto, 2018).

El Aprendizaje Automático se provee de conocimientos a partir de datos que son adquiridos de forma automática. (Morante, 2009).

Se observa de estas definiciones que el Aprendizaje Automático tiene que ver con grandes volúmenes de datos, con algoritmos no convencionales, con entrenamiento que genera la experiencia, estos aspectos son muy similares a la forma como aprende el ser humano.

Tipos de Aprendizaje Automático

En el Aprendizaje Automático se identifican tres tipos de aprendizajes: El Aprendizaje Supervisado, El Aprendizaje no Supervisado y el Aprendizaje por Refuerzo, se hace una descripción de cada uno ellos en los párrafos siguientes.

Aprendizaje Supervisado.

Es una técnica que proporciona los datos de entrada etiquetados y además la salida correcta que se debe obtener, El aprendizaje consiste en ajustar el error que existe entre los resultados obtenidos y la salida esperada.

Según Neyra (2016) El aprendizaje automático supervisado se caracteriza por interpretar el resultado o los resultados reales frente a una cierta cantidad de información como entrada. De esta manera, se realiza una comparación entre los resultados deseados y los resultados reales que ya están establecidas, dando una respuesta definitiva por cada iteración para así clasificar los datos de entrada.

Aprendizaje no Supervisado.

Los datos no han sido etiquetados previamente y solo se dispone de datos de entrada. Por tanto, la máquina debe de ser capaz de encontrar la estructura existente en los datos.

En el aprendizaje automático no supervisado sus datos son agrupados sin etiquetas en función de sus características ocultas. Debido a que no hay etiquetas, no hay forma de evaluar el resultado, es decir no hay conocimiento a priori. (Fan & Awan, 2019)

Aprendizaje por Refuerzo.

Funciona en base a premios, a través del ensayo y error. Si la máquina no lo hace bien se le da un “premio” igual a 0 o negativo. En cambio, si toma una acción acertada se le dan premios con valor positivo para al final acabar encontrando una “buena” solución. De esta forma conseguimos que el sistema aprenda de forma inteligente cuando toma decisiones acertadas, mejorando los procesos de decisión.

Dentro del Aprendizaje no supervisado y apoyándose en el uso de Redes Neuronales especiales, se distingue un tipo de Aprendizaje especial denominado Aprendizaje Profundo.

Aprendizaje profundo (Deep Learning). Se estudian y construyen sistemas de cómputo capaces de aprender a partir de la experiencia, inspirándose en algunos principios del funcionamiento del cerebro, generalmente se emplean redes neuronales, se dice “profundo” por referencia al gran número de capas ocultas en la red neuronal usada (Sáez de la Pascua, 2019).

Los modelos de Deep Learning se entrenan mediante el uso de extensos conjuntos de datos etiquetados y arquitecturas de redes neuronales que aprenden directamente a partir de los datos, sin necesidad de una extracción manual de características (Sáez de la Pascua, 2019).

Algoritmos de Aprendizaje Automático

Se describe a continuación los principales algoritmos de los diferentes tipos de Aprendizaje Automático.

Algoritmos de Aprendizaje Supervisado

El Aprendizaje Automático Supervisado se implementa básicamente con las técnicas de clasificación y de regresión.

La clasificación consiste en asignar una clase, es decir predecir a que clase pertenece un conjunto de datos. Se enfoca en identificar si una nueva observación pertenece a una etiqueta de un conjunto de etiquetas previamente establecidas (Aguilar, Torres, y Martín, 2019).

La regresión tiene el objetivo de predecir valores continuos. Se refiere a modelar la relación entre variables etiquetadas con valores reales en lugar de etiquetas. Más específicamente, ayuda a entender cómo el valor de la variable de salida cambia cuando se varía cualquiera de las variables de entrada, mientras que las otras variables de entrada se mantienen fijas (Aguirre y Lopez, 2017).

Algoritmos de clasificación.

Entre los principales algoritmos de clasificación se mencionan a:

Análisis Discriminante. Técnica estadística multivariante que permite clasificar las observaciones de la muestra en grupos, a partir de la información suministrada por un conjunto de variables (Alarcón, 2015).

Métodos Bayesianos. La Inferencia Bayesiana combina la experiencia previa, en la forma de la probabilidad a priori; con los datos observados para interpretarlos y arribar a una probabilidad a posteriori. No nos va a garantizar que podamos alcanzar la respuesta correcta, en su lugar, nos va a proporcionar la probabilidad de que cada una de un número de respuestas alternativas, sea verdadera. Y luego podemos utilizar esta información para encontrar la respuesta que más probablemente sea la correcta. En otras palabras, nos proporciona un mecanismo para hacer una especie de adivinación basada en información (Alderete, 2006).

Entre los métodos Bayesianos más usados se menciona a:

Redes Bayesianas (Bayesian Networks (BN))

Modelo gráfico probabilístico que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un gráfico acíclico dirigido donde los nodos representan variables aleatorias y los arcos representan relaciones de dependencia directa entre las variables (Alegre, Barreto, Gallardo y Matanza, 2013).

Otros métodos bayesianos son: BBN(Bayesian Belief Networks), AOE(Average One Depends Estimators), Gaussian Native Bayes, Multinomial Native Bayes, Bayesiano ingenuo (Naive Bayes).

K-vecinos más cercanos (K-Nearest Neighbors (KNN)), Se puede utilizar para resolver problemas de clasificación y regresión. Perteneció a la familia del aprendizaje perezoso, donde no se necesita fase de entrenamiento. Los datos de partida se encuentran almacenados, y los datos de entrada se clasifican buscando las k muestras más cercanas. Para determinar cómo de cerca están dos ejemplos pueden utilizarse distintas distancias o medidas de similitud (Arrojo-Hernández, 2016).

Algoritmos de regresión.

Arboles de decisión. Herramientas predictivas que ayudan a determinar los atributos de mayor incidencia en una decisión positiva o negativa entregándolos en un árbol y mostrando las reglas que guían al destinatario sobre cómo obtener esta decisión. Algunos ejemplos de Algoritmos de Arboles de decisión son los siguientes: C4.5 – C5.0, CART(Classification and regression Tree), CHAID (Chi Squared Automatic Interaction Detection), Conditional Decision TREE, Decision Strump, Inducción con árboles de decisión (Iterative Dichotomiser 3 (ID3)), MS, Clasificación con regresión usando árbol M5P, Clasificador ordinal, Best-First Decision Tree, J48 pruned tree.

Otros algoritmos de regression son: *Lineal GLM*, *LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing)*, *MARS(Multivariate Adaptive Regression Splines)*.

Cabe mencionar a los metodos *Ensemble* como: *Forest aleatorio*, *GBM(Gradient Boosting Machines)*, *Boosting*, *Bagging(Bootsrapped Agregation)*, *ADA Bosst*, *Stacked Generalization(Blending)*, *GBRT(Gradient Booested Regression Trees)* (Astorga-Gómez, 2014).

Otros algoritmos importantes de regresión son: *Regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios (Ordinary Least Squares Regression (OLS))*, *Regresión Lineal*, *Logistic Regression*, *Máquinas de Soporte Vectorial (Support Vector Machines (SVM))*, *Stepwise Regression*, *RNA*, *SVR*, *GPR*, *Método del descenso del gradiente* (Baviera, 2016).

Algoritmos de Aprendizaje no Supervisado

Los algoritmos de Aprendizaje no Supervisado se clasifican en : algoritmos de agrupamiento, los algoritmos de asociaciones y algoritmos de reducción de la dimensionalidad.

Algoritmos de Agrupamiento (Clustering Algorithms).

se basa en agrupar un conjunto de observaciones de tal manera que las observaciones en el mismo grupo son más similares entre sí que a los de otros grupos. Generalmente hay más de una forma de particionar los datos en grupos significativos, por lo tanto, no hay respuesta correcta o incorrecta. En este caso, las observaciones no están etiquetadas con etiquetas, pero se pueden dividir en grupos según la similitud y otras medidas de estructura en los datos (Bishop, (2012).

Entre los principales algoritmos de Clustering, se considera a: *C-Means*, *DBSCAN*, *GMM*, *Expectation Maximization EM*, *K-Means*, *K-Medians*, *Gaussian Mixture*, *Hidden Markow*, *Hierarchical Clustering*, *PCA*, *RNA*, *Descomposición singular de valores (Singular Value Decomposition (SVD))* (Cáceres, J., Cuadrado, J., Sicilia, M., Rodríguez, D. y Rejas R. (2007).

Algoritmos de Asociaciones. Pretenden descubrir relaciones importantes entre variables en grandes bases de datos. Por ejemplo, La recomendación del producto para un cliente y un gran inventario de productos. Los principales algoritmos de análisis de asociaciones son: AprioriN, EclatN, Rules (Cheng, J., Bell, D. A., & Liu, W. (1997).

Algoritmos de reducción de la dimensionalidad (Dimensionality Reduction), entre los principales se mencionan a: *Análisis discriminante flexible (Flexible Discriminant Analysis (FDA)), Discriminante lineal de Fisher (FLD(Fisher's Linear Discriminant)), Análisis lineal discriminante , LDA(Linear Discriminant Analysis), Análisis discriminante de mezcla, MDA(Mixture Discriminant Analysis), Escalamiento Multidimensional (MDS(Multidimensional Scaling)), Regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR(Partial Least Squares Regression)), Análisis de Componentes Principales (Principal Components Analysis (PCA)), PCR(Principal Component Regression), Projection Pursuit, QDA(Quadratic Discriminant Analysis), RDA(Regularized Discriminant Analysis), Sammon Mapping.* (Cofre, S. Beca. (2007), (De La Cruz, Cieza y Flores 2012).

Algoritmos de Aprendizaje por Refuerzo.

Los principales algoritmos de aprendizaje por refuerzo, son: *Q-Learning, SARSA, QV-Learning, Expected Sarsa, Acla, Cacla.*

Algoritmos de aprendizaje profundo

Está compuesto por un grupo de algoritmos que intentan clasificar los datos en abstracciones de alto nivel mediante el uso de estructuras jerárquicas complejas. Algunas de las técnicas son: *Redes Neuronales Profundas (Deep Neural Networks (DNN)), Redes Neuronales Convolucionales (Convolutional Neural Networks (CNN)), Redes de Creencias Profundas (Deep Belief Networks (DBN))* (Díaz Blanco, 2018).

Herramientas de apoyo para el Aprendizaje Automático

Existe Software para aprendizaje automático, por ejemplo, lenguajes de programación para aprendizaje automático como el *Lenguaje Python* que tiene librerías como SciPy que contiene NumPy y Pandas, que permiten a la computadora aprender álgebra lineal y métodos kernel (Dupouy, 2014).

El Lenguaje R, está diseñado para análisis estadísticos y visualizaciones, se usa para desbloquear los patrones en grandes bloques de datos usando numerosas bibliotecas relacionadas al aprendizaje automático como rstudio, rpart, nnet, random Forest, entre otras. Otros lenguajes son *Lenguaje Matlab*, *Lenguaje Julia* (Ester, Kriegel, Xu y Miinchen, 1996).

El software de código abierto *TensorFlow*, para aprendizaje automático, fue desarrollado por Google para satisfacer sus necesidades de sistemas capaces de construir y entrenar redes neuronales para detectar y descifrar patrones y correlaciones (Fernando y Hammarling, 1987).

Apache Mahout es una plataforma de Java de algoritmos escalables de Aprendizaje Automático, en especial en las áreas de filtro colaborativo, clustering y clasificación. *Spark MLlib*, es una librería que forma parte de Apache Spark, una plataforma para computación de grupos (Galarza Hernandez, 2017).

PrediCX es un motor de análisis predictivo diseñado por Warwick Analytics para empresas que utilizan datos no estructurados; Especialmente datos de texto para construir modelos (González-Ruiz, Gómez-Gallego, Pastrana-Brincones y Hernández-Mendo 2015).

WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis). es software libre, escrito en lenguaje Java, desarrollado en la Universidad de Waikato, Nueva Zelanda. Contiene una colección de algoritmos de Aprendizaje Automático y herramientas como: Tablas de decisión, los árboles de decisión, las reglas de decisión y clasificación, o la creación

de agrupaciones de datos en clústeres. Es una herramienta que permite el análisis de datos mediante aplicación de técnicas de minería de datos. WEKA ofrece cuatro interfaces: CLI (Command-Line Interfaz) es una ventana de comandos java para ejecutar las clases de WEKA. Explorer: ventana que permite llevar a cabo la ejecución de los algoritmos de análisis sobre un solo archivo de datos. Experimenter: esta opción permite definir experimentos más complejos, con objeto de ejecutar uno o varios algoritmos sobre uno o varios conjuntos de datos de entrada, y comparar estadísticamente los resultados. KnowledgeFlow: permite llevar a cabo las mismas acciones del "Explorer", con una configuración totalmente gráfica, permite seleccionar componentes y conectarlos en un proyecto de minería de datos (Ropero, Aguilera, Fernández y Rumí, 2014).

Dentro del software comercial se puede mencionar a:

SPSS Modeler: Es el software de minería de datos por excelencia. Su interfaz gráfica de manejo intuitivo ayuda a los usuarios a reducir notablemente la curva de aprendizaje. *Mathematica*: Herramientas de aprendizaje de máquina supervisadas y no supervisadas para datos, imágenes y sonidos. *MATLAB*: Es un sistema interactivo cuyo elemento básico de datos es una matriz que no requiere dimensionamiento. Esto permite resolver muchos problemas numéricos en una fracción del tiempo que llevaría hacerlo en lenguajes como C, BASIC o FORTRAN. *Microsoft Azure Machine Learning*: Es una plataforma de Aprendizaje Automático flexible para empresas con compatibilidad con las implementaciones de R y Python en clústeres de Windows, Linux. *Neural Designer*: Es una herramienta de Aprendizaje Automático de propósito general. El software permite exportar la expresión matemática de la red neuronal con el fin de ser usada en cualquier lenguaje de programación o sistema informático. *Oracle Data Mining*: ODM ofrece una selección de enfoques de Aprendizaje Automático conocidos, como los árboles de decisión, Naive Bayes , Máquinas de vectores de soporte (Sanchis, 2002), (Villarroel, Alvarez, y Maldonado, 2003).

Se presenta a continuación otras herramientas más específicas para el Aprendizaje Automático: *GLOVE*. Es un algoritmo de aprendizaje no supervisado para obtener representaciones de vectores para palabras. *LIBLINEAR C*. Librería para Large Linear Classification. *MDP (Modular toolkit for Data Processing)*. Es una colección de algoritmos, escrita en Python, de aprendizaje supervisado y no supervisado y otras unidades de proceso de datos que se pueden combinar en secuencias y arquitecturas de red feed-forward más complejas. Es de código libre para Windows, MacOSX y Linux (Soto, 2018).

Cabe mencionar también a : *MLPY (Machine Learning Python)*. Escrita en Python, es de libre disposición. En regresión utiliza: Mínimos cuadrados, Regresión de Ridge, SVR, etc. En Clasificación utiliza: Análisis discriminante lineal (LDA), perceptrón básico, red elástica, regresión logística, máquinas de vectores de apoyo (Kernel) (SVM), etc. *PYBRAIN (Python-Based Reinforcement Learning, Artificial Intelligence and Neural Network Library)*. Es una librería de código abierto, escrita en lenguaje Python, con algoritmos para redes neuronales, aprendizaje de refuerzo, aprendizaje no supervisado, etc. Su objetivo central es la investigación. *PYMVPA (Multivariate Pattern Analysis en Python)*. Es un paquete destinado a facilitar el análisis de aprendizaje estadístico de grandes conjuntos de datos. *THEANO*. Biblioteca de software libre en Python. *SCIKIT-LEARN*. Es una librería de código abierto, en lenguaje Python que además de utilizarse para Aprendizaje Automático se usa en minería y análisis de datos. Sus módulos se especializan en SVM, Clasificación, regresión, agrupación, reducción de la dimensionalidad (PCA, ICA, ...) y otros muchos más. Esta creada con NumPy, SciPy y matplotlib (Torneró, 2017).

Con referencia al Aprendizaje Profundo en la Tabla 2-1 Se presenta algunas de las herramientas más usadas en la actualidad.

Tabla II-1. Herramientas Software para Aprendizaje profundo

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Caffe	Software libre para Redes Neuronales
DEEPNET	Herramienta para Aprendizaje Profundo
Bi-CNN-MI	Para identificación de paráfrasis
H2o	Librería para Aprendizaje Profundo, K-means, PCA,
Keras	Entorno de trabajo para Aprendizaje Profundo
NNET	Red feed-foward con una capa oculta
Pytorch	Entorno de trabajo en Python
RNN	Herramienta para Redes Neuronales
RSNNS	Interfaz para el simulador de red neuronal de Stuttgart
Torch	Entorno de trabajo para Aprendizaje Automático

Fuente: Elaboración propia

Algunos Usos del Aprendizaje Automático

Chat Bots (Asistentes conversacionales). Permiten simular la conversación con una persona, dándole respuestas automatizadas a sus preguntas o dudas. La operatividad de los chatbots tiene lugar en las aplicaciones de mensajería, incorporando para ello un interfaz conversacional, son utilizados por las empresas principalmente para llevar a cabo tareas y funciones de atención al cliente, realizar pedidos automáticos, comunicar incidencias técnicas, pedir información sobre un determinado producto o servicio, etc son ejemplos de ChatbBots: Cortana, Siri, Google Now, x.ai (Tornero, 2017).

Se utiliza mucho dentro de las organizaciones en la clasificación automática de documentos. En estos casos se utilizaría el supervised learning, en el que se provee al

algoritmo con un conjunto de documentos con sus correspondientes etiquetas (categorías). ver textos o imágenes y ver si son los más adecuados para el lanzamiento de un producto. Un ejemplo claro es el prototipo desarrollado por raona para incorporar a los documentos el conocimiento del repositorio corporativo. Integramos los algoritmos de topic modelling y keyword extraction a Word para detectar la temática y la estructura del redactado, proponiendo contenidos inspiradores que permitan reutilizar y mejorar el resultado final del documento elaborado (Tornero, 2017).

Otro uso es en *Report Generation*. Con toda la información que dispone, el sistema junto con el Machine Learning puede llegar a generar informes automatizados. De hecho, la empresa británica Arria utiliza el aprendizaje automático para crear informes financieros basados en los datos de propiedad de las empresas. De esta manera, se elimina el paso de requerir personal para traducir toda esta información en informes y los trabajadores pueden centrarse en tomar decisiones estratégicas. (Tornero, 2017).

Asimismo se usa en *Employee Performance*, el Aprendizaje Automático también podría predecir el desempeño de los empleados. Es decir, el sistema sería capaz de señalar las áreas en que se necesita incidir, hacer recomendaciones a los trabajadores para su mejora, encontrar perfiles a potenciar o saber qué departamentos de la empresa pueden ver reducido su rendimiento. (Tornero, 2017).

2.2. Lógica Difusa

La forma de razonar en los seres humanos es generalmente imprecisa y no necesariamente bivalente, luego la lógica proposicional de naturaleza claramente bivalente no aborda este tipo de problemática, una propuesta para abordar esta problemática fue la formulada por Zadeh (1975) quien creó la teoría de la Lógica Difusa o también llamada Lógica Borrosa, definiendo las bases para el tratamiento de la incertidumbre con una lógica de naturaleza polivalente, estableciendo las variables

lingüísticas y los conjuntos difusos para tratar precisamente la incertidumbre que se usa en el lenguaje natural y la lógica humana. (Babaei et al, 2012).

Se afirma entonces que la Lógica Difusa permite afrontar la incertidumbre de la información o del conocimiento, siendo un método formal para la expresión del conocimiento humano en forma entendible y comprensible, está mucho más cerca de la manera de razonar de los humanos y del lenguaje natural, a diferencia de los sistemas lógicos tradicionales. Proporciona un método efectivo para captar más fácilmente la naturaleza inexacta del mundo real, (Gourdasi et al, 2015), (Zadeh, 2008).

El razonamiento con Lógica Difusa no es exacto sino en cierta forma impreciso. De acuerdo con las premisas y las implicaciones difusas, las conclusiones que se obtienen o se deducen son igualmente difusas (Rutkowska, 2002).

Uno de los conceptos básicos y fundamentales de la Lógica Difusa es la una variable lingüística que fue presentado por Zadeh (1975) para proporcionar una base para el razonamiento aproximado. Se trata de una variable cuyos valores son palabras u oraciones en un lenguaje natural o artificial. La motivación para el uso de palabras o de oraciones en lugar de números es que las características lingüísticas son, en general, menos precisas que los valores numéricos (Rutkowska, 2002).

Conjuntos Difusos (Fuzzy sets)

Es un conjunto sin un límite definido. La transición entre “pertenecer a un conjunto” y “no pertenecer a un conjunto” es gradual y esta transición suave es caracterizada por una función de pertenencia o de membresía. Los conjuntos difusos desempeñan un papel importante en el pensamiento humano, particularmente en el dominio del reconocimiento de patrones, de la comunicación y de la abstracción (Zadeh, 1975).

Las funciones de pertenencia, dan flexibilidad a la modelación utilizando expresiones lingüísticas tales como: mucho, poco, leve, severo, escaso, suficiente, caliente, frio,

joven, viejo, etc. Surgen como una necesidad para solucionar problemas complejos con información imprecisa, para los cuales la matemática y la lógica tradicionales no son suficientes. (Bru, 2004).

Según Mendel (Mendel, 1995), Bru (Bru, 2004), Aleiv (Aleiv et al, 2015) y Zadeh (Zadeh, 2008) un conjunto difuso A en X puede definirse como:

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) , x \in X \}$$

donde X el universo del discurso o conjunto referencial, $\mu_A(x)$ es la función de membresía definida por:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

$$x \rightarrow \mu_A(x)$$

$\mu_A(x)$ representa el grado de pertenencia de X en A . (Bru, 2004) , (Hernández, 2016).

Funciones de membresía

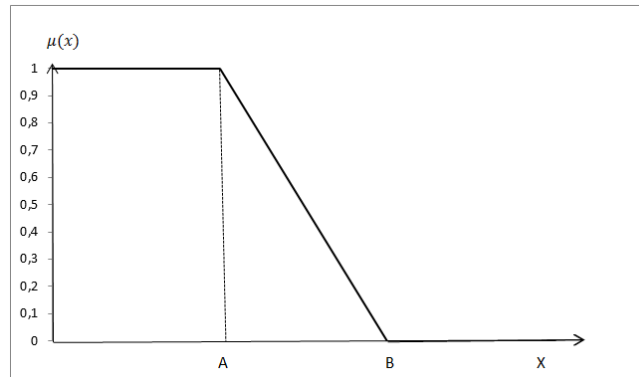
Las funciones de membresía proporcionan para cada elemento x de X un grado de membresía o de pertenencia al conjunto A . El valor de esta función está en el intervalo entre 0 y 1. Siendo 1 el valor para la máxima pertenencia. Si el valor de esta función se restringiera solamente a 0 y 1 se tendría un conjunto clásico o no difuso, se presenta a continuación algunas de las funciones de membresía más usuales, (Cabrera, 2004) y (Mendel 1995).

Función L (Función hombro derecho)

Esta función de membresía tiene la siguiente expresión matemática como definición, siendo A y B elementos del universo del discurso X . La Figura 2.1 muestra la gráfica de la función L.

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq A \\ \frac{B-x}{B-A}, & A < x < B \\ 0, & x \geq B \end{cases}$$

Figura II-1. Grafica de la función L



Fuente (Padhy 2015)

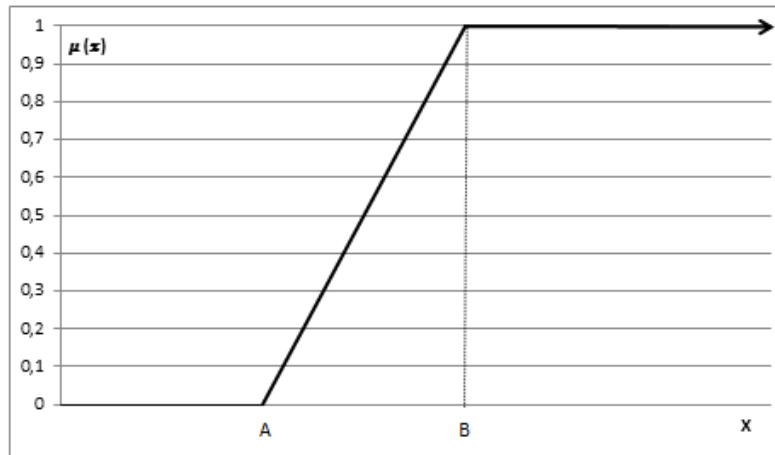
Función gamma (Función hombro izquierdo)

Definida por:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq A \\ \frac{x-A}{B-A}, & A < x < B \\ 1, & x \geq B \end{cases}$$

La Figura 2.2. muestra la gráfica de la Función gamma

Figura II-2. Gráfica de la función gamma



Fuente (Padhy 2015)

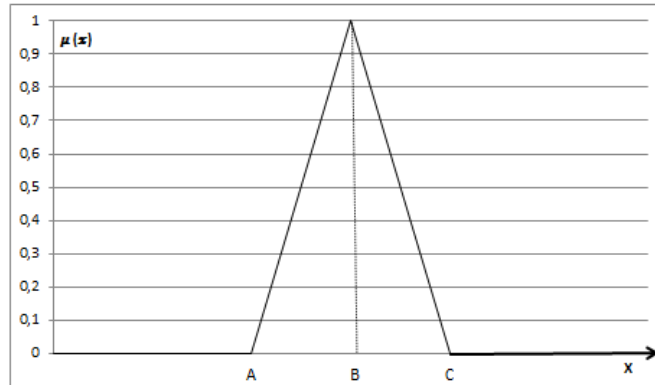
Función triangular

Definida por:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq A \vee x \geq C \\ \frac{x-A}{B-A}, & A < x \leq B \\ \frac{C-x}{C-B}, & B < x < C \end{cases}$$

La Figura 2.3 muestra la gráfica de la función triangular

Figura II-3. Gráfica de la función triangular



Fuente (Padhy 2015)

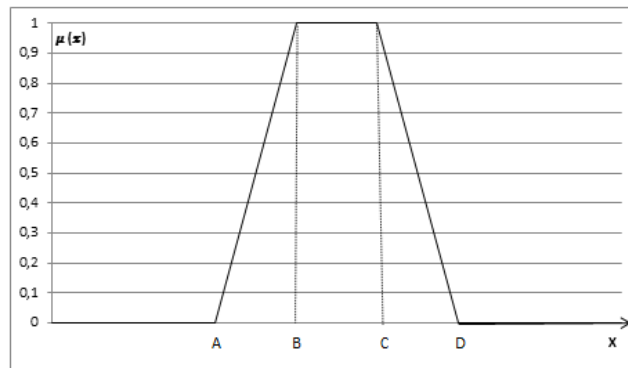
Función trapezoidal

Definida por:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq A \vee x \geq D \\ \frac{x - A}{B - A}, & A < x \leq B \\ 1, & B \leq x \leq C \\ \frac{D - x}{D - C}, & C < x < D \end{cases}$$

La Figura 2.4 muestra la gráfica de la función trapezoidal

Figura II-4. Gráfica de la función trapezoidal



Fuente (Padhy 2015)

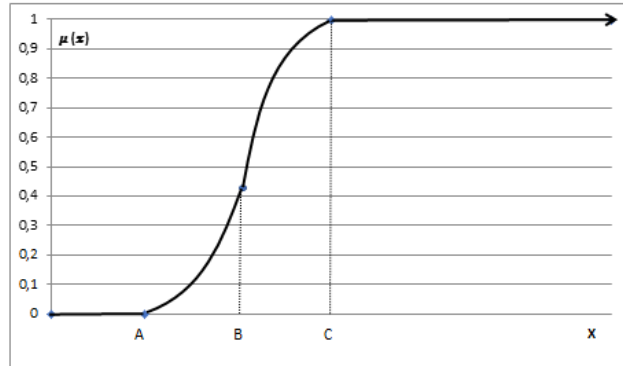
Función sigmoïdal

Definida por:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & X \leq A \\ 2 \left(\frac{X - A}{C - A} \right)^2, & A \leq X \leq B \\ 1 - 2 \left(\frac{X - A}{C - A} \right)^2, & B \leq X \leq C \\ 1, & X \geq C \end{cases}$$

La Figura 8 muestra la gráfica de la función sigmoïdal

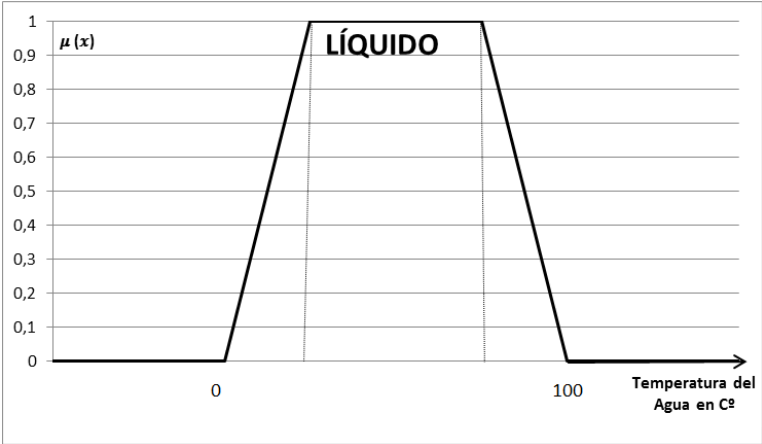
Figura II-5. Gráfica de la función sigmoïdal



Fuente (Cabrera, 2004)

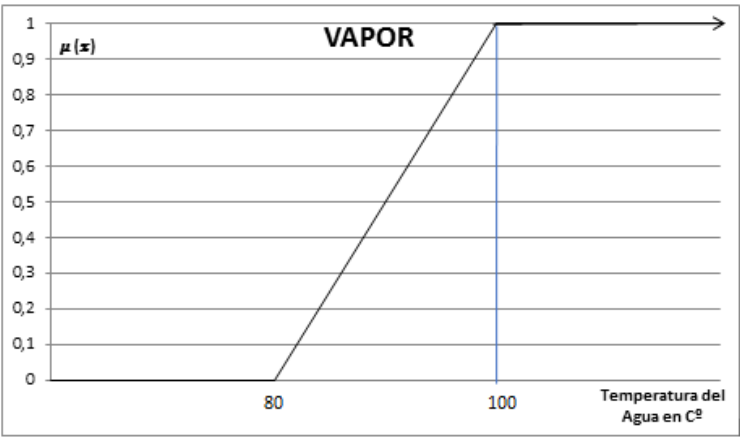
Se considera a continuación un ejemplo de involucra variable lingüística, conjuntos difusos y sus respectivas funciones de membresía. Sea la variable lingüística. “Estados físicos del agua”, luego valores son líquido, vapor, sólido, es decir podemos escribir como : Estados físicos del agua = {líquido, vapor, sólido}.

Figura II-6. Función pertenencia del conjunto líquido



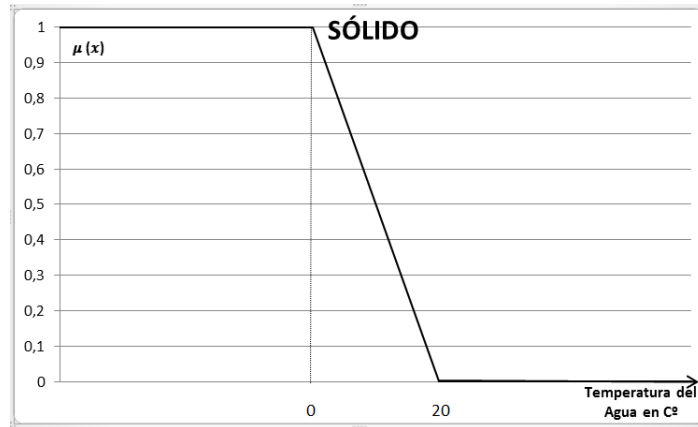
Fuente (Cabrera, 2004)

Figura II-7. Función pertenencia del conjunto vapor



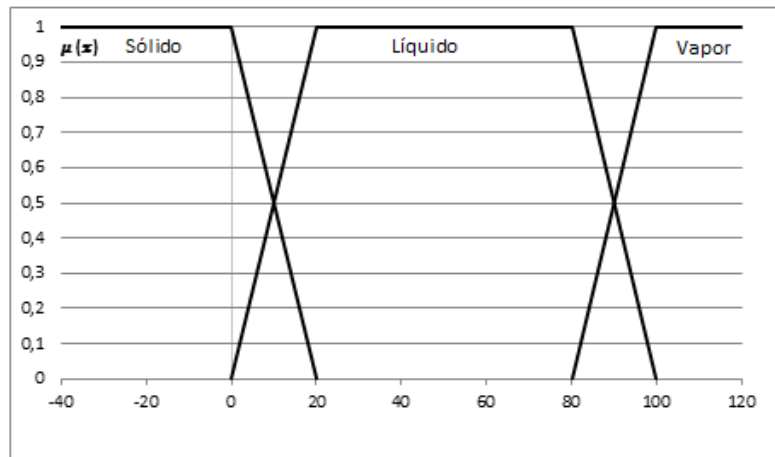
Fuente (Cabrera, 2004)

Figura II-8. Función pertenencia del conjunto sólido



Fuente (Cabrera, 2004)

Figura II-9. Funciones de pertenencia de los estados del agua



Fuente (Cabrera, 2004)

El cálculo de la función de pertenencia, se puede hacer por los métodos: Método horizontal, Método vertical, Método de comparación de parejas, Método basado en la especificación del problema, Método basado en la optimización de parámetros, Método basado en la agrupación difusa (fuzzy Clustering) (Liang,2003) y (Rezaee, 2010).

La manera de asignar el grado de membresía depende fundamentalmente de la percepción respecto a los objetos que se está estudiando, esto significa que los conjuntos difusos son establecidos de manera subjetiva, algunas veces se utiliza métodos estadísticos para la construcción de las funciones de membresía (Seing et al, 2015).

Operaciones con Conjuntos Difusos

Se definen a continuación las operaciones básicas con conjuntos difusos: (Padhy, 2015), (Mendel, 1995) y (Molaceadeh, 2013). Sean A, B dos conjuntos difusos en X.

Igualdad de conjuntos difusos.

$$A = B \Leftrightarrow \mu_A(x) = \mu_B(x) , \quad \forall x \in X$$

Inclusión de conjuntos difusos.

$$A \subseteq B \Leftrightarrow \mu_A(x) \leq \mu_B(x) , \quad \forall x \in X$$

Complemento de un conjunto difuso.

$$\neg A = \{(x, \mu_{\neg A}(x)), \quad \mu_{\neg A}(x) \in [0,1] , x \in X\}$$

$$\text{dónde } \mu_{\neg A}(x): X \rightarrow [0,1] \quad \mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad \forall x \in X$$

Unión de conjuntos difusos.

$$A \cup B = \{(x, \mu_{A \cup B}(x)), \quad \mu_{A \cup B}(x) = \text{máx} \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad \forall x \in X\}$$

Intersección de conjuntos difusos.

$$A \cap B = \{(x, \mu_{A \cap B}(x)), \quad \mu_{A \cap B}(x) = \text{mín} \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad \forall x \in X\}$$

Inferencia Difusa

El razonamiento aproximado se utiliza para representar y razonar con conocimiento expresado en forma de primitivas atómicas difusas a partir del lenguaje natural. Por ejemplo “El nivel de riesgo alto tiene un valor alto” (Seising et al, 2015).

La transformación de esta expresión en lenguaje natural, en términos de variables lingüísticas se realiza como se indica a continuación:

- a. Se selecciona un símbolo NR para representar la variable “Nivel de riesgo”
- b. Se elige un símbolo A para representar el valor particular “Alto” de la variable NR.
- c. La expresión en lenguaje natural pasa a ser: NR es A

A este tipo de expresión se le denomina *proposición difusa* (Seising et al, 2015).

La interpretación de la expresión atómica anterior viene dada por la pertenencia de la variable NR al conjunto difuso A, es decir $\mu_A(x)$, donde x denota un valor arbitrario del universo del discurso X. Esta interpretación determina el grado en que la expresión es satisfecha dado un valor específico de la variable NR (Seising et al, 2015).

Usando este concepto de proposición difusa y conectores lingüísticos como “y”, “o” y “no” es posible componer proposiciones compuestas difusas “A es X y B es Y”, “A es no X”, etc... el significado de estas proposiciones difusas compuestas viene dado por la interpretación de los conectores lingüísticos, esta interpretación se hace en base a las operaciones de intersección, unión y complemento (Seising et al. 2015).

Regla difusa

Una regla difusa (regla de producción difusa if-then) es expresada simbólicamente como: IF <proposicion difusa>THEN< proposición difusa>

Donde <proposicion difusa> puede ser una proposición difusa atómica o compuesta (Tsihrintzis et al, 2016; Zadeh, 1975; Cabrera y Calle, 2004).

Por ejemplo: IF X es A THEN Y es B , “*IF altura IS alto THEN peso IS pesado*”.

En los sistemas de reglas clásicos, si el antecedente es cierto, el consecuente es también cierto. En sistemas fuzzy donde el antecedente es difuso, todas las reglas se ejecutan parcialmente, y el consecuente es cierto en cierto grado, es decir, si el antecedente es cierto con cierto grado de pertenencia, el consecuente es cierto también el cierto grado de pertenencia (Tsihrintzis et al, 2016; Zadeh, 1975; Cabrera y Calle, 2004).

El valor de la salida (grado de pertenencia) puede ser estimado directamente empleando un método de inferencia de selección monotónica (Tsihrintzis et al, 2016; Zadeh, 1975; Cabrera y Calle, 2004).

La inferencia difusa es el proceso de obtener un valor de salida para un valor de entrada empleando la teoría de conjuntos difusos. A continuación, veremos dos tipos de inferencia: el modelo de Mamdani y el de TSK (Takagi, Sugeno y Kang).

Inferencia de Mandani

Es posiblemente el método más ampliamente utilizado, propuesto por Ebrahlm Mamdani en 1975. El proceso se realiza en cuatro pasos: (Cabrera y Calle, 2004).

- Fusificación de las variables de entrada
- Evaluación de las reglas
- Agregación de las salidas de las reglas
- Defusificación

Se muestra a continuación un ejemplo de uso empleando tres reglas. Estas reglas usan como variables lingüísticas de entrada (Cabrera y Calle, 2004)

x (financiación-del-proyecto), y (plantilla-del-proyecto); y como variable lingüística de salida, z (riesgo).

Los conjuntos definidos sobre el dominio de X son $A1$, $A2$, $A3$ (inadecuado, marginal, adecuado), sobre el dominio de Y $B1$, $B2$ (pequeña, grande) y sobre el universo del discurso de Z son $C1$, $C2$ y $C3$ (bajo, normal y alto). Las reglas difusas son:

- **Regla 1:** IF x is $A3$ OR y is $B1$ THEN z is $C1$
- **Regla 2:** IF x is $A2$ AND y is $B2$ THEN z is $C2$
- **Regla 3:** IF x is $A1$ THEN z is $C3$

Se ve a continuación las etapas de inferencia

Fusificación de las variables de entrada. El primer paso consiste en tomar los valores numéricos (crisp) de las entradas (financiación-del-proyecto y plantilla-del-proyecto) y determinar el grado de pertenencia de estas entradas a los conjuntos difusos asociados.

El valor crisp naturalmente estará limitado en el universo del discurso de la variable. En este caso, x e y estarán limitadas al universo del discurso de X e Y respectivamente, supongamos que un experto asigna a x un valor del 35% (financiación-proyecto), a y un valor del 60% (plantilla-proyecto). Asumamos que estos valores Crisp se corresponden con los valores de pertenencia de $A1$ y $A2$ (en el caso de x) con 0.5 y 0.2, y con los valores de $B1$ y $B2$ (en el caso de y) con 0.1 y 0.7 respectivamente. De este modo cada entrada se fusifica sobre todas las funciones de pertenencia utilizadas en la regla difusas (Cabrera y Calle, 2004).

Evaluación de Reglas. Tomamos las entradas anteriores y se aplican a los antecedentes de las reglas difusas. Si una regla tiene múltiples antecedentes, se utiliza el operador AND u OR para obtener un único número que represente el resultado de la evaluación. Este número (el valor de verdad) se aplica al consecuente.

Para evaluar la disjunción (operador OR) habitualmente se emplea el máximo, definido como: $\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$ de igual forma, para el AND se usa habitualmente el mínimo. $\mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$.

Finalmente el resultado de la evaluación del antecedente se aplica al consecuente, aplicando un **recorte** o **escalado** según el valor de verdad del antecedente. El método más comúnmente utilizado es el **recorte** (clipping) que corta el consecuente con el valor de verdad del antecedente. El escalado proporciona un valor más preciso, preservando la forma original del conjunto difuso. Se obtiene multiplicando todos los valores por el valor de verdad del antecedente (Cabrera y Calle, 2004).

Agregación de las salidas. La agregación es el proceso de unificación de las salidas de todas las reglas; es decir, se combinan las funciones de pertenencia de todos los consecuentes previamente recortados o escalados, combinando para obtener un único conjunto difuso por cada variable de salida (Cabrera y Calle, 2014).

Defusificación. El resultado final habitualmente es necesario expresarlo mediante un valor crisp. En esta etapa se toma como entrada un conjunto difuso anteriormente obtenido para dar un valor de salida. Existen varios métodos de defuzificación, pero probablemente el más ampliamente usado es el centroide; que calcula el punto donde una línea vertical divide el conjunto en dos áreas con igual masa utilizando la fórmula (Cabrera y Calle, 2004).

$$\text{Centroide} = \frac{\sum_{x=a}^b \mu_A(x)x}{\sum_{x=a}^b \mu_A(x)}$$

En la figura 17 se grafica la inferencia de Mamdani.

Inferencia TSK

Como se vió, el modelo de inferencia de Mamdani requiere algún tipo de método para la defuzzificación. En general, este método no es muy eficiente desde el punto de vista computacional. Se puede disminuir el tiempo de inferencia empleando una función matemática en el consecuente, de forma que el formato general en regla de inferencia TSK es:

$$\text{IF } x \text{ es A AND } y \text{ es B THEN } z \text{ es } f(x, y)$$

Sistema difuso para RSI

Los RSI tienen naturaleza incierta, porque no se puede saber cuándo van aprovechar las vulnerabilidades de los activos de información para causar desastres, ese hace necesario entonces que el tratamiento de los RSI se realice con técnicas que manejen la incertidumbre. Las diferentes modelos de gestión de RSI, establecen que los activos están relacionados entre sí, de modo que un ataque sobre uno de ellos puede repercutir sobre otros, llegando a comprometer a los activos más valiosos para la organización (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

Se debe valorar todos los activos, así como las relaciones de dependencia directas e indirectas entre éstos, o la probabilidad de materialización de una amenaza y la degradación que ésta puede provocar sobre los activos. Sin embargo, los expertos encargados de asignar tales valores a menudo aportan únicamente información imprecisa, de modo que las técnicas difusas o borrosas son útiles en este ámbito. (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

Es pertinente entonces proveer a los expertos de una herramienta con el que puedan expresar sus valoraciones sobre los activos de información, en forma de números difusos y evitando sesgos informativos. Luego, se construyen algoritmos que nos permiten establecer indicadores de impacto y riesgo para las amenazas que se ciernen sobre los activos de información, y finalmente proponer conjuntos óptimos de

salvaguardas y controles para reducir el riesgo a un nivel asumible (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

Según los conceptos propuestos por Adam Markowsky y Sam Mannan (Markowsky y Mannan, 2008) de una matriz de riesgo difusa se selecciona la etapa inicial para el desarrollo del índice de priorización de riesgo. Este enfoque resulta extremadamente práctico, al tener como punto de partida la matriz tradicional de riesgo que hereda todas sus capacidades y se integra fácilmente con los esquemas actuales de clasificación y priorización de riesgos. (Angarita et al, 2015) modelos complejos han sido utilizados durante mucho tiempo en el control de riesgo para evaluar la incertidumbre. Con la creciente disponibilidad de los recursos computacionales, métodos avanzados tales como el modelado estocástico, pruebas de stress, o incluso modelos estocásticos sobre modelos estocásticos usados para cubrir programas, son cada vez más frecuentes. Mientras los profesionales del riesgo se esfuerzan por tener un mejor entendimiento del riesgo, y emplean modelos complejos de evaluación de riesgo, bastantes tipos de riesgo aún no están bien entendidos. Algunos permanecen desconocidos, y nuevos riesgos han emergido. Muchos tipos de riesgo aún no pueden ser analizados de manera suficiente utilizando modelos clásicos de probabilidad. La falta de datos experimentales y relaciones causa-efecto cruzadas hacen difícil el evaluar el grado de exposición a ciertos tipos de riesgos (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

Los modelos tradicionales de riesgo están basados en probabilidad y teoría clásica de conjuntos. En contraste, los modelos lógicos difusos son construidos a partir de teoría de conjuntos difusos y lógica difusa, y son útiles para analizar riesgos del cual se tiene poco conocimiento o data imprecisa. Estos últimos tipos de riesgo generalmente caen dentro de la categoría de riesgo operacional o riesgo emergente (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

La diferencia fundamental entre la teoría tradicional de conjuntos y los conjuntos difusos es la naturaleza de la inclusión de los elementos en el conjunto. En los conjuntos tradicionales, un elemento puede encontrarse incluido dentro del conjunto o no. En los conjuntos difusos, el elemento es incluido con un cierto grado de certeza que va desde 0 a 1. El modelo de lógica difusa permite a un objeto ser categorizado en más de un conjunto exclusivo con distintos niveles de certeza. La Lógica Difusa reconoce la escasez de conocimiento o la falta de una data precisa, y explícitamente considera una cadena de relaciones causa-efecto entre las variables. La mayor parte de estas variables son descritas en términos lingüísticos, los cuales hacen a la lógica difusa más intuitiva, parecida al razonamiento humano. Estos modelos difusos son útiles para desmitificar, evaluar y aprender acerca de riesgos no tan conocidos (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

Sistemas Difusos

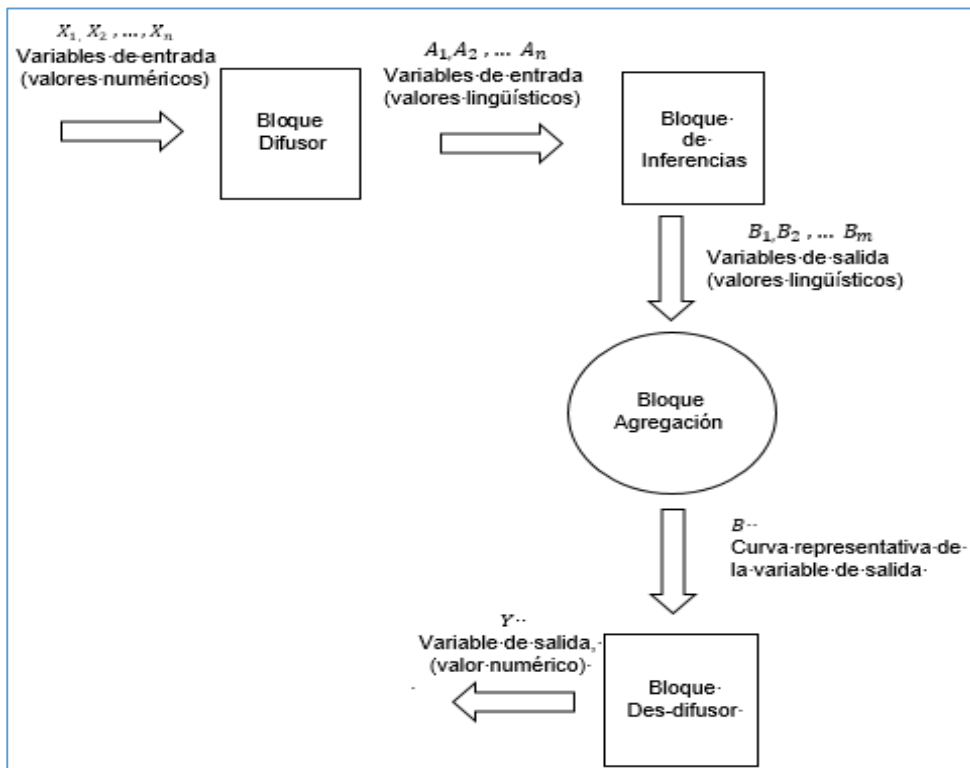
Los sistemas de lógica difusa ayudan a simplificar marcos de gestión para riesgos de gran escala. Para riesgos que no tienen un modelo de probabilidad cuantitativa apropiada, un sistema de lógica difusa puede ayudar a modelar las relaciones causa-efecto, evaluar el grado de exposición al riesgo y calificar los principales riesgos, considerando tanto la data disponible y la opinión experta. Para compañías con rubros diversificados, amplia exposición al riesgo y operación en múltiples áreas geográficas, la larga lista de riesgos que necesitan ser monitoreados convierten al análisis profundo de riesgos inasequible, especialmente cuando existen relaciones complicadas entre factores de riesgo. Estos análisis serían costosos y extremadamente tediosos sin el uso de la lógica difusa. Además, los sistemas de lógica difusa incluyen reglas que explican explícitamente los enlaces, dependencias y relaciones entre los factores modelados (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015). Esto es útil para identificar soluciones para mitigar el riesgo. Los recursos pueden entonces ser usados para mitigar

el riesgo con el mayor grado de exposición y el menor costo de cobertura relativo (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

La teoría de conjuntos difusos y lógica difusa pueden además ser usados con otros tipos de reconocimiento de patrones y modelos de decisión. Esto incluye redes bayesianas y redes neuronales, así como cadenas ocultas de Markov y modelos de árbol de decisión. Estos modelos extendidos tienen el potencial de resolver problemas de evaluación de riesgos complicados (Angarita et al, 2015; Jang et al, 1997; Méndez, 2015).

En la Figura 18 se presenta el esquema funcional de un Sistema Difuso (Rodriguez, 2009), (Shang y Hossen, 2013).

Figura II-10. Sistema difuso



Fuente (Rodriguez,2009), (Shang y Hossen, 2013)

El bloque difusor convierte las variables de entrada que son valores numéricos en variables lingüísticas que tienen un valor entre 0 y 1 según el grado de pertenencia a los conjuntos difusos que se consideren en el estudio.

El bloque de inferencias está formado por reglas del tipo

(Proposición difusa 1) AND (Proposición difusa 2) AND ...AND (Proposición difusa N) THEN (Proposición difusa) relacionando los conjuntos difusos de entrada con los conjuntos difusos de salida

El bloque de agregación obtiene una única salida a partir de los conjuntos difusos obtenidos como salida del bloque de inferencias, generalmente se obtiene calculando el máximo de las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos o mediante la suma algebraica de estas funciones de pertenencia, en ocasiones se pueden ponderar las funciones de pertenencia de acuerdo a restricciones de prioridad (Rodríguez, 2009)

El bloque des-difusor realiza la operación inversa a la que realiza el bloque difusor, es decir que a partir del conjunto difuso de salida del bloque de agregación obtiene un valor numérico. La des-difusión se puede realizar mediante diversos métodos algunos de los cuales son:

Máximo. Hallando el valor al que corresponde el máximo de la función de pertenencia del conjunto de salida del bloque de agregación.

Centroide. Hallando el valor del centroide de la función de pertenencia del conjunto de salida del bloque de agregación (Rodríguez, 2009).

Software de MATH WORKS INC. , fue escrito por la década de los 70 para usarse en cursos de teoría de Matrices, Álgebra lineal y Análisis Numérico. Es un software

interactivo diseñado especialmente para Ciencias e Ingeniería. El entorno de trabajo integra ilustraciones gráficas y cálculo preciso (Padhy et al, 2015; Angarita et al, 2015)

MATLAB tiene una larga lista comandos y funciones, Simulink es una herramienta que provee MATLAB para simulación de sistemas lineales y no lineales, continuos y discretos. Además MATLAB provee paquetes de funciones especializadas para: Sistemas de control, comunicación, procesamiento de señales, sistemas de identificación, redes neuronales, lógica difusa, procesamiento de imágenes, optimización, cálculo simbólico, herramientas para interfaces. MATLAB es útil para desarrollar aplicaciones básicas en Redes Neuronales, Sistemas Difusos y Algoritmos Genéricos (Padhy et al, 2015) y (Escobar y Galindo, 2015).

2.3. Revisión Sistemática

Cuando se requiere iniciar una investigación, es frecuente la necesidad de querer conocer que se ha investigado al respecto relacionado con lo que se pretende investigar o quizás la propuesta de investigación que se quiere plantear ya ha sido estudiada por otros investigadores en algún lugar del mundo. Para cubrir esta necesidad, desde ya hace un buen tiempo se está usando un protocolo sistemático denominado Revisión Sistemática o Búsqueda Sistemática. Su uso es casi obligatorio en las investigaciones en medicina (donde inicialmente de usó) pero actualmente su popularidad debido a la eficacia de sus resultados ha cubierto otras disciplinas del conocimiento como la Ingeniería de Software, formándose así una corriente de investigación denominada “basada en evidencias”.

Una de las definiciones de esta metodología es la que presentan Gonzáles, Cobo y Vilaró (2014) quienes definen a la Revisión Sistemática como una:

Búsqueda y evaluación crítica de todos los estudios de investigación que dan respuesta a una misma pregunta, claramente definida, que se realiza utilizando

una metodología sistemática y explícita para identificar, seleccionar y evaluar críticamente las investigaciones relevantes y para recolectar y analizar los datos provenientes de los estudios incluidos en la misma (p.5).

Esta metodología tiene como propósito “integrar de forma objetiva y sistemática los resultados de los estudios empíricos sobre un determinado problema de investigación, con objeto de determinar el ‘estado del arte’ en ese campo de estudio” (Sánchez-Meca, 2010, p.53).

Antes de iniciar una Revisión Sistemática es recomendable establecer un protocolo a manera de acuerdo y lineamiento que debe seguir la Revisión Sistemática a fin de evitar sesgos que puedan distorsionar los resultados que se pretenden obtener, se debe establecer por ejemplo con claridad que es lo que se quiere obtener, cuáles serán los lugares donde se buscará la información, cuando se realizará, si las búsquedas serán periódicas, los criterios que se tomarán en cuenta para incluir o excluir los estudios, cuál será la calidad que se exigirá para los estudios, cuáles serán las palabras claves de búsqueda, las cadenas de búsqueda, como utilizar los motores de las bases de datos.

Díaz y Vicente (2015), afirman que la Revisión Sistemática se implementa con 6 etapas básicas establecidas a continuación:

Primera etapa: Formulación de la(s) pregunta(s) de investigación.

- a. Elaboración del protocolo

Segunda etapa: Búsqueda y selección de los estudios

(en bases electrónicas, revistas, sitios web).

- a. Presentación de referencias
- b. Selección de referencias

Tercera etapa: Evaluación de la calidad de los estudios.

Cuarta etapa: Recopilación de los datos.

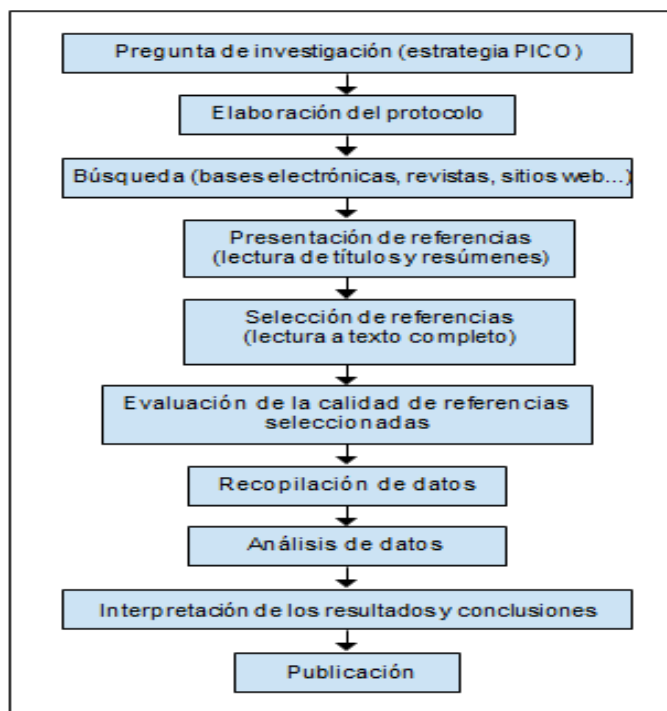
Quinta etapa: Análisis, presentación e interpretación de los resultados.

- a. Análisis de datos
- b. Presentación de resultados

Sexta etapa: Publicación de la RS/MA (Revisión Sistemática / Meta-análisis)

En la Figura 2-11 se presenta un esquema que ilustra las etapas de una Revisión Sistemática.

Figura II-11. Etapas en la elaboración de una revisión sistemática



Fuente: Diaz-Vicente(2015)

Para comprender esta metodología se hace a continuación una exposición detallada de cada una de las etapas que lo conforman.

Primera etapa: Formulación de la(s) pregunta(s) de investigación

Para elaborar una Revisión Sistemática, el primer paso a seguir es la formulación de una o varias preguntas sobre el tema que se pretende realizar la investigación, se debe “formular de forma clara la pregunta que se pretende responder, así como definir los constructos y conceptos implicados en la misma” (Sánchez-Meca, 2010, p.55). De manera similar Díaz y Vicente (2015) recomiendan que:

Es importante invertir el tiempo necesario en esta fase, puesto que contar con una pregunta construida correctamente facilita el trabajo en las etapas posteriores, clarifica el objetivo de la Revisión y ajusta los resultados de la búsqueda. Para establecer una pregunta bien definida en la Revisión de la literatura científica se emplea con frecuencia la estrategia PICO, cuyas siglas responden a los términos que deben ser incluidos en dicha cuestión: Population (Población/Participantes), Intervention (Intervención), Comparison (Comparación) y Outcome (Resultado) (p.1).

Segunda etapa: Búsqueda y selección de los estudios

La segunda etapa consiste en “buscar los estudios de investigación que den respuesta a las preguntas planteadas. Para ello se consultarán las fuentes bibliográficas que se establecieron de antemano en el protocolo” (Díaz y Vicente,2015, p.2).

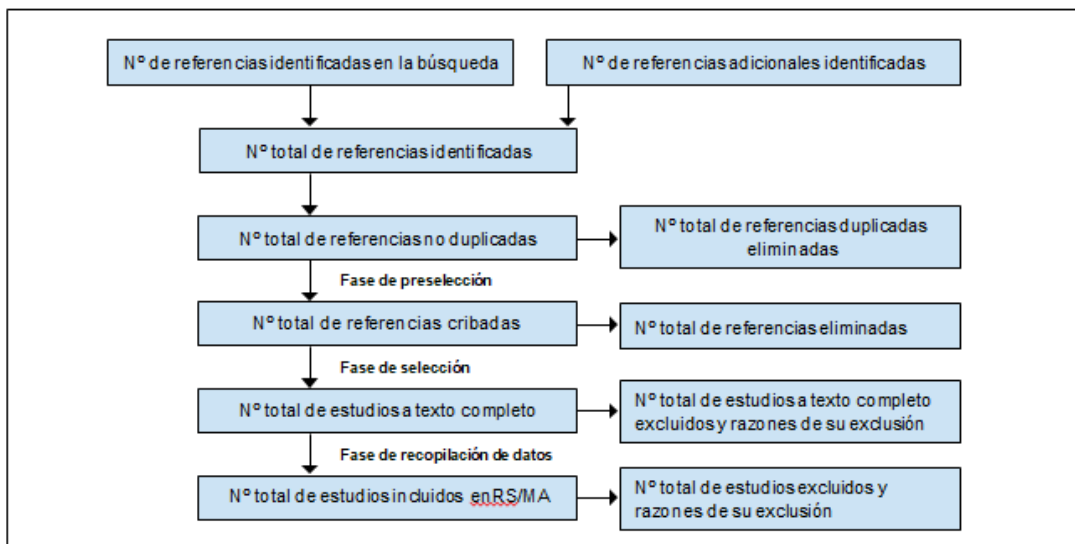
Esta fase pasa por la definición de los criterios de inclusión y exclusión de los estudios. Según Sánchez-Meca (2010) también se deben de:

- Identificar los diseños de los estudios.

- Definir los tipos de programas, tratamientos o intervenciones que se pretende investigar.
- Definir las características de los participantes de los estudios.,
- Determinar los datos estadísticos que deben aportar los estudios para poder calcular los tamaños del efecto.
- Identificar como han de venir medidas las variables de resultado.

El proceso de selección de estudios se muestra de forma gráfica través de un diagrama de flujo que presenta numéricamente las referencias localizadas en las búsquedas, las referencias excluidas y el número final de documentos incluidos, según se muestra en la Figura 2. 12 (Díaz y Vicente, 2015).

Figura II-12. fases de la revision sistematica



Fuente: Diaz-Vicente(2015)

Tercera etapa: Evaluación de la calidad de los estudios

Esta fase tiene como objetivo “analizar en profundidad y valorar la metodología de investigación de cada uno de los estudios seleccionados. En esta fase dos o más revisores de forma independiente analizan ciertos aspectos de la validez interna y externa, estudian la presencia de sesgos y miden la calidad de los estudios” (Díaz y Vicente, 2015, p.3).

Cuarta etapa: Recopilación de datos

Campos (2015) sostiene que “Los formularios de extracción de datos serán diseñados para recoger toda la información necesaria para poder responder a las preguntas de la Revisión. Además, se tendrá en cuenta no repetir fuentes encontradas en diversas bases de datos” (p.18).

Esta fase tiene como objetivo, extraer y recopilar toda la información más relevante y necesaria de los estudios seleccionados para la Revisión Sistemática (Díaz y Vicente, 2015).

Quinta etapa: Análisis, presentación e interpretación de los resultados

Díaz y Vicente (2015) explican:

Una vez evaluada la calidad, los autores están en condiciones de describir y analizar los datos de los estudios incluidos.

En el caso de las Revisiones Sistemáticas (RS) el análisis es de tipo cualitativo. Esto se traduce en la redacción de una discusión narrativa de las características y resultados de los estudios. Por otro lado, en los meta-análisis (MA) se analizan los estudios incluidos de forma cuantitativa mediante la combinación estadística de los datos, con el fin de obtener un único estimador global (p. 3).

Sexta etapa: Publicación de los resultados de la RS/MA

La última etapa de la Revisión Sistemática “es su publicación mediante una exposición completa y adecuada de todo el proceso, con independencia de los resultados obtenidos” (Díaz y Vicente, 2015, p.4).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

La investigación fundamentalmente hace uso intensivo de las tecnologías de la información y en particular el uso de internet, se describe a continuación los materiales utilizados.

Equipos

Para la conexión a Internet y para realizar las búsquedas correspondientes se utilizó permanentemente una laptop HP modelo Pavillon X360. Para la impresión de los informes se utilizó una impresora de inyección de tinta marca Epson y una impresora marca HP. Para el acopio y respaldo de los datos obtenidos se ha usado un disco duro externo de 2 terabytes de capacidad y además una cuenta gratuita de almacenamiento en la nube brindado por drobox y otro por pcloud,

Instrumentos

Motores de búsqueda. Como instrumentos de investigación se han utilizado los motores de búsqueda de las diferentes bases de datos y se ha utilizado preferentemente la opción de búsqueda avanzada, preferentemente se han usado los buscadores de las bases de datos bibliográficas: Google académico, Dialnet, ACM, Science Direct, IEEE digital Explorer.

Gestores bibliográficos. Se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley tanto en un entorno Online como en un entorno Desktop.

Software para elaboración de los informes: Microsoft Word, Microsoft Excel. Mendeley Desktop

Encuestas

Debido a la naturaleza y tipo de la investigación no fue necesario realizar encuesta alguna, porque la información utilizada se ha obtenido de fuentes secundarias de datos, es decir de datos ya acopiados con anterioridad y no precisamente en el presente estudio.

Formatos

Instrumento de toma de datos. Puesto que la toma de datos es básicamente el acopio de artículos científicos en formato texto completo en PDF, el instrumento usado para el acopio de datos en este caso lo ha constituido el Motor de búsqueda de la base de datos para localizar los datos y el gestor bibliográfico para el almacenamiento de los artículos científicos.

Recolección de datos en un enfoque cuantitativo:

El formato para recolectar los datos que se usó, se muestra en la Tabla 3.1

Tabla III-1. Formato para la recolección de artículos científicos

Nro.	Titulo	Autores	Pregunta	Resumen
1				
2				
3				

Fuente: Elaboración propia

Análisis de contenido. Una vez acopiado los artículos de investigación, se hizo el análisis de contenido, siguiendo la estrategia de analizar según prioridad, el título, el resumen, la introducción, la metodología, los resultados, las conclusiones y las recomendaciones.

3.2. La población y muestra

Población

Para este trabajo se ha considerado como población todos los artículos de investigación publicados en las diversas bases de datos bibliográficas que existen en el mundo, por cierto, es una población en constante crecimiento y su número exacto en un instante dado no es posible determinar por lo dinámico que es la actividad de publicaciones de artículos científicos.

Muestra

De la población anteriormente mencionada solo se toma como muestra aquellos artículos científicos que traten los temas de Aprendizaje Automático y Lógica Difusa publicados en las bases de datos bibliográficas especializadas en los temas de Inteligencia Artificial o tengan como línea de publicación esta rama del conocimiento.

3.3. Técnicas o procedimientos de recopilación de datos

Para la recolección de los datos en este caso los artículos científicos y toda la metadata relacionada se ha utilizado los motores de búsqueda en modo opción avanzada de cada una de las bases de datos científicas elegidas para realizar la búsqueda de información primaria de investigación.

3.4. Técnicas estadísticas de análisis

Para el análisis estadístico de la metadata obtenida relacionada con los artículos científicos en estudio se ha utilizado una técnica sencilla de estadística como lo son las medidas de tendencia central.

3.5. Metodología

La metodología empleada en esta investigación se denomina Revisión Sistemática, esta metodología es ampliamente conocida y utilizada desde hace ya varios años, primero se hizo indispensable en las investigaciones relacionadas con la medicina, luego debido a su efectividad en conseguir resultados se ha popularizado también en otras disciplinas, una de las disciplinas relacionadas con la Ingeniería de sistemas que hace uso intensivo de esta metodología es la Ingeniería de software.

Por el rigor que impone en la obtención de los resultados, esta metodología se usa en investigaciones previas a otras investigaciones para implementar lo que se denomina investigación basadas en evidencias.

El detalle de los pasos que hay que seguir para implementar esta metodología, se han considerado en el marco teórico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Siguiendo de manera estricta la metodología propuesta para la investigación y teniendo en cuenta el logro de los objetivos específicos planteados, se obtuvieron los siguientes resultados que se presentarán acorde con las etapas de una Revisión Sistemática.

Antes de explicar cada una estas etapas en la Tabla 4.1. Se presenta el protocolo que se ha usado para realizar la Revisión Sistemática.

Tabla IV-1. Protocolo de la investigación

Característica	Definición	Descripción
Objetivo	Lo que se desea obtener con la Revisión Sistemática	Artículos científicos que traten el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa
Que buscar	Son los temas de la búsqueda	Aprendizaje Automático Lógica Difusa
Donde buscar	Lugares en la Web de donde se obtendrá la información	Bases de datos bibliográficas que publiquen temas de Inteligencia Artificial Usar la opción de búsqueda avanzada del motor de búsqueda.
Cuando buscar	Fechas para realizar la búsqueda	Al mes iniciada la investigación Después de seis meses de iniciada la investigación para corroborar
Que preguntar	Estrategia para realizar las consultas	Utilizar preguntas de investigación
Como preguntar	Establecer criterios para realizar las consultas	Determinar palabras claves Formar cadenas de búsqueda
Criterios de inclusión	Requisitos para incluir a los artículos en el estudio	Que el artículo tenga los temas en el título, resumen, introducción y en las conclusiones
Criterios de exclusión	Características que determinan no considerar al artículo	Que traten los temas elegidos someramente sin profundidad Que no tengan trascendencia Que sean muy antiguos

Fuente: Elaboración propia

4.1. Primera etapa: Formulación de las preguntas de investigación

Selección de las Bases de datos especializadas en los temas del estudio:

En Internet existen muchas bases de datos con información diversa correspondiente a diferentes disciplinas del conocimiento, en la investigación se han seleccionado aquellas bases de datos que publican artículos científicos relacionados con los temas de Lógica Difusa y el Aprendizaje Automático, en la Tabla 4.2 se listan las bases de datos científicas usadas en el estudio.

Tabla IV-2. Bases de datos seleccionadas para el estudio

Base de datos	Idioma	Web
Web of Science	Inglés	https://www.fecyt.es/es
Dialnet	Castellano	https://dialnet.unirioja.es/
ACM digital Library	Inglés	https://dl.acm.org/
EBSCO	Inglés	https://www.ebsco.com/e/latam
ProQuest	Inglés	https://www.proquest.com/LATAM-ES/
Science Direct	Inglés	https://www.sciencedirect.com
Springer Verlay	Inglés	https://www.springer.com/la
IEEE digital explorer	Inglés	https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp
Google Académico	Castellano	https://scholar.google.com.pe/

Fuente: Elaboración propia

Formulación de las preguntas de investigación

Relacionado con los objetivos específicos y protocolo de búsqueda se formularon preguntas de investigación que serán resueltas con las búsquedas que se realicen, en la Tabla 4.3 Se listan las preguntas de investigación elaboradas.

Tabla IV-3. Preguntas de la investigación

N°	PREGUNTA
1	¿Qué es el Aprendizaje Automático?
2	¿Qué es el Aprendizaje Automático Supervisado?
3	¿Qué es el Aprendizaje Automático no Supervisado?
4	¿Qué es el Aprendizaje Automático Profundo?
5	¿Qué es Lógica Difusa?
6	¿Qué son los Sistemas Difusos?
7	¿Qué algoritmos existen de Aprendizaje Automático?
8	¿Relación que existe entre el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa?
9	¿Relación que existe entre las Redes Neuronales Artificiales y Lógica Difusa?
10	¿Qué relación existe entre Aprendizaje Automático Supervisado y los Sistemas Difusos?
11	¿Qué relación existe entre el Aprendizaje Automático no Supervisado y los Sistemas Difusos?
12	¿La relación que existe entre el Aprendizaje Profundo y los Sistemas Difusos?
13	¿Relación entre las Redes Bayesianas y la Lógica Difusa?
14	¿Relación entre los Arboles de decisión y Lógica Difusa?
15	¿La relación que existe entre los Algoritmos Genéticos y La lógica Difusa?

Fuente: Elaboración propia

Estas preguntas de investigación cubren las necesidades que se requieren para obtener los artículos científicos de interés.

4.2. Segunda etapa: Búsqueda y selección de los estudios

Determinar las palabras claves

De las preguntas de investigación se obtienen las palabras claves, las cuales van a formar partes de las cadenas de búsqueda que se colocarán en el motor de búsqueda de cada una de las bases de datos seleccionadas.

En la Tabla 4.4. Se incluyen las palabras determinadas de la observación de las preguntas de investigación asimismo se incluyen su denominación en inglés y sus sinónimos si los tuviere.

Tabla IV-4. Determinación de las palabras claves

EN CASTELLANO	EN INGLÉS	SINÓNIMOS
Aprendizaje Automático	Machine Learning	Aprendizaje de máquina
Lógica Difusa	Fuzzy Logic	Lógica Borrosa
Redes Neuronales Artificiales	Artificial Neural Networks	Sistemas conexionistas.
Algoritmos Genéticos	Genetic Algorithms	
Aprendizaje Supervisado	Supervised Learning	Aprendizaje automático supervisado
Sistemas Difusos	Fuzzy Systems	Sistemas borrosos.
Aprendizaje no Supervisado	Not Supervised learning	
Aprendizaje Profundo	Deep Learning	
Redes Bayesianas	Bayesian Networks	Red de creencia.
Árboles de Decisión	Decision trees	

Fuente: Elaboración propia.

Hacer las cadenas de búsqueda

Luego de determinar las palabras claves se formulan las cadenas de búsqueda para colocar como tema a buscar en el motor de búsqueda de la base de datos elegida,

generalmente se forman unido con conectivos lógicos como “y” , “o” , “no” , en la Tabla 4.5 Se listan las cadenas de búsqueda que se han utilizado para realizar la búsqueda sistemática.

Tabla IV-5. Cadenas de búsqueda

CADENAS DE BÚSQUEDA
Aprendizaje Automático y Lógica Difusa
Machine Learning and Fuzzy Logic
Aprendizaje Automático Supervisado y Lógica Difusa
Supervised Machine Learning and Fuzzy Logic
Aprendizaje Automático no Supervisado y Lógica Difusa
Not Supervised Machine Learning and Fuzzy Logic
Redes Neuronales Artificiales y Lógica Difusa
Artificial Neuronal Networks and y Fuzzy Logic
Lógica Difusa y Redes Bayesianas
Bayesian Networks and Fuzzy Logic
Lógica Borrosa y Algoritmos Genéticos
Árboles de Decisión y Lógica Difusa
Decision Trees and Fuzzy Logic
Aprendizaje Profundo y Sistemas Difusos
Deep Learning and Fuzzy Systems
Genetic Algorithms and Fuzzy Systems
Algoritmos Genéticos y Sistemas Difusos

Fuente: Elaboración propia.

Para esta etapa según el protocolo establecido se fijaron como fechas de búsqueda las siguientes:

Primera búsqueda; Fecha de la búsqueda: del 06/09/2018 al 15/10/2018

Segunda búsqueda: Fecha de la búsqueda: del 02/01/2019 al 28/02/2019

Resultados de la primera Búsqueda:

Para presentar los resultados de las búsquedas y con el objeto presentar los resultados en tablas adecuadas, en la Tabla 4.6 Se presenta las abreviaturas de las palabras claves utilizadas

Tabla IV-6. Abreviaturas de las palabras claves

Palabra calve	Abreviatura
Aprendizaje Automático	AA
Lógica Difusa	LD
Machine Learning	ML
Redes Bayesianas	RB
Redes Neuronales Artificiales	RNA
Algoritmos Genéticos	AG
Aprendizaje Automático no supervisado	AANS
Not Supervised Machine Learning	NSML
Supervised Machine Learning	SML
Aprendizaje Automático supervisado	AAS
Arboles de Decisión	AD
Decision Trees	DT
Deep Learning	DL
Aprendizaje Profundo	AP
Fuzzy Logic	FL
Bayesian Netwoks	BN
Artificial Neural Networks	ANN
Genetic Algorithms	GA

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera se utilizará las abreviaturas para las bases de datos mostrados en la Tabla 4.7 muestra las abreviaturas de las bases de datos que se usan para presentar los resultados, en la tabla 4-8 se muestran los resultados obtenidos para las palabras clave

Tabla IV-7. Abreviaturas de las bases de datos

Base de datos	Abreviatura
Web of Science	WOS
Dialnet	DN
ACM digital Library	ACM
EBSCO	EB
ProQuest	PQ
Science Direct	SD
Springer Verlay	SV
IEEE digital explorer	IEEE
Google Académico	GA

Fuente: Elaboración propia.

Tabla IV-8. Artículos obtenidos para las palabras claves

Palabra clave/ Base de datos	WOS	DN	ACM	EB	PQ	SD	SV	IEEE	GA	Total
1 AA	0	20	0	0	0	0	0	0	30	50
2 LD	0	25	0	0	0	0	0	0	17	42
3 ML	35	5	17	22	15	13	7	28	4	146
4 RB	1	10	0	5	0	0	0	0	12	28
5 RNA	0	20	0	0	0	0	0	0	16	36
6 AG	0	14	0	0	0	0	0	0	18	32
7 AANS	0	8	0	0	0	0	0	0	14	22
8 NSML	14	0	11	8	7	23	12	12	0	87
9 SML	15	0	9	7	6	4	11	21	0	73
10 AAS	0	15	0	0	0	0	0	0	21	36
11 AD	0	8	0	0	0	0	0	0	10	18
12 DT	14	0	20	13	11	12	17	20	0	107
13 DL	21	0	6	8	21	31	19	13	0	119
14 AP	0	20	0	0	0	0	0	0	25	45
15 FL	18	0	14	12	21	17	8	6	0	96
16 BN	12	0	16	9	6	8	4	9	0	64
17 ANN	10	0	6	7	4	9	6	12	0	54
18 GA	12	0	23	14	16	21	16	18	0	120
	152	145	122	105	107	138	100	139	167	1175

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4-9 se muestra las abreviaturas para las cadenas de búsqueda que serán utilizadas para presentar los resultados de la búsqueda.

Tabla IV-9. Abreviaturas de las cadenas de búsqueda

N°	CADENAS DE BÚSQUEDA	ABREVIATURA
1	Aprendizaje Automático y Lógica Difusa	AA & LD
2	Machine Learning and Fuzzy Logic	ML & FL
3	Aprendizaje Automático Supervisado y Lógica Difusa	AAS & LD
4	Supervised Machine Learning and Fuzzy Logic	SML & FL
5	Aprendizaje Automático no Supervisado y Lógica Difusa	AANS & LD
6	Not Supervised Machine Learning and Fuzzy Logic	NSML& FL
7	Redes Neuronales Artificiales y Lógica Difusa	RNA & LD
8	Artificial Neuronal Networks and y Fuzzy Logic	ANN & FL
9	Lógica Difusa y Redes Bayesianas	LD & RB
10	Bayesian Networks and Fuzzy Logic	BN & FL
11	Lógica Borrosa y Algoritmos Genéticos	LB & AG
12	Árboles de Decisión y Lógica Difusa	AD & LD
13	Decision Trees and Fuzzy Logic	DT & FL
14	Aprendizaje Profundo y Sistemas Difusos	AP & SD
15	Deep Learning and Fuzzy Systems	DL & FS
16	Genetic Algorithms and Fuzzy Systems	GA & FS
17	Algoritmos Genéticos y Sistemas Difusos	AG & SD

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4-10 muestra los resultados de la búsqueda., según las cadenas de búsqueda y las bases de datos

Tabla IV-10. Resultados utilizando las cadenas de búsqueda

Cadena búsqueda / Base de datos	WOS	DN	ACM	EB	PQ	SD	SV	IEEE	GA	Total
1 AA & LD	0	8	0	0	0	0	0	0	9	17
2 ML & FL	8	0	12	15	11	10	7	9	0	72
3 AAS & LD	0	15	0	0	0	0	0	0	12	27
4 SML & FL	7	0	6	4	3	2	6	4	0	32
5 AANS & LD	0	9	0	0	0	0	0	0	13	22
6 NSML & FL	8	0	7	6	0	4	5	8	0	38
7 RNA & LD	0	12	0	0	0	0	0	0	18	30
8 ANN & FL	9	0	10	3	6	12	6	8	0	54
9 LD & RB	0	18	0	0	0	0	0	0	22	40
10 BN & FL	12	0	15	20	8	6	14	18	0	93
11 LB & AG	0	10	0	0	0	0	0	0	14	24
12 AD & LD	0	8	0	0	0	0	0	0	16	24
13 DT & FL	11	0	9	6	8	14	13	11	0	72
14 AP & SD	0	14	0	0	0	0	0	0	22	36
15 DL & FS	14	0	16	12	11	13	8	7	0	81
16 GA & FS	6	0	7	6	5	6	8	9	0	47
17 AG & SD	0	10	0	0	0	0	0	0	9	19
	75	104	82	72	52	67	67	74	135	728

Fuente: Elaboración propia

Criterios de inclusión y exclusión de los artículos

Los criterios de inclusión son los siguientes:

Que el artículo de investigación contenga el tema de interés en el título, en el resumen, en la introducción y en las conclusiones.

Que sean investigaciones primarias respaldadas por instituciones de prestigio

Que no sean muy antiguos

Que traten el tema con una profundidad aceptable.

Que no sean falsos negativos, es decir que no cumpliendo las condiciones anteriores si constituyen artículos importantes para el estudio.

Los criterios de exclusión son los siguientes.

Que traten el tema de interés de manera tangencial sin la profundidad requerida para evitar la presencia de faltos positivos, es decir que, cumpliendo los criterios de inclusión, no resulten de importancia para el estudio.

Que no sean muy antiguos, salvo el caso que sean información base como los creadores de las teorías o en los que se fundamenta la teoría.

Número de referencias identificados en la búsqueda.

Con las palabras claves se obtuvieron 1175 artículos y con las cadenas de búsqueda se obtuvieron 728 artículos

Número total de referencias duplicadas eliminadas

Después de identificar mediante el título del artículo y ordenarlos alfabéticamente se determinó la presencia 1340 artículos duplicados

Número total de referencias no duplicadas

Del total de 1903 artículos obtenidos y luego de eliminar los 1340 artículos duplicados, se obtuvieron 563 artículos no duplicados.

Número total de referencias cribadas(seleccionadas)

Aplicando los criterios de inclusión y exclusión se lograron seleccionar 180 referencias.

Número total de referencias eliminadas

Como resultado de aplicar los criterios de inclusión y exclusión de los 563 artículos no duplicados se eliminaron 383 referencias eliminadas.

Número total de estudios a texto completo

De las 180 referencias cribadas, a texto completo solo se obtuvieron 120 a texto completo

Número total de estudios a texto completo excluidos

Luego de aplicar el criterio de falsos positivos y falsos negativos, a los estudios de texto completo se excluyeron 36

Número total de estudios incluidos en RS/ MA

El número total de artículos incluidos en la Revisión Sistemática resultó ser 84, en la Tabla 4-11 se muestra las cantidades y porcentajes obtenidos según los temas que dan respuesta a las preguntas de investigación.

Tabla IV-11. Numero de estudios incluidos en la revisión sistemática

TEMA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Aprendizaje automático	27	32.94%
Lógica difusa	28	32.94%
Aprendizaje automático y lógica difusa	14	16.47%
Algoritmos genéticos	7	8.24%
Redes Bayesianas	6	7.06%
Redes Neuronales	2	2.35%
Total	84	100%

Fuente: Elaboración propia

4.3. Tercera etapa: Evaluación de la calidad de los estudios

En esta etapa los autores de este trabajo de investigación y después de haber acopiado los artículos que se decidió incluir en la Revisión Sistemática en el gestor bibliográfico Mendeley, se procedió a evaluar y valorar la metodología de investigación de cada uno de los artículos seleccionados, para determinar los algoritmos de Aprendizaje Automático o de Lógica Difusa utilizados, para establecer con precisión su validez interna y externa y de esta manera eliminar la presencia de sesgos.

4.4. Cuarta etapa: Recopilación de los datos

Se presenta a continuación la recopilación de los datos en tablas según el tema de estudio y asignándole a cada artículo de investigación un código de tres dígitos que se usó en el análisis de tipo cuantitativo o cualitativo realizado en la siguiente etapa. En

la Tabla 4-12 se muestra los artículos relacionados con el tema del Aprendizaje Automático.

Tabla IV-12. Artículos de Aprendizaje Automático

N°	TITULO
001	OPTIMIZACIÓN DE REDES BAYESIANAS BASADO EN TÉCNICAS DE APRENDIZAJE POR INDUCCIÓN.
002	MODELIZACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE LABORAL EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO MEDIANTE TÉCNICAS MACHINE LEARNING
003	MODELOS BAYESIANOS PARA LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA. APLICACIONES AL ANÁLISIS DE DATOS DE EXPRESIÓN GENÉTICA
004	TÉCNICA DE CLASIFICACIÓN BAYESIANA PARA IDENTIFICAR POSIBLE PLAGIO EN INFORMACIÓN TEXTUAL.
005	COMPARACIÓN DE ALGORITMOS DE APRENDIZAJE PARA IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO A TRAVÉS DE LA VOZ.
006	APLICACIÓN DE TÉCNICAS APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LA VOZ EN ESCALA GRBAS.
007	PREDICTOR DE FALLOS EN SUPERCOMPUTADORES MEDIANTE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO
008	MODELO PARA LA ESTIMACIÓN DEL ESFUERZO DE DESARROLLO EN TAREAS DE INGENIERÍA DE PROYECTOS DE SOFTWARE EMPLEANDO APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.
009	METODOLOGÍA PARA PROCESOS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS CON MEJORAS EN LA EXTRACCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE FUENTES DE DATOS
010	DESIGN AND EVALUATION OF ANALYTIC TOOLS FOR EMERGENCY DEPARTMENT MANAGEMENT BASED ON MACHINE LEARNING TECHNIQUES.
011	MACHINE LEARNING IN SCIENTOMETRICS.
012	ALGORITMO MULTICLASIFICADOR CON APRENDIZAJE INCREMENTAL QUE MANIPULA CAMBIOS DE CONCEPTOS.
013	APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO Y LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL.
014	APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO AGRICULTURAL SOIL DATA
015	DISEÑO Y USO DE OBJETOS DIDACTICOS BASADO EN CONTRATOS.
016	GAUSSIAN PROCESSES IN MACHINE LEARNING.
017	GENE PREDICTION BY USING ADVANCED TECHNIQUES OF COMPUTACIONAL INTELLIGENCE.
018	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN UN ENFOQUE DE PROCESOS, PARA LA MEJORA DE LA OPERATIVIDAD DEL ÁREA DE CRÉDITOS.
019	MACHINE LEARNING FOR INFORMATION EXTRACTION IN INFORMAL DOMAINS.
020	MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PATTERN VISUALIZATION IN CLASSIFICATION TASKS AND FOR AUTOMATIC INDOOR TEMPERATURE PREDICTION.
021	SENTIMENT CLASSIFICATION USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES.
022	UN ESTUDIO EMPÍRICO PRELIMINAR SOBRE LOS TESTS ESTADÍSTICOS MÁS HABITUALES EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.
023	SISTEMA PREDICTIVO PROGRESIVO DE CLASIFICACION PROBABILISTICA COMMO GUIA PARA EL APRENDIZAJE.
024	INTERFACES AVANZADOS APLICADOS A LA INTERACCIÓN MUSICAL.
025	MODELIZACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE ACCIDENTE LABORAL EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO MEDIANTE TÉCNICAS “MACHINE LEARNING”.
026	MACHINE LEARNING FOR THE DETECTION OF OIL SPILLS IN SATELLITE RADAR IMAGES.
027	SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE PREGUNTAS BASADOS EN CORPUS PARA LA BÚSQUEDA DE RESPUESTAS.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-13, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Aprendizaje Automático, identificados según el código de tres dígitos asignados a cada artículo.

Tabla IV-13. Aplicaciones de los artículos del aprendizaje automático

N°	APLICACIÓN REALIZADA
001	OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS
002	ACCIDENTES DE TRABAJO
003	ANÁLISIS DE DATOS DE EXPRESIÓN GENÉRICA
004	PLAGIO DE INFORMACIÓN TEXTUAL
005	IDENTIFICACIÓN DE VOZ
006	CALIDAD DE LA VOZ
007	TIPOS DE FALLOS EN SUPERCOMPUTADORAS
008	ESFUERZO PARA EL DESARROLLO DE SOFTWARE
009	EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN.
010	ATENCIÓN DE URGENCIAS EN HOSPITALES
011	CIENCIOMETRÍA
012	CAMBIOS DE CONCEPTOS
013	RENDIMIENTO ACADÉMICO Y DESERCIÓN ESTUDIANTIL
014	DATOS QUÍMICOS DE LA AGRICULTURA
015	SELECCIÓN Y COMPOSICIÓN DE CONTRATOS
016	OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS.
017	PREDICCIÓN DE GENES
018	CREDITOS EN MICROFINANCIERAS
019	EXTRACION DE LA INFORMACIÓN
020	VISUALIZACIÓN DE PATRONES
021	CLASIFICACIÓN ESTADÍSTICA UN ESTUDIO EMPÍRICO PRELIMINAR SOBRE LOS TESTS ESTADÍSTICOS MÁS HABITUALES EN EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.
022	OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS
023	MEJORA DE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
024	INTERFASES DE INTERACCIÓN MUSICAL
025	ACCIDENTES DE TRABAJO Y CONDICIONES DE TRABAJO
026	DERRAMES DE PETRÓLEO
027	CLASIFICACIÓN DE RESPUESTAS

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4-14 se presenta los artículos que tratan el tema de la Lógica Difusa.

Tabla IV-14 Artículos de lógica difusa

N°	Titulo
028	ANÁLISIS DESCRIPTIVO MEDIANTE APRENDIZAJE SUPERVISADO BASADO EN PATRONES EMERGENTES
029	CLASIFICACIÓN DE LOS SÍNTOMAS PSICOLÓGICOS MÁS SIGNIFICATIVOS EN PACIENTES MENTALES CON UTILIZANDO LA RED BAYESIANA.
030	USO DE LÓGICA DIFUSA PARA GENERAR PROBABILIDADES CONDICIONALES EN REDES DE CREENCIAS BAYESIANAS: UN ESTUDIO DE CASO DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA
031	UN MÉTODO BASADO EN ALGORITMOS GENÉTICOS Y LÓGICA DIFUSA PARA INDUCIR REDES BAYESIANAS
032	UN MODELO EMOCIONAL PARA LA COMUNICACIÓN NO VERBAL BASADO EN LA RED DINÁMICA BAYESIANA FUZZY
033	DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE REJILLAS DE MICRO ENERGÍA USANDO LA RED DE CREENCIAS BAYESIANAS Y EL SISTEMA DE INTERFERENCIA NEURO-DIFUSA ADAPTATIVA
034	INTEGRANDO LA TEORÍA BAYESIANA Y LAS LÓGICAS DIFUSAS CON EL RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS PARA PROBLEMAS DE DIAGNÓSTICO DE AUTOMÓVILES.
035	CONTROL DIFUSO DE UN TRANVÍA HÍBRIDO PROPULSADO POR PILA DE COMBUSTIBLE, BATERÍA Y SUPERCONDENSADOR
036	MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS PARA LA SELECCIÓN DE PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN.
037	SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSO PARA LA INFLACIÓN EN COLOMBIA
038	APORTACIONES AL CONTROL INVERSO CON MODELO DE REFERENCIA BASADO EN LÓGICA BORROSA, REDES NEURONALES Y ALGORITMOS GENÉTICOS.
039	ADQUISICIÓN Y RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES POR MEDIO DE TÉCNICAS DE VISIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
040	CLASIFICADOR DIFUSO NEURONAL APLICADO A CASOS DE DATOS SINTÉTICOS
041	ESTUDIO COMPARATIVO BASADO EN MÉTRICAS PARA DIFERENTES ARQUITECTURAS DE NAVEGACIÓN REACTIVA
042	PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA EN LA GESTIÓN DE CADENA DE SUMINISTRO CON REDES NEURONALES Y LÓGICA DIFUSA
043	REVISIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MODELAMIENTO Y ANÁLISIS APLICADOS A SISTEMAS HÍBRIDOS DE ENERGÍA
044	UNA NUEVA APLICACIÓN DE LAS REDES NEURONALES Y LA LÓGICA DIFUSA A LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE LA FABRICACIÓN DEL ARRABIO EN UN HORNO ALTO
045	UNA SOLUCIÓN ECONÓMICA A LOS PROBLEMAS DE CALIDAD DEL SERVICIO DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.
046	CONTROLADOR NEURONAL PARA EL SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIAS EN UN PÉNDULO DE RUEDA INERCIAL
047	CONTROL DE UN MOTOR UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA CON REGLAS SINTONIZADAS POR ALGORITMOS GENÉTICOS
048	INTEGRACIÓN DE LAS REDES DE NEURONAS ARTIFICIALES CON LÓGICA DIFUSA.
049	PREDICCIÓN DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS EN LA CUENCA DEL AMAZONAS APLICANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y EL MODELO NEURODIFUSO ANFIS.
050	EVALUACIÓN DE LA HABITABILIDAD DE EDIFICIOS AFECTADOS POR SISMO UTILIZANDO LA TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS Y LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES
051	AMBIENTE INTELIGENTE DE APRENDIZAJE CON MANEJO AFECTIVO PARA JAVA.
052	IMPLEMENTACIÓN DE REDES NEURONALES Y LÓGICA DIFUSA PARA LA CLASIFICACIÓN DE PATRONES OBTENIDOS POR UN SÓNAR.
053	HERRAMIENTA DE SOFTWARE PARA EL APRENDIZAJE DE SISTEMAS DIFUSOS EN UN CURSO DE CONTROL DIGITAL
054	MODELO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE SOFTWARE UTILIZANDO UNA LÓGICA DIFUSA COMPENSATORIA.
055	MODELO HIBRIDO DE ARBOL DE DECISION DIFUSA CON OPTIMIZACION POR ENJAMBRE DE PARTICULAS PARA CLASIFICACION DE OBESIDAD ESCOLAR.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-15, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Lógica Difusa, identificados según el código de tres dígitos asignados a cada artículo.

Tabla IV-15. Aplicaciones de los artículos de la lógica difusa

N°	APLICACIÓN REALIZADA
028	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMATICA
029	TRATAMIENTO DE PACIENTES CON DEPRESIÓN
030	EVALUACION ECOLÓGICA
031	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
032	EMOCIÓN EN LA COMUNICACIÓN NO VERBAL
033	FALLAS DE MICROENERGIA
034	DIAGNOSTICO DE AUTOMOVILES
035	CONTROL DE UIN TRANVÍA
036	SELECCIÓN DE PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN
037	INFLACIÓN EN COLOMBIA
038	CONTROL INVERSO
039	RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES
040	OPTIMIZACIÓN DE ALGORITMOS
041	NAVEGACIÓN AUTONOMA
042	PLANIFICACION DE LA DEMANDA
043	SISTEMAS DE ENERGIA
044	FABRICACION DEL ARRABIO
045	SISTEMAS DE ENERGIA ELECTRICA
046	SEGUIMIENTO DE TRAYECTORIAS
047	CONTROL DE UN MOTOR
048	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
049	PREDICCIOON DE CAUDALES
050	HABITABILIDAD DE EDIFICIOS
051	INTERFASE DE PROGRAMACION
052	CLASIFICACION DE SEÑALES
053	HERRAMIENTAS SOFTWARE PARA CONTROL INDUSTRIAL
054	EVALUACION DE PROYECTOS
055	OBESIDAD ESCOLAR

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4-16 se muestran los artículos seleccionados que relacionan el Aprendizaje Automático con la Lógica Difusa.

Tabla IV-16. Artículos de aprendizaje automático y lógica difusa

N°	TITULO
056	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO EN REDES SOCIALES: UN ENFOQUE BASADO EN EL SISTEMA INTELIGENTE.
057	APRENDIZAJE DE REPRESENTACIONES A TRAVÉS DEL CONJUNTO DE MEDIOS C DIFUSOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS DE LA RETINA.
058	FUZZY-UCS: RESULTADOS PRELIMINARES
059	PREDICCIÓN DE LA ESTRUCTURA SECUNDARIA DE ARN UTILIZANDO SOFT COMPUTING.
060	SOPORTE DE BÚSQUEDAS DE CLIENTES EN E-MARKETPLACES MEDIANTE MACHINE LEARNING BASADO EN LÓGICA DIFUSA.
061	OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE MOVILIDAD UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA Y APRENDIZAJE DE REFUERZO EN REDES AUTOORGANIZADAS
062	ANCFIS-ELM: UN ALGORITMO DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO BASADO EN COMPLEJOS CONJUNTOS DIFUSOS.
063	UN CONTROLADOR DE LÓGICA DIFUSA VISTA DEL APRENDIZAJE PARTICIPATIVO.
064	DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE CAMBIOS EN IMÁGENES DE SATÉLITE UTILIZANDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA DELHI, INDIA.
065	UNA ENCUESTA DE MINERÍA DE DATOS Y MÉTODOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA DETECCIÓN DE INTRUSIÓN DE SEGURIDAD CIBERNÉTICA.
066	DETECCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA DISTRACCIÓN DEL CONDUCTOR USANDO MACHINE LEARNING Y FUZZY LOGIC
067	ESTUDIO SOBRE UN ESQUEMA DE MIGRACIÓN MEDIANTE APRENDIZAJE BASADO EN LÓGICA DIFUSA Y ENFOQUE DE DECISIÓN PARA LA QOS EN LA COMPUTACIÓN EN LA NUBE
068	EVALUACIÓN DE ALGORITMOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE IMAGEN.
069	UN SISTEMA DE INFERENCIA NEURO-FUZZY A TRAVÉS DE LA INTEGRACIÓN DE FUZZY LOGIC Y EXTREME LEARNING MACHINES.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-17, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Lógica Difusa relacionados con el Aprendizaje Automático, identificados según el código de tres dígitos asignados a cada artículo.

Tabla IV-17. Aplicaciones de los artículos de la lógica difusa y aprendizaje automático

N°	APLICACIÓN REALIZADA
056	CLASIFICACION DE USUARIOS
057	PATOLOGIAS DE LA RUTINA
058	CLASIFICACION
059	ESTRUCTURA DEL RNA
060	BUSQUEDA DE CLIENTES
061	REDES INALAMBRICAS
062	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
063	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
064	IMÁGENES SATELITALES
065	SEGURIDAD CIBERNETICA
066	DISTRACCION DEL CONDUCTOR
067	MIGRACION
068	CALIDAD DE LA IMAGEN
069	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4-18 se muestran los artículos seleccionados que tratan el tema de Algoritmos Genéticos.

Tabla IV-18. Artículos de algoritmos genéticos

N°	TITULO
070	DISEÑO DE UN ALGORITMO GENÉTICO PARA UN SISTEMA LOGÍSTICO DE DISTRIBUCIÓN
071	INTRODUCCIÓN A LOS ALGORITMOS GENÉTICOS Y LA PROGRAMACIÓN GENÉTICA.
072	ALGORITMOS DE DIFERENCIACIÓN DE SERVICIOS PARA SERVIDORES - SOPORTE WEB CON QOS
073	GENERACIÓN DE ALGORITMOS PERSONALIZADOS PARA APRENDER CLASIFICADORES DE RED BAYESIANOS PARA LA DETECCIÓN DE FRAUDES EN TRANSACCIONES WEB.
074	MODELOS DE ALGORITMOS GENETICOS Y REDES NEURONALES EN LA PREDICCIÓN DE INDICES BURSATILES ASIATICOS.
075	REDES NEURONALES E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.
076	ALGORITMOS GENETICOS

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-19, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Algoritmos Genéticos.

Tabla IV-19. Aplicaciones de los artículos de algoritmos genéticos

N°	APLICACIÓN REALIZADA
070	DISTRIBUCION LOGISTICA
071	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
072	CALIDAD DE SERVICIOS WEB
073	FRAUDES DE TRANSACCIONES WEB
074	MERCADO BURSATIL ASIATICO
075	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
076	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-20, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Redes Bayesianas.

Tabla IV-20. Artículos de redes bayesianas

N°	TITULO
077	SISTEMA DE SOPORTE DE DECISIÓN PARA LA GESTIÓN DE FALLOS EN EQUIPOS INDUSTRIALES, BASADO EN MÉTODOS DE ENSAMBLE.
078	ANÁLISIS BAYESIANO DE FACTORES DE RIESGO DE ACCIDENTE EN TRABAJOS DE MOVIMIENTOS DE TIERRAS.
079	APRENDIZAJE ESTRUCTURAL DE REDES BAYESIANAS PARA MODELAR EL EMPRENDIMIENTO ACADÉMICO DE BASE SOSTENIBLE Y TECNOLÓGICA
080	REDES BAYESIANAS APLICADAS A PROBLEMAS DE CREDIT SCORING.UNA APLICACIÓN PRÁCTICA
081	RIESGO OPERACIONAL EN EL PROCESO DE LIQUIDACIÓN DEL MERCADO MEXICANO DE VALORES: UN ENFOQUE BAYESIANO.
082	ANALISIS, DISEÑO Y APLICACION DE MODELOS DE DIALOGO FLEXIBLES, CONTEXTUALES Y DINAMICOS BASADOS EN REDES BAYESIANAS.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4- 21, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Redes Bayesianas, identificados según el código de tres dígitos asignados a cada artículo.

Tabla IV-21. Aplicaciones de los articulos de redes bayesianas

N°	APLICACIÓN REALIZADA
077	OPTIMIZACION DE ALGORITMOS
078	ACCIDENTES DE TRABAJO
079	EMPRENDIMIENTO ACADEMICO
080	CREDITOS
081	LIQUIDACIONES
082	DIALOGOS

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4-12, se muestra los artículos seleccionados de Redes Neuronales

Tabla IV-22. Artículos de redes neuronales

N°	TITULO
083	SISTEMA SENSOR PARA EL MONITOREO AMBIENTAL BASADO EN REDES NEURONALES.
084	ALGORITMO COMPENSADOR NEURONAL DISCRETO DE DINÁMICA EN ROBOTS MÓVILES USANDO FILTRO DE KALMAN EXTENDIDO.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4- 23, se muestra las aplicaciones que tratan los artículos seleccionados de Redes Neuronales, identificados según el código de tres dígitos asignados a cada artículo.

Tabla IV-23. Aplicaciones de los artículos de redes neuronales

N°	APLICACIÓN REALIZADA
083	MONITOREO AMBIENTAL
084	DESPLAMIENTO DE ROBOTS

Fuente: Elaboración propia

4.5. Quinta etapa: Análisis presentación e interpretación de los resultados.

La Descripción y análisis de los datos de los estudios incluidos desde el punto vista cuantitativo y cualitativo y de acuerdo al formato de investigación de la universidad, se ha considerado pertinente presentarlo en el Capítulo V denominado discusión de los resultados.

4.6. Sexta etapa: Publicación de los resultados

Esta etapa lo constituye el presente informe de investigación.

CAPÍTULO V

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Antes de iniciar el análisis de los resultados obtenidos en la investigación con las teorías existentes, se hace un repaso de las variables de estudio y de las hipótesis planteadas, con la finalidad de poder adecuadamente establecer las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Variables de estudio: En esta investigación existen dos variables cualitativas de estudio, el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa.

Los valores de la variable Aprendizaje Automático son: Aprendizaje Automático Supervisado, Aprendizaje Automático no Supervisado, Aprendizaje Automático Híbrido y Aprendizaje Automático Profundo. Esta variable se operacionaliza con los diversos algoritmos que existen para cada tipo de Aprendizaje Automático.

Los valores de la variable Lógica Difusa son: Expresiones lingüísticas, funciones de membresía, conjuntos difusos, T-normas, S-normas, Inferencia de Mandani, Inferencia de Sugeno, sistema difuso. Esta variable se operacionaliza con los algoritmos para implementar cada uno de estos conceptos.

Respecto a las hipótesis de la investigación, se plantearon las siguientes:

Hipótesis general: Existen relación conceptual entre las disciplinas Aprendizaje Automático y Lógica Difusa, expresada en sendos trabajos de investigación científica que relacionan y complementan los algoritmos de ambas disciplinas.

Hipótesis específica 1: Existen algoritmos de Aprendizaje Automático que son de uso preferencial en las aplicaciones, evidenciado en los trabajos de investigación realizados y publicados en las bases de datos bibliográficas.

Hipótesis específica 2: Es posible establecer los algoritmos más frecuentemente usados para la elaboración de Sistemas Difusos, evidenciados en los trabajos de investigación registrados en bases de datos bibliográficas.

Hipótesis específica 3: Es posible obtener evidencias de trabajos de investigación publicados en las bases de datos bibliográficas que usan algoritmos híbridos que relacionan el Aprendizaje Automático con la Lógica Difusa.

Se analiza a continuación los resultados obtenidos según las teorías presentadas en el marco teórico y de acuerdo a las hipótesis específicas.

Artículos seleccionados de aprendizaje automático y redes bayesianas

Título: Optimización de Redes Bayesianas basado en técnicas de aprendizaje por inducción.

Autor(es): N. Tirado, F. Triana & J. Saa Saltos

Año: 2016.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Arboles de decisión

Discusión: Las Redes Bayesianas son utilizadas para proporcionar una forma de representar el conocimiento y métodos flexibles de razonamiento. En este trabajo se define un método de Aprendizaje Automático que optimiza las Redes Bayesianas aplicadas a clasificación mediante la utilización de un método de Aprendizaje Híbrido que combina las ventajas de las técnicas de inducción de los Arboles de decisión con las de las Redes Bayesianas. Esta investigación partió de una revisión bibliográfica previa sobre las Redes Bayesianas utilizando Scopus, ello permitió detectar los

artículos que pueden considerarse importantes en esta temática y en la segunda etapa de la investigación se procedió a definir un método de Aprendizaje Automático a partir de un método de Aprendizaje Híbrido.

Título: Modelización de la probabilidad de accidente laboral en función de las condiciones de trabajo mediante técnicas Machine Learning.

Autor(es): *J. R. López García*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: Este estudio trata de hacer efectiva, y se propone como objetivo, la predicción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes en función de las condiciones de trabajo, mediante la utilización de los datos generados por las Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo (ENCT) realizadas en España, concretamente se ha utilizado la VII ENCT (Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo) elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo en el año 2011. Se utilizaron Redes Bayesianas, estas proporcionan la probabilidad condicionada de la ocurrencia de un accidente, en función de otros factores causales incluidos en la red. Derivado de ello, se genera una base de datos con distintas variables para evaluar su influencia en la siniestralidad laboral, obteniendo con ello los datos necesarios para poder definir posibles líneas de actuación y en consecuencia para la mejora de la problemática actual.

Título: Modelos bayesianos para la clasificación supervisada. Aplicaciones al análisis de datos de expresión genética.

Autor(es): *F. García*

Año: 2009.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: Se desarrolla algoritmos de Aprendizaje Automático para tareas de clasificación supervisada que obtengan mejores resultados que los existentes. Este trabajo ha girado en torno a la aplicación de nuevos modelos bayesianos al análisis de

datos de expresión genética. Se han presentado nuevos clasificadores bayesianos que muestran un buen comportamiento tanto en problemas clásicos de Aprendizaje Automático como en problemas de datos provenientes de micro arreglos de ADN. También se ha presentado una metodología para la incorporación de conocimiento experto en el aprendizaje de Redes Bayesianas, evaluando dicha metodología con distintos problemas clásicos, así como con datos de expresión genética.

Artículos seleccionados de Aprendizaje Supervisado y Lógica Difusa

Título: Análisis descriptivo mediante aprendizaje supervisado basado en patrones emergentes

Autor(es): *C.J. Carmona et al.*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Reconocimiento de patrones

Discusión: En este trabajo se presenta un nuevo modelo evolutivo para la obtención de patrones emergentes basado en un enfoque mono objetivo, con la capacidad de extraer patrones emergentes para todos los valores de la variable objetivo. Los resultados del estudio muestran el poder descriptivo del nuevo modelo frente al algoritmo clásico de minería de patrones emergentes. Los resultados también muestran la gran capacidad de esta técnica para describir conocimiento en problemas basados en aprendizaje supervisado. La utilización de la minería de patrones emergentes como método exploratorio y/o descriptivo, capaz de obtener información relevante con respecto a una variable de interés en un problema.

Bayesian Networks and Fuzzy Logic

Título: Clasificación de los síntomas psicológicos más significativos en pacientes mentales con depresión utilizando la Red Bayesiana.

Autor(es): *D. Galiatsatos, M. Nerantzaki, G. Konstantopoulou et al.*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Lógica Difusa

Discusión: El objetivo principal de este trabajo fue encontrar un modelo óptimo de factores psicológicos que condujera a estos pacientes a tener pensamientos de muerte o suicidio, a fin de lograr cuanto antes el tratamiento adecuado. Por esta razón, se utilizó la Lógica Difusa en todo el conjunto de factores para clasificar los más significativos. Las redes bayesianas se han utilizado en estos modelos y ha surgido el modelo más adecuado. Los resultados coinciden con la opinión del experto de que los factores más importantes que afectan a los pacientes mentales con depresión para tener pensamientos de muerte o suicidio son depresión del estado de ánimo, pérdida de interés o placer, desamor / culpabilidad, vivir en una ciudad y concentración en pensamientos.

Título: Uso de lógica difusa para generar probabilidades condicionales en Redes Bayesianas de creencias: un estudio de caso de evaluación ecológica

Autor(es): *K. Liu, J. Kuo, K. Yeh, et al.*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas de creencias

Lógica Difusa

Discusión: Este estudio utiliza las Redes Bayesianas de creencias BBN (gráfico acíclico dirigido con nodos) para representar visualmente el conocimiento experto y explicar claramente el proceso de inferencia. Para el estudio, la dificultad principal está en determinar una gran cantidad de probabilidades condicionales en la BBN, porque hay una falta de datos suficientes sobre animales raros. Por lo tanto, se propone un nuevo método que usa Lógica Difusa para generar sistemáticamente estas probabilidades. La combinación del BBN y el sistema de Lógica Difusa se usa para evaluar el posible estado futuro de la población del Jacana cola de faisán y las

probabilidades asociadas, que se han visto afectadas por la construcción del Tren de Alta Velocidad de Taiwán.

Título: Un método basado en algoritmos genéticos y lógica difusa para inducir redes bayesianas

Autor(es): *M. Morales, R. Dominguez, N. Ramirez et al.*

Año: 2004

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Lógicas Difusa

Algoritmos Genéticos

Discusión: Este trabajo propone un método para inducir Redes Bayesianas a partir de datos para superar algunas limitaciones de otros algoritmos de aprendizaje. Se propone un Sistema Difuso para permitir la combinación de diferentes métricas de calidad. En este Sistema Difuso también se propone una métrica de clasificación, para guiar la búsqueda mientras se aprenden Redes Bayesianas. El sistema fuzzy se integra a un Algoritmo Genético, utilizado como método de búsqueda para explorar el espacio de posibles Redes Bayesianas, lo que resulta en un método de aprendizaje robusto y flexible con un rendimiento en el rango de los mejores algoritmos de aprendizaje de Redes Bayesianas desarrolladas hasta ahora.

Título: Un modelo emocional para la comunicación no verbal basado en la red dinámica bayesiana fuzzy.

Autor(es): *Hua, Z Rui, L Jizhou, S,*

Año: 2006.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Lógica Difusa

Discusión: Hay dos problemas cruciales para crear agentes que muestren emociones creíbles, que son cómo construir un modelo para la emoción y cómo el modelo de emoción que se aplicará en el agente para mejorar su desempeño. En este documento,

se adopta una Red Bayesiana dinámica difusa Z para resolver las dos preguntas. El sistema de Lógica Difusa mejora nuestras capacidades para capturar la incertidumbre del razonamiento de sentido común humano y la toma de decisiones durante sus comunicaciones. Además, Dynamic Bayesian Network(Red Dinámica Bayesiana) se utiliza para construir el modelo de personalidad-emoción del humano para simular la transformación de la emoción humana. La comunicación no verbal es crucial para aumentar la credibilidad de los seres humanos virtuales, durante la cual los humanos virtuales responden no solo a la presencia de otros sino también a sus posturas. Se presenta una aplicación de este modelo para crear humanos virtuales involucrados en interacciones sociales en una comunidad virtual

Título: Diagnóstico de fallas de rejillas de micro energía usando la red de creencias bayesianas y el sistema de interferencia neuro-difusa adaptativa.

Autor(es): *Y. Koraz, H. A. Gabbar.*

Año: 2017

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Inferencia Difusa

Discusión: En este artículo, se discute el diagnóstico de fallas para una red de micro energía en la ocurrencia de datos incompletos y conocimiento experto. Se propone una técnica híbrida de redes de creencias bayesianas y un sistema de inferencia difusa basado en redes adaptativas para el diagnóstico de fallas y la evaluación de la seguridad de la red de micro energía bajo condiciones de incertidumbre e información incompleta del sistema. La fusión del sistema de inferencia difusa basada en redes adaptativas con redes de creencias Bayesianas contribuye a una reducción de la información requerida para el diagnóstico de fallas de la red de energía micro en comparación con cada método por separado.

Título: Integrando la teoría bayesiana y las lógicas difusas con el razonamiento basado en casos para problemas de diagnóstico de automóviles.

Autor(es): *Chui-Yu Chiu, Chih-Chung Lo, Yan-Xin Hsu.*

Año: 2007

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificador Bayesiano

Sistema Difuso

Razonamiento basado en casos

Discusión: Este documento integra el Clasificador Bayesiano Difuso con el Razonamiento Basado en Casos (CBR) para mejorar el rendimiento de recuperación de casos. Este enfoque propuesto utiliza el Clasificador Bayesiano para clasificar la base de casos y luego recupera casos similares, aplicamos la teoría de conjuntos difusos a la red bayesiana para definir una función de densidad de verosimilitud condicional apropiada. Se desarrolló un Razonamiento Bayesiano Basado en Casos Borroso Eficiente (FB-CBR) para resolver problemas de diagnóstico de automóviles. El resultado muestra que el modelo propuesto es mejor que los modelos convencionales tanto en la precisión de coincidencia de casos como en la eficiencia computacional.

Artículos seleccionados de Lógica Difusa

Título: Control difuso de un tranvía híbrido propulsado por pila de combustible, batería y supercondensador.

Autor(es): *Pablo García, Luis M. Fernández, Juan P. Torreglosa, Francisco Jurado.*

Año: 2012.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Simulaciones difusas

Discusión: El presente artículo se centra en la descripción de un nuevo sistema de gestión de energía para un nuevo tranvía, en la ciudad de Zaragoza (España), propulsado mediante pila de combustible de hidrógeno, como fuente principal de energía, y batería de ión-litio y super condensador, como fuentes secundarias y de almacenamiento de energía. El sistema de control y de gestión de la energía está basado en Lógica Difusa, siendo éste el encargado de generar la potencia de referencia en la pila y la variación de la potencia a intercambiar por parte de la batería. En el caso del

supe condensador, un control en cascada formado por dos lazos de control ha sido utilizado para poder mantener constante la tensión del bus de continua. Las simulaciones, realizadas todas ellas bajo la plataforma MATLAB-Simulink y utilizando el ciclo de trabajo real del actual tranvía, muestran como el nuevo sistema de control y gestión de la energía es perfectamente válido para su aplicación en este sistema híbrido.

Título: Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información.

Autor(es): *M. Leyva Vázquez, K. Pérez Teruel, A. Febles Estrada et al.*

Año: 2013

Análisis.

Algoritmos utilizados

Mapas cognitivos difusos

Discusión: En este artículo se presenta un modelo para la selección de proyectos de tecnologías de la información basado en el análisis de la arquitectura empresarial a partir del modelado empresarial, el cual se apoya en el modelado de las relaciones causales existentes entre los distintos elementos de la organización empleando Mapas Cognitivos Difusos. Este enfoque facilita la evaluación y selección de proyectos con vistas a alcanzar el estado objetivo de la arquitectura empresarial.

Título: Sistema de inferencia difuso para la inflación en Colombia.

Autor(es): *M. Pulido, A. Hernández y J. Robledo.*

Año: 2013.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia Difusa

Discusión: El Sistema de Inferencia Difuso para la inflación en Colombia considera valoraciones subjetivas, las cuales son aproximadas a valores precisos, esto es aplicado a variables económicas consideradas determinantes de la inflación, y su aplicación muestra una nueva posibilidad para el análisis y pronóstico de uno de los indicadores macroeconómicos con mayor relevancia en las decisiones que deben tomar las

autoridades económicas. La aplicación de la Lógica Difusa a un problema, como proyectar la tasa de inflación anual, es válido y se convierte en una novedosa herramienta que abre la puerta al estudio de nuevos mecanismos que puedan ser implementados en la toma de decisiones de política monetaria.

Artículos seleccionados de Lógica Difusa y Algoritmos Genéticos

Título: Aportaciones al control inverso con modelo de referencia basado en lógica borrosa, redes neuronales y algoritmos genéticos.

Autor(es): *C. Betancor Martin.*

Año: 2015.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa de Takagi-Sugeno

Algoritmo de agrupamiento Gustafson-Kessel modificado.

Discusión: Debido al interés que existe actualmente en combinar el control de prealimentación (FF) con el clásico de realimentación (FB), el presente trabajo tiene como finalidad marcar una estrategia de diseño de un sistema que incorpora a estos dos tipos de control. Para el diseño del FF se opta por representar a la planta con modelos locales lineales y para ello se modela de forma borrosa mediante el tipo Takagi-Sugeno, obtenido a partir del algoritmo de agrupamiento Gustafson-Kessel modificado. El controlador FB se diseña como un controlador borroso, concretamente con un controlador proporcional integral (PI) borroso. Su misión es hacer al sistema más robusto ante las incertidumbres de modelado de la planta y ante las perturbaciones en el sistema. Con el objetivo de conseguir un mejor desempeño del sistema, se incluye un algoritmo genético (GA) que, fuera de línea, sintoniza las ganancias del PI borroso y los pesos de la red neuronal. Se aplica la metodología propuesta a diferentes tipos de plantas lineales y no lineales, realizando comparaciones con otras técnicas de control.

Título: Adquisición y reconocimiento de imágenes por medio de técnicas de visión e inteligencia artificial.

Autor(es): *D. Ramírez, B. Gerardino, E. Estupiñan et al.*

Año: 2009.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: Este proyecto presenta un sistema que permite reconocer diferentes figuras geométricas, que se encuentran en una banda transportadora. Para el posicionamiento de la banda transportadora se utiliza la técnica de Lógica Difusa. El reconocimiento de imágenes se realiza a través de técnicas de Visión Artificial y Redes Neuronales. Este sistema puede diferenciar siete formas geométricas (círculo, cuadrado, triángulo, rectángulo, elipse, rombo, estrella de cinco puntas), doce colores (Rojo, rojo claro, rojo oscuro, azul, azul claro, azul oscuro, azul lila, verde, verde claro, verde oscuro, amarillo, amarillo quemado) y tres tamaños (grande, mediano, pequeño). El tratamiento de las imágenes de las figuras requiere técnicas diversas para la identificación de forma como: métrica y diferencia entre ejes principales. Estas características de las imágenes son usadas en la etapa de identificación de las figuras por medio de las técnicas clásicas de visión artificial y a su vez conforma los vectores de entrada a las redes neuronales.

Título: Clasificador difuso neuronal aplicado a casos de datos sintéticos..

Autor(es): *J. Chacón, A. Flórez & J. Rodríguez*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Sistemas difusos

Discusión: En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema computacional difuso neuronal que permite clasificar casos de datos sintéticos a través patrones con solapamiento controlado. Se construyó una serie de modelos neuronales con Lógica Difusa y redes neuronales que fueron analizados utilizando diferentes porcentajes de solapamiento. El modelo difuso neuronal de este tipo puede ayudar a especialistas de diferentes disciplinas a diagnosticar con un mínimo de error, cuando los datos

presentan rasgos con patrones solapados.

Título: Estudio comparativo basado en métricas para diferentes arquitecturas de navegación reactiva

Autor(es): *F. Correa, J. Gallardo, N. Muñoz et al.*

Año: 2016

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: El presente estudio compara cuatro arquitecturas de navegación autónoma para robots móviles, con el fin de determinar cuál presenta una mayor eficiencia en la realización de tareas. Las arquitecturas comparadas son: reactivo puro, redes neuronales, Lógica Difusa y una arquitectura híbrida neuro-difusa. La comparación se realizó recopilando datos de las métricas de desempeño basadas en seguridad, suavidad de curva (consumo energético), velocidad y distancia, en la plataforma robótica Pioneer 3-DX en un entorno simulado con MobileSim, el software oficial de MobileRobot®. Los resultados muestran que la arquitectura neuro-difusa presenta mayores niveles de seguridad y ahorro energético que las otras arquitecturas, demostrando así, que la utilización de arquitecturas en forma sinérgica logra mayor eficiencia.

Título: Planificación de la demanda en la gestión de cadena de suministro con redes neuronales y Lógica Difusa.

Autor(es): *N. Mena, F. Lario & E. Vicens*

Año: 2006.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencias difusas

Discusión: Este artículo pretende dar a conocer una aproximación novedosa para mejorar la previsión de la demanda en la gestión de la cadena de suministro, la diferencia entre demanda prevista en un determinado horizonte y demanda real, cuya reducción es clave para evitar generación de inventarios en exceso y determinar los

niveles de servicio a los clientes que son determinantes en éxito de las empresas en el entorno actual del mercado. La metodología usada se basa en un modelo de redes neuronales y Lógica Difusa.

Título: Revisión de las estrategias de modelamiento y análisis aplicados a sistemas híbridos de energía.

Autor(es): *C. Florero, J. Valencia & F. Sierra,*

Año: 2016.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Sistemas difusos

Redes neuronales

Algoritmos genéticos

Discusión: El presente trabajo busca realizar una revisión a las diferentes estrategias empleadas a nivel mundial para el análisis de desempeño, dimensionamiento, modelamiento y evaluación de este tipo de sistemas. Una vez recopilada información se pueden clasificar las estrategias en tres grupos. El primero tiene en cuenta las ecuaciones fundamentales para la evaluación independiente de cada uno de los posibles componentes de los sistemas híbridos; el segundo considera alternativas basadas en inteligencia artificial como algoritmos genéticos, Lógica Difusa y redes neuronales; y el tercero se basa en el uso de herramientas computacionales disponibles como HOMER, RETScreen, TRNSYS, HYBRID2, entre otros. El uso de estas herramientas computacionales permite desarrollar simulaciones del comportamiento de sistemas híbridos teniendo en cuenta factores técnicos, ambientales y económicos considerando diferentes escenarios y cambios en parámetros operacionales.

Título: Una nueva aplicación de las redes neuronales y la Lógica Difusa a la optimización del proceso de la fabricación del arrabio en un horno alto

Autor(es): *. H. Ghidan Hussen,*

Año: 2004.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: Esta tesis se centra en el estudio de la aplicación de sistemas, basados en redes neuronales y Lógica Difusa, para la fabricación de arrabio. En particular el control de la temperatura del metal líquido, nivel térmico del horno así como sistemas que ayuden al conocimiento de las relaciones entre los mapas de la temperatura, y otros factores como una ayuda a la optimización del uso de combustibles y coque en el proceso. La metodología propuesta para atacar estos problemas es evaluar y hacer predicciones con modelos basados en redes neuronales artificiales e inferencia difusa.

Título: Una solución económica a los problemas de calidad del servicio del suministro de energía eléctrica.

Autor(es): *V. Barrera, J. Mora, G. Carrillo et al,*

Año: 2006.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Redes Neuronales

Discusión: En este artículo se propone una metodología de construcción de modelos híbridos para la localización de fallas en sistemas de distribución de energía eléctrica, la cual permitirá a las empresas distribuidoras mejorar sus índices de calidad referentes a la continuidad del suministro de energía. Este modelo está conformado por la técnica LAMDA técnica con características de Lógica Difusa y las redes neuronales. El algoritmo RATAN DAS, es un algoritmo de localización de fallas.

Título: Controlador neuronal para el seguimiento de trayectorias en un péndulo de rueda inercial.

Autor(es): *S. Puga, J. Moreno & V. Santibañez,*

Año: 2016

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Discusión: En este trabajo de investigación, se estudia el problema de control de seguimiento de trayectorias en un péndulo de rueda inercial. Primero, se obtiene un

controlador basado en el modelo utilizando la técnica de linealización por retroalimentación de salida. Posteriormente, el controlador es rediseñado al incorporar una red neuronal con el propósito de evitar el conocimiento de los parámetros exactos del péndulo de rueda inercial, y se obtiene un diseño robusto. Se presentan simulaciones numéricas y experimentos en tiempo real, que confirman los resultados teóricos.

Título: Control de un motor utilizando Lógica Difusa con reglas sintonizadas por algoritmos genéticos..

Autor(es): *U. Pereira, J. López, P. Muñoz et al,*

Año: 2007

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Algoritmos genéticos

Discusión: En este documento se describe la implementación de un controlador PI difuso incremental con una base de reglas para un motor de corriente continua controlado por campo. La matriz de reglas es sintonizada a través de algoritmos genéticos. El controlador está diseñado para llevar el motor desde una condición inicial de 0 a 100rpm (revoluciones por minuto).

Una de las alternativas para controlar este tipo de sistemas son los controladores difusos, ya que por sus características no depende del punto de operación, están compuestos de reglas lingüísticas, se pueden construir a partir de la experiencia de algún experto y el diseño no depende del modelo matemático.

Título: Análisis del comportamiento en redes sociales: un enfoque basado en el sistema inteligente..

Autor(es): *T. Rubio, R. Gomes & A. Pereira*

Año: 2016

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: Este artículo presenta una nueva metodología para clasificar a los usuarios de Twitter basados en Redes Neuronales Artificiales y Lógica Fuzzy. Las simulaciones se llevan a cabo utilizando una red neuronal SOM (Mapas auto organizados) para clasificar a los usuarios en cuatro grupos distintos: (0) Usuario poco impresionante; (1) Usuario deseado: Seguidor; (2) Usuario deseado: seguidor y editor; (3) Deseado. La metodología propuesta fue validada a través de un agente autónomo, cuyas interacciones con otros fueron modeladas por medio del sistema de inferencia difusa.

Título: Aprendizaje de representaciones a través del conjunto de medios c difusos para la identificación de patologías de la retina.

Autor(es): *S.P.K Karri, A. Ray, D. Chakraborty et al,*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Agrupamiento

Discusión: El análisis de imágenes retinianas se emplea para automatizar el proceso de detección a través de la extracción y clasificación de características de bajo nivel. El enfoque propuesto identifica puntos de control (diagrama de Voronoi) explorando las estructuras de variedades específicas de clase que construyen límites complejos con naturaleza lineal por partes. Las características de aprendizaje del algoritmo propuesto se han representado en un conjunto de datos de tomografía de coherencia óptica y de juguete. Se ha ilustrado el rendimiento efectivo en la identificación de patologías retinianas y se compara con clasificadores comerciales con varios parámetros. El algoritmo propuesto es capaz de acomodar enfoques no supervisados distintos de Fuzzy C-Means que reflejan su adaptabilidad.

Título: Fuzzy-ucs: resultados preliminares.

Autor(es): *A. Orriols, J. Casillas & E. Bernadó,*

Año: 2007

Análisis.

Algoritmos utilizados

Reglas difusas

Arboles de decisión

Discusión: Este documento presenta Fuzzy-UCS, un sistema de clasificación Fuzzy Classifier de estilo Michigan diseñado para tareas de aprendizaje supervisado. Fuzzy-UCS combina las capacidades de generalización de UCS con la buena interpretabilidad de las reglas difusas para desarrollar conjuntos de reglas altamente precisos y comprensibles. Fuzzy-UCS se prueba en un conjunto de problemas del mundo real, y se compara con UCS y dos de las técnicas de Aprendizaje Automático más utilizadas: C4.5 y SMO.

Título: Predicción de la estructura secundaria de arn utilizando soft computing.

Autor(es): *S. Ray & S. K. Pal,*.

Año: 2013

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: Este trabajo presenta una breve descripción de algunas de las técnicas basadas en soft computing, desarrolladas para la predicción de la estructura secundaria de RNA (Ácido Ribonucleico), junto con su relevancia. Estos son seguidos por diferentes metodologías, empleando algoritmos genéticos, redes neuronales artificiales y Lógica Difusa. Se presenta una comparación relativa entre diferentes técnicas para predecir 12 estructuras secundarias de ARN conocidas, como ejemplo.

Título: Soporte de búsquedas de clientes en e-marketplaces mediante machine learning basado en Lógica Difusa.

Autor(es): *J. Albusac, L.M. López et al ,.*

Año: 2008

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Discusión: Este trabajo, propone un nuevo algoritmo de Aprendizaje Automático basado en Lógica Difusa. Describimos el algoritmo propuesto para apoyar las búsquedas de los clientes en e-Marketplaces y mostramos los resultados obtenidos en ejemplos simulados.

Título: Optimización de parámetros de movilidad utilizando Lógica Difusa y aprendizaje de refuerzo en redes autoorganizadas.

Autor(es): *P. Muñoz Luengo,*

Año: 2014.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Aprendizaje por refuerzo

Discusión: En la presente tesis se proponen diversas técnicas de optimización para redes inalámbricas de próxima generación con el objetivo de resolver diferentes problemas en el campo de SON y redes heterogéneas. Los esquemas de auto-ajuste propuestos están basados en controladores de Lógica Difusa (Fuzzy Logic Controller, FLC), cuyo potencial radica en la capacidad de poder expresar el conocimiento de una manera similar al razonamiento y la percepción humana. En aquellos casos en los que se requiere una herramienta matemática para optimizar el comportamiento del FLC, en esta tesis la solución adoptada ha sido el uso de Aprendizaje por refuerzo, debido a que esta metodología es especialmente apropiada para el aprendizaje mediante interacción, el cual se hace esencial en sistemas complejos como es el caso de las redes inalámbricas.

Título: Ancfis-elm: un algoritmo de aprendizaje automático basado en complejos conjuntos difusos.

Autor(es): *O. Yazdanbakhsh & S. Dick,*

Año: 2016

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difuso

Discusión: El Sistema Inferencial Fuzzy Adaptativo Neuro complejo fue el primer sistema neuro-difuso que emplea complejos conjuntos difusos e interferencia de reglas. La principal desventaja de este sistema es su algoritmo de aprendizaje lento. Un posible enfoque para acelerar este sistema neuro-difuso es aplicar conceptos de la familia de arquitecturas de Extreme Learning Machine; específicamente, seleccionaremos aleatoriamente los parámetros de un "grupo" de conjuntos difusos complejos, y luego entrenaremos la red neuronal actualizando incrementalmente los parámetros de una función de salida lineal.

Título: Un controlador de Lógica Difusa vista del aprendizaje participativo.

Autor(es): *R.Yager & D. Filev,*

Año: 1993.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Lógica difusa

Aprendizaje con refuerzo

Discusión: En este paper se discute el modelo de aprendizaje participativo originalmente introducido por Yager. Se analiza el mecanismo de aprendizaje como una estrategia de control estable. mostramos cómo el mecanismo de aprendizaje utilizado en el aprendizaje participativo puede expresarse en la base de reglas. Se utiliza esta formulación de base de reglas para proporcionar nuevas reglas de aprendizaje. Se modificará la regla widrowhoff para incluir un mecanismo de aprendizaje participativo.

Título: Detección automática de cambios en imágenes de satélite utilizando algoritmos de aprendizaje automático para delhi, india.

Autor(es): *A. Bhatt, S.K. Ghosh & A. Kumar,*

Año: 2015.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Agrupamiento

Discusión: Este artículo analiza la efectividad de los tres tipos de algoritmos de Aprendizaje Automático no supervisados (MLA) para la detección de cambios con el fin de detectar el cambio en algunas de las clases dominantes en un área urbana, como la vegetación, urbanizaciones y masas de agua. Las imágenes Landsat 5 TM y Landsat 8 OLI se han seleccionado para una parte de Nueva Delhi y su área cercana. Se han utilizado tres algoritmos, a saber, K-Means, FCM y EM, ya que representan tres conceptos diferentes en la categoría de Aprendizaje Automático, es decir, basados en particiones, difusos y basados en la probabilidad, respectivamente. El cambio se cuantifica en términos de porcentaje que depende del resultado de la agrupación y el número de píxeles agrupados en cada clase, es decir, urbano, vegetación y agua.

Título: Una encuesta de minería de datos y métodos de aprendizaje automático para la detección de intrusión de seguridad cibernética.

Autor(es): *A. Buczak & E. Guven,*

Año: 2015.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Agrupamiento

Clasificación

Discusión: Este documento de encuesta describe una encuesta enfocada en métodos de Aprendizaje Automático (ML) y minería de datos (DM) para ciber análisis en apoyo de la detección de intrusiones. Debido a que los datos son tan importantes en los enfoques ML / DM, se describen algunos conjuntos de datos cibernéticos bien conocidos utilizados en ML / DM.

Título: Detección y evaluación de la distracción del conductor usando machine learning y fuzzy logic..

Autor(es): *A. Aksjonov, P. Nedoma, V. Vodovozov et al,*

Año: 2018

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Clasificación

Discusión: En este trabajo, se describe una metodología para la detección y evaluación de la distracción del conductor mientras se realizan tareas secundarias y se ofrece y estudia un hardware y un entorno de software apropiados. El sistema incluye un modelo de conducción normal, un subsistema para medir los errores de las tareas secundarias y un módulo para la evaluación de la distracción total. Para evaluar la distracción, se usa un algoritmo de Lógica Difusa efectivo. Para verificar el enfoque propuesto, se llevó a cabo un estudio de caso con experimentos de conductor en el bucle, en el que los participantes realizaron la tarea secundaria, es decir, chatear en un teléfono celular.

Título: Estudio sobre un esquema de migración mediante aprendizaje basado en Lógica Difusa y enfoque de decisión para la QoS en la computación en la nube.

Autor(es): A. Son & E. Huh,

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Redes neuronales

Discusión: La migración contribuye a la gestión eficiente de recursos en el entorno de computación en la nube. Por lo tanto, la migración se usa en muchas áreas, como el equilibrio de carga en Cloud Data Centers (CDC). En este documento, presentamos las métricas de QoS de migración y el esquema de migración propuesto basado en Lógica Difusa. El objetivo principal de este documento es aplicar la Lógica Difusa y la técnica de Aprendizaje Automático para la migración avanzada.

Título: Evaluación de algoritmos de aprendizaje automático para la evaluación de la calidad de imagen.

Autor(es): G. Tchendjou, R. Alhakim, E. Simeu et al,

Año: 2016.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Regresión

Arboles de decisión

Inferencia difusa

Discusión: En este artículo, aplicamos diferentes técnicas de Aprendizaje Automático (ML) para construir modelos objetivos, que permiten evaluar automáticamente la calidad de la imagen de acuerdo con la percepción visual humana. Los seis métodos de ML propuestos son análisis discriminante, k vecinos más cercanos, red neuronal artificial, regresión no lineal, árbol de decisión y Lógica Difusa.

Título: Un sistema de inferencia neuro-fuzzy a través de la integración de fuzzy logic y extreme learning machines..

Autor(es): *Z. Sun, K. Au & T, Choi,*

Año: 2007

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Redes neuronales

Discusión: Este documento investiga la viabilidad de aplicar una técnica de red neuronal relativamente novedosa, es decir, la máquina de aprendizaje extremo (ELM), para realizar un sistema de inferencia difusa de Takagi-Sugeno-Kang (TSK) nebuloso. El método propuesto es una versión mejorada del sistema de inferencia borrosa TSZ neuro difuso habitual. Los métodos propuestos pueden evitar la maldición de la dimensionalidad que se encuentra en los métodos de backpropagation y del sistema de inferencia neuro-difusa híbrida adaptativa (ANFIS).

Título: Técnica de clasificación bayesiana para identificar posible plagio en información textual.

Autor(es): *G. Castillo, Y. González, G. Luzua,*

Año: 2014.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes bayesianas

Discusión: Implementación de un sistema informático que permita verificar la existencia de plagio en los artículos científico – técnicos a publicar en los sistemas de información académica que allí se manejan: Serie Científica, Revista Cubana de Ciencias Informáticas y Repositorio Institucional fundamentalmente. El objetivo de

este trabajo es proponer el uso de varias técnicas de detección de plagio para el sistema a desarrollar, así como la utilización de un método de Aprendizaje Automático para la clasificación de los documentos sospechosos.

Título: Integración de las redes de neuronas artificiales con Lógica Difusa.

Autor(es): *A. Pazos & C. Dans,*

Año: *1996.*

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Inferencia difusa

Discusión: Si lo que se quiere es emular, en algún grado, el comportamiento inteligente de los humanos, no queda otro remedio que abonar un coste que consiste en el incremento de la complejidad de los sistemas que pretenden realizar dicha emulación. La naturaleza nunca ha abierto todas las puertas con una única llave; así, nace la necesidad de construir los "sistemas híbridos" en un intento de aprovechar las características positivas de todos estos métodos y técnicas de la Lógica (Convencional y Difusa), la Informática (Convencional e Inteligencia Artificial), la Ingeniería, etc. para lograr la construcción de estos complejos sistemas que se precisan para alcanzar, en sistemas artificiales, un verdadero y natural comportamiento inteligente.

Título: Predicción de caudales medios diarios en la cuenca de las amazonas aplicando redes neuronales artificiales y el modelo neurodifuso anfis.

Autor(es): *W. Chacón, K. Valeriano, J. Umasi et al,*

Año: *2016.*

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Sistemas difusos

Discusión: El presente artículo muestra los resultados obtenidos al aplicar redes neuronales y el modelo neurodifuso ANFIS para la predicción de caudales medios diarios en una sección de la cuenca del Amazonas. La simulación se llevó a cabo en el software Matlab®, el estudio mostró que al utilizar técnicas de Inteligencia Artificial

se consiguió coeficientes de correlación - CC superiores al 97%, un error medio porcentual absoluto - MAPE por debajo del 10% y otras 4 métricas que fueron utilizadas en esta investigación.

Título: Evaluación de la habitabilidad de edificios afectados por sismo utilizando la teoría de conjuntos difusos y las redes neuronales artificiales.

Autor(es): *M. Carreño, O. Cardona y A. Barbat,.*

Año: 2011

Análisis.

Algoritmos utilizados

Conjuntos difusos

Redes neuronales

Discusión: En este artículo se desarrolla un método y una herramienta computacional que hace uso de estas técnicas para apoyar la evaluación del daño y de la seguridad de los edificios después de sismos fuertes. Se utiliza una red neuronal artificial de tres capas y un algoritmo de aprendizaje tipo Kohonen, así como conjuntos difusos para manipular información subjetiva como las calificaciones de los niveles de daño presentes en los edificios evaluados. También se aplica una base de reglas difusas para contribuir al proceso de toma de decisiones. El método propuesto ha sido implementado en una herramienta de especial utilidad durante la fase de respuesta a emergencias, que facilita las decisiones sobre habitabilidad y reparabilidad de los edificios.

Título: Ambiente inteligente de aprendizaje con manejo afectivo para java.

Autor(es): *R. Zatarain, M. Barrón, F. González et al,*

Año: 2015.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Aprendizaje por agrupamiento

Aprendizaje por clasificación

Discusión: Este sistema está diseñado para ayudar a los estudiantes de programación a reforzar distintas áreas del conocimiento sobre Java. El sistema evalúa aspectos como

el estado cognitivo y afectivo del estudiante para tomar las estrategias de intervención que realizara agente pedagógico, así como realiza procesos de adaptabilidad por medio de un sistema de recomendaciones.

Título: Implementación de redes neuronales y Lógica Difusa para la clasificación de patrones obtenidos por un sónar.

Autor(es): *L. Cruz Salazar, D. Muñoz & J. Contreras,*

Año: 2013.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Conjuntos difusos

Redes neuronales

Discusión: En este proyecto utilizó la arquitectura de Adaline y los sistemas borrosos de interpretación lingüística para clasificar las señales de datos de rocas y metales, obtenidos a través del sonar. Primero, la red neuronal requiere que el entrenamiento coincida cada vector de entrada con el vector de salida correspondiente para comparar con la salida deseada, y obtener un algoritmo que minimiza el error. En segundo lugar, el patrón difuso contiene la superposición de conjuntos triangulares para ajustar el número de conjuntos de datos para el antecedente, y singletons para el consecuente. Ambos métodos se utilizan realizando pequeñas modificaciones de los parámetros para obtener el mejor porcentaje de éxito, el error cuadrático medio más bajo, disminuyendo el tiempo de ejecución, reduciendo el esfuerzo en la máquina de procesamiento y sin recurrir a otras técnicas de inteligencia artificial.

Título: Herramienta de software para el aprendizaje de sistemas difusos en un curso de control digital.

Autor(es): *M. Gamarra, F. Bertel & J. Velásquez,*

Año: 2016

Análisis.

Algoritmos utilizados

Inferencia difusa

Discusión: Este trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una herramienta de software bajo la plataforma Matlab que permite al estudiante la apropiación del

conocimiento acerca de Lógica Difusa aplicada en el área de control industrial. Con esta herramienta el estudiante puede relacionar los conceptos teóricos sobre Lógica Difusa con la realidad industrial, poner a prueba sus conocimientos adquiridos y trabajar varios casos prácticos con el diseño del sistema difuso.

Título: Diseño de un algoritmo genético para un sistema logístico de distribución

Autor(es): . *M.G. German,*

Año: 2000.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Algoritmos genéticos

Regresión lineal

Discusión: Para las organizaciones productivas es importante mejorar la función de servicio al cliente, entre las que priman la calidad del producto o del servicio, el precio y el tiempo de entrega. Para poder mejorar esta función de servicio al cliente se incorpora a la gestión de las actividades del negocio la Logística Empresarial que se compone de la logística de suministros, la de manufactura y la de productos; ésta última encargada de llevar el bien a manos del cliente. El presente artículo muestra el diseño de un algoritmo genético para resolver el problema de distribución convencional, que consisten en determinar las rutas y los medios de transporte para suplir distintas demandas en puntos remotos. Además, se contrasta con la técnica convencional más utilizada para este propósito, demostrando la reducción en un 30% del costo generado.

Título: Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética.

Autor(es): *M. Gestal, D. Rivero, J. Rabuñal et al,*

Año: 2010.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Algoritmos genéticos

Discusión: Se considera a este libro más bien una referencia que sirva para introducir la terminología, los conceptos clave y una bibliografía de base, quedando en manos del lector profundizar en aquellos aspectos que considere de mayor interés. este libro está

especialmente dirigido a aquellos interesados en nuevas técnicas de resolución de problemas, así como a aquellos investigadores que pretenden comenzar su trabajo en estas o similares líneas de investigación.

Título: Algoritmos de diferenciación de servicios para servidores - soporte web con qos.

Autor(es): *O. Traldi, A. Barbato & R. Santana,*

Año: 2006.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Simulación

Discusión: Este documento presenta y compone dos algoritmos para los servicios diferenciados, que se realiza en el nivel de calidad de servicio (QoS) a los servidores Web: la adaptación de recursos de la reserva (RSVAdap) y el balanceo de la oferta (WFQ). Los algoritmos se han incorporado en un modelo de servidor Web con servicios de diferenciación y simulación, distintos parámetros y configuraciones para el sistema.

Título: Generación de algoritmos personalizados para aprender clasificadores de red bayesianos para la detección de fraudes en transacciones web.

Autor(es): *A. Sa, G. Pappa & A. Pereira,.*

Año: 2014

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: Se propone un algoritmo evolutivo para construir automáticamente clasificadores de red bayesiana (BNC) adaptados para resolver el problema de la detección de transacciones fraudulentas. Los BNC son poderosos modelos de clasificación que pueden manejar bien las características de los datos, los datos faltantes y la incertidumbre. Para evaluar las técnicas, adoptamos una métrica de eficiencia económica y las aplicamos a nuestro conjunto de datos real.

Título: Modelos de algoritmos genéticos y redes neuronales en la predicción de índices bursátiles asiáticos.

Autor(es): *A. Parisi, F. Parisi & D. Diaz*

Año: , 2006.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Algoritmos genéticos

Discusión: Este estudio analiza la capacidad de los modelos multivariados construidos a partir de algoritmos genéticos y redes neuronales artificiales para predecir el signo de las variaciones semanales de los índices del mercado bursátil asiático Nikkei225, Hang Seng, Shanghai Composite, Seoul Composite y Taiwan Weighted. El modelo multivariable de algoritmos genéticos obtuvo el mejor desempeño en términos de rendimiento corregido por riesgo, medido por los índices de Sharpe y Treynor. Aunque la red de Ward obtuvo una mejor capacidad predictiva, esto no se reflejó en un mayor rendimiento corregido por el riesgo.

Título: Redes neuronales e inteligencia artificial.

Autor(es): *N. Rojas,*

Año: 2014.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Discusión: El objeto de este estudio es la implementación de los algoritmos usados en IA, para comprobar su desempeño, luego generar el material didáctico que permita su divulgación, usando los diseños elaborados, fruto de la investigación. En éste caso se toman dos referentes, uno las Redes Neuronales, dado su impacto e importancia en el desarrollo de algoritmos, que emulan el comportamiento del cerebro humano, frente a los algoritmos genéticos, los cuales se adaptan a la situación que se enfrentan, obedeciendo a las leyes de la genética evolutiva en la arquitectura del programa.

Título: Algoritmos genéticos.

Autor(es): *J. Arranz de la Peña & A. Parra Truyol,*

Año: 2007.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Algoritmos genéticos

Discusión: En este documento se pretende analizar los algoritmos genéticos descubriendo su funcionamiento y sus secretos.

Título: Comparación de algoritmos de aprendizaje para identificación del usuario a través de la voz.

Autor(es): *E. Villatoro, L. Villaseñor Pineda, M. Montes & Gómez,*

Año: 2005.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Máquina de soporte vectorial

Discusión: En este trabajo presentamos una comparación entre cuatro algoritmos de Aprendizaje Automático para identificación del hablante. El estudio hace hincapié en la simplificación de la caracterización de la señal de voz al no usar reconocimiento fonético. Los resultados hasta ahora alcanzados nos brindan elementos para preferir el algoritmo de Máquinas de Vectores de Soporte (SVM).

Título: Aplicación de técnicas aprendizaje automático para estimar la calidad de la voz en escala grbas.

Autor(es): *M. García, A. Rosset, M. Moyano et al,*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Agrupamiento

Discusión: Este proyecto tiene como objetivo particular la realización de una clasificación automática de la calidad vocal, valuada en la escala GRBAS, a través de características extraídas del análisis acústico de la señal y técnicas de aprendizaje automático.

Título: Predictor de fallos en supercomputadores mediante técnicas de aprendizaje automático ramón.

Autor(es): *R. Hernández,*

Año: 2017

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Este proyecto se centra en realizar un modelo de Aprendizaje automático que permita predecir el tipo de fallo producido en una serie de supercomputadores en producción pertenecientes a LANL (Los Alamos National Laboratory), analizando un conjunto de datos público que contiene trazas de errores registradas durante un periodo de 10 años. En el caso de este proyecto, se eligió como objetivo final la clasificación de los fallos que aparecen sin catalogar en el conjunto de datos original.

Título: Modelo para la estimación del esfuerzo de desarrollo en tareas de ingeniería de proyectos de software empleando Aprendizaje Automático.

Autor(es): *H. Bedregal,*

Año: 2007

Análisis.

Algoritmos utilizados

Regresión

Discusión: El objetivo de la presente investigación, es el de definir un modelo para la estimación del esfuerzo de desarrollo de software empleando técnicas de Aprendizaje automático y a partir del análisis e interpretación del razonamiento que sigue el modelo, entrenar al responsable de proyectos para que este optimice el tiempo, rediseñando las características de software de sus tareas de ingeniería.

Título: Metodología para procesos de inteligencia de negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de datos.

Autor(es): *S. Morales, M. Morales & R. Rizo,*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Arboles de decisión

Discusión: En este trabajo se definirá una metodología llamada M3S de IN, la cual se determina un procedimiento adecuado a seguir para tener los mejores resultados en la extracción de Información, para obtener mayor conocimiento y valor en la información; a su vez dicha metodología se sustentara en el algoritmo ID3 de árboles de decisión el cual se fundamenta de conceptos matemáticos como son la entropía y ganancia de información dentro del análisis de los mejores atributos que se pueden considerar para toma de decisiones.

Título: Modelo de evaluación de proyectos de software utilizando una Lógica Difusa compensatoria.

Autor(es): *H. Medina, L. Guerrero & R. Espín,*

Año: 2017.

Análisis.**Algoritmos utilizados**

Conjuntos difusos

Inferencias difusas

Discusión: El objetivo de esta investigación es generar un modelo general para la evaluación de proyectos de software utilizando una Lógica Difusa compensatoria, con el objetivo de tener un análisis de los factores que influyeron en los resultados de los proyectos de software. La metodología empleada es exploratoria y explicativa, ya que se analizará la documentación y se tomarán como base investigaciones previas en las que se utilice una Lógica Difusa compensatoria como herramienta de análisis.

Título: Modelo híbrido de árbol de decisión difusa con optimización por enjambre de partículas para clasificación de obesidad escolar..

Autor(es): *J. Torres,*

Año: 2018

Análisis.**Algoritmos utilizados**

Arboles de decisión

Enjambre de abejas

Discusión: Esta investigación presenta un modelo híbrido que integra un árbol de decisión, Lógica Difusa, la optimización por enjambre de partículas (PSO, por sus siglas en inglés). Utilizando para ello el análisis de regresión paso a paso (SRA, por sus siglas en inglés) para el pre procesamiento de los datos y determine el conjunto de variables independientes que más cercanamente afecten a la variable dependiente (obesidad). Luego se utiliza un árbol de decisión difusa para la generación de las reglas optimizado con un enjambre de partículas para mejorar los resultados de la clasificación de obesidad escolar, se realiza la interpretabilidad y se compara los algoritmos multiobjetivos representativos con PSO para mostrar de interpretabilidad y precisión.

Título: Sistema de soporte de decisión para la gestión de fallos en equipos industriales, basado en métodos de ensemble..

Autor(es): C. Corso, M. Pereyra, G. Martines et al

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Algoritmos de Ensemble

Bayesiano Ingenua

Arboles de decisión

Discusión: Este trabajo propone el desarrollo de modelos híbridos usando los métodos de ensemble Grading y Vote, combinando las técnicas de redes bayesianas (BayesNet y Naive BayesUpdateable) y árboles de decisión (RandomTree). Se determina la precisión de los métodos de ensemble con los distintos algoritmos, mediante experimentos con el mismo set de datos particionado.

Título: Análisis bayesiano de factores de riesgo de accidente en trabajos de movimientos de tierras.

Autor(es): *J. García, J. Martin, S. Gerassis et al,*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: En este trabajo se analizan características de distintas obras en las que se ejecutaban trabajos de movimiento de tierras y tuvo lugar un accidente. Aplicando redes bayesianas se identifican los factores de mayor potencial predictivo de las situaciones de riesgo analizadas. Las redes bayesianas pueden ser herramientas muy potentes en la descripción general de contextos de obra, y de gran capacidad predictiva dentro de la planificación de obras desde la perspectiva seguridad-producción.

Título: Aprendizaje estructural de redes bayesianas para modelar el emprendimiento académico de base sostenible y tecnológica.

Autor(es): *A. Ruano García,*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: El objetivo de esta tesis será utilizar las redes bayesianas como herramienta de modelado estadístico para ahondar en el estudio y conocimiento del emprendimiento académico, considerando la tecnología y sostenibilidad. En primer lugar, se trata de caracterizar el perfil del emprendedor académico, diferenciando entre emprendedores, emprendedores potenciales y no emprendedores. Luego se realiza un estudio en cuanto a los obstáculos y facilitadores percibidos por cada uno de los diferentes perfiles tratando de ver las diferencias entre la percepción de los emprendedores reales y los potenciales. Y, por último, se crea una red bayesiana para modelar la creación de empresas en el contexto universitario basándonos en la literatura previa habida al respecto y utilizando algoritmos de Aprendizaje automático.

Título: Redes bayesianas aplicadas a problemas de credit scoring. una aplicación práctica.

Autor(es): *M. Beltrán, A. Muñoz & A. Muñoz Alamillos,*

Año: 2014

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: En este artículo se aborda la forma de construir un clasificador eficiente a través de redes bayesianas utilizadas en la minería de datos y cuya finalidad es conseguir más precisión que otros modelos empleados en los problemas de credit scoring. El enfoque bayesiano, basado en modelos de probabilidad, emplea la teoría de la decisión para el análisis del riesgo eligiendo en cada situación que se presenta la acción que maximiza la utilidad esperada. Usando una muestra de datos bancarios reales se concluye la superior capacidad predictiva de estos modelos respecto a los resultados obtenidos por otros métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos.

Título: Riesgo operacional en el proceso de liquidación del mercado mexicano de valores: un enfoque bayesiano.

Autor(es): *M. José & M. Francisco,*

Año: 2013

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: Este trabajo identifica y cuantifica los diversos factores de riesgo operacional (RO) del proceso de liquidación en el mercado de valores de México mediante un modelo de red bayesiana (RB). El modelo RB es calibrado con datos de eventos con información adicional que se obtuvo de los expertos del mismo organismo. Permite capturar la interrelación entre factores de riesgo (causa-efecto), lo cual potencializa su utilidad, como se muestra en el análisis comparativo que se realiza entre los enfoques RB y clásico. Por último, es importante mencionar que el enfoque bayesiano que se propone es consistente en el sentido de Artzner et al. (1998).

Título: Análisis, diseño y aplicación de modelos de dialogo flexibles, contextuales y dinámicos basados en redes bayesianas.

Autor(es): *F. Fernández Martínez,*

Año: 2008.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Autómatas finitos

Discusión: Esta tesis brindara nuevas soluciones de dialogo basadas en Redes Bayesianas. Como alternativa a los sistemas de dialogo clásicos (autómatas de estados nitos o FSMs, sistemas basados en scripts o planes de dialogo, etc.), se han explorado nuevos esquemas de dialogo que permiten una mayor flexibilidad y naturalidad mediante una definición más conveniente del dialogo como la interacción con un sistema de inferencia.

Título: Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes neuronales.

Autor(es): *J. Rubio, J. Hernández, F. Ávila et al,*

Año: 2016.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Internet de las cosas

Discusión: En este trabajo se describe el desarrollo de un sistema sensor prototipo creado para identificar contaminantes en el ambiente. Este prototipo está conformado con un arreglo de sensores de gas de óxido de estaño SnO₂ utilizados para identificar vapores químicos, una etapa de adquisición de datos implementada con una plataforma ARM (Advanced RISC Machine) de bajo costo (Arduino) y una red neuronal capaz de identificar contaminantes ambientales automáticamente. La red neuronal se utiliza para identificar la composición del contaminante censado.

Título: Algoritmo compensador neuronal discreto de dinámica en robots móviles usando filtro de kalman extendido.

Autor(es): *F. Rossomando, C. Soria & R. Carelli,.*

Año: 2013

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes neuronales

Discusión: Este artículo presenta el diseño de un algoritmo basado en redes neuronales en tiempo discreto para su aplicación en robótica móvil. En este trabajo mostrara un

análisis de estabilidad del algoritmo neuronal adaptable, y además se comprueba que los errores de control están acotados en función del error de aproximación de la red neuronal RBF. Se muestran resultados de experimentación sobre un robot móvil que prueban la viabilidad práctica y el rendimiento para el control de los mismos.

Título: Design and evaluation of analytic tools for emergency department management based on machine learning techniques.

Autor(es): A. Enaliev

Año: , 2016.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Regresión

Discusión: En esta tesis se proponen soluciones basadas en algoritmos de Aprendizaje automático para dos problemas comunes a la mayoría de los servicios de urgencias de hospitales de atención especializada: la predicción del censo de urgencias y la predicción en tiempo real de las probabilidades de hospitalización para todos los pacientes triados presentes en el servicio de urgencias en un determinado momento. El desarrollo y la evaluación de herramientas de software para la generación de nomogramas para modelos basados en regresión logística y en regresión de Cox, dado que los nomogramas pueden emplearse para ayudar en la toma de decisiones clínicas o en procedimientos de contingencia en caso de fallo de sistemas de soporte a la decisión basada en sistemas de información. Se construyeron modelos de series temporales basados en métodos de regresión generalizada con algoritmos de Aprendizaje automático.

Título: Machine learning in scientometrics..

Autor(es): A. Ibañez,

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Discusión: Esta tesis propone nuevas contribuciones en el Aprendizaje automático que podrían arrojar luz sobre el área de la cienciometría. Estas contribuciones están divididas en tres partes: Varios modelos supervisados in(sensibles) al coste son aprendidos para predecir el éxito científico de los artículos y los investigadores. Los editores de revistas científicas podrían disponer de una herramienta capaz de predecir el número de citas de un artículo en el futuro antes de ser publicado, Varios modelos gráficos probabilísticos son aprendidos para explotar y descubrir nuevas relaciones entre el gran número de índices bibliométricos existentes, la comunidad científica podría medir como algunos índices influyen en otros términos probabilísticos y realizar propagación de la evidencia e inferencia abductiva para responder a preguntas bibliométricas, un estudio bibliométrico sobre la investigación española en informática ha sido realizado bajo la cultura de publicar o morir, este estudio se basa en una metodología de análisis de clusters que caracteriza la actividad en la investigación en términos de productividad, visibilidad, calidad, prestigio y colaboración internacional. También se analiza los efectos de colaboración en la productividad y la visibilidad bajo diferentes circunstancias.

Título: Algoritmo multclasificador con aprendizaje incremental que manipula cambios de conceptos.

Autor(es): A. Díaz,

Año: 2014

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Esta investigación propone un nuevo algoritmo llamado multclasificador de adaptación rápida (FAE) que cuente con mecanismos capaces de actualizar sus estructuras de forma acelerada para el tratamiento de cambios de conceptos graduales, abruptos o recurrentes. Se ha partido de un algoritmo MultiCIDIMDS, el nuevo algoritmo incorpora un detector de cambio con vista a mejorar la manipulación de cambios de conceptos abruptos. Además, almacena un conjunto de clasificadores

inactivos que representan a viejos conceptos, los cuales se activan de forma muy rápida cuando estos conceptos reaparecen. El nuevo algoritmo ha sido implementado bajo las condiciones del entorno de trabajo MOA y dentro de este, ha sido probado junto a propuestas anteriores sobre conocidos conjuntos de datos, tanto artificiales como reales, alcanzando resultados promisorios.

Título: Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil.

Autor(es): *O. Sposito, H. Ryckeboer, J. Bossero, et al,*

Año: 2008.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Regresión

Discusión: Este artículo presenta los resultados de la evaluación del rendimiento académico y de la deserción estudiantil de los estudiantes del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM). La investigación se realizó aplicando el proceso de descubrimiento de conocimiento sobre los datos de alumnos. La implementación de este proceso se realizó con el software MS SQL Server para la generación de un almacén de datos, el software SPSS para realizar un preprocesamiento de los datos y el software Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis) para encontrar un clasificador del rendimiento académico y para detectar los patrones determinantes de la deserción estudiantil.

Título: Application of machine learning to agricultural soil data.

Autor(es): *M. Sirsat,*

Año: 2017.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Esta tesis evalúa la capacidad de los métodos de Aprendizaje automático (machine learning) para la predicción de estos parámetros a partir de datos químicos del suelo publicados por los gobiernos de la India y del estado de Maharashtra. Estos datos permiten la predicción de los siguientes parámetros del suelo de interés para la agricultura:

- Índices locales de fertilidad para 6 nutrientes del suelo.
- Niveles de nutrientes del suelo.
- Acidez del suelo o pH.
- Cultivo recomendado para el terreno bajo consideración.
- Tipo de suelo, otro dato también categórico que en los datos disponibles puede adoptar los valores.
- Etc.

Para resolver estos problemas de clasificación aplicaron una colección de 20 técnicas, implementadas en C++, Matlab, R y Weka.

Título: Diseño y uso de objetos didacticos basado en contratos..

Autor(es): S. Alonso,

Año: 2005

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Este trabajo presenta una técnica de diseño de metadatos de objetos didácticos orientada a facilitar los procesos automatizados o semi-automatizados de selección y composición. Esta técnica permite definir mediante una semántica no ambigua, los requisitos y resultados del uso de objetos didácticos en forma de contratos. La técnica propuesta se aplica a la descripción de metadatos conforme con las especificaciones y estándares actuales sobre metadatos de objetos didácticos.

Título: Gaussian processes in machine learning..

Autor(es): *C. Rasmussen,*

Año: 2004

Análisis.

Algoritmos utilizados

Regresión

Discusión: Este trabajo ofrece una introducción básica a los modelos de regresión del Proceso Gaussiano enfocándose en entender el papel del proceso estocástico y cómo usarlo para definir una distribución sobre las funciones. Se presentan ecuaciones simples para incorporar datos de entrenamiento y examinamos cómo aprender los hiperparámetros usando la probabilidad marginal. Se explica las ventajas prácticas del proceso de Gauss y terminamos con conclusiones y una mirada a las tendencias actuales en el trabajo de GP.

Título: Gene prediction by using advanced techniques of computational intelligence.

Autor(es): *J. Rodriguez*

Año: , 2015.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Este trabajo propone una serie de enfoques que abordan el reconocimiento de sitios funcionales mediante el uso de técnicas de propias del Aprendizaje automático y que tienen en consideración al mismo tiempo aspectos propios de la naturaleza biológica del problema. Las metodologías presentadas para el reconocimiento de puntos funcionales en la secuencia cuentan con las siguientes características: se demuestra la naturaleza desequilibrada en las clases problema y se muestra la utilidad de aplicar métodos desarrollados para combatir esta característica, se propone una nueva técnica para predicción de este tipo de sitios basada en la idea de que se consideren más de dos grupos e los patrones para el entrenamiento utilizados para la generación de los modelos de clasificación y por último se introduce una nueva

metodología de clasificación basada en la creación de un modelo que combina tanto tipos de clasificadores como sea necesario y que consideran tantas fuentes de evidencia como sea posible.

Título: Implementación de un sistema de información basado en un enfoque de procesos, para la mejora de la operatividad del área de créditos de la microfinanciera crecer.

Autor(es): *N. Tenorio,*

Año: 2014

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Discusión: Este proyecto plasma la implementación e implantación del Sistema de Información COREBANK en la Microfinanciera CRECER, el cual está basado en procesos que se adaptan a su realidad y necesidades actuales, con el objetivo de mejorar la operatividad del área de créditos de dicha organización. La implementación de este sistema permitirá dar soporte a todos los procesos involucrados al área de créditos de la organización, brindara la información requerida y en el momento oportuno para el desarrollo de las tareas diarias, permitirá tener un mejor control sobre cada uno de los créditos y clientes actuales de la empresa, lo que ayudara amenorar el porcentaje de morosidad y el riesgo crediticio, se mejorara la rapidez de atención al cliente y otorgamiento de créditos, e incrementar el grado de satisfacción de los clientes con respeto al servicio otorgado por la Microfinanciera, de esta manera se lograra mejorar la operatividad del área de créditos de CRECER.

Título: Machine learning for information extraction in informal domains.

Autor(es): *D. Freatag,*

Año: 2000.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Agrupamiento

Discusión: Consideramos el problema de aprender a realizar la extracción de información en dominios donde el procesamiento lingüístico es problemático, como las publicaciones de Usenet, el correo electrónico y los archivos del plan de dedo. En lugar de información sintáctica y semántica, se pueden usar otras fuentes de información, como frecuencia de términos, tipografía, formato y marcado. Describimos un enfoque de estrategia múltiple que combina a estos estudiantes y produce un rendimiento competitivo o mejor que el mejor de ellos. Esta técnica es modular y flexible, y podría encontrarse en otros problemas de Aprendizaje automático.

Título: Machine learning algorithms for pattern visualization in classification tasks and for automatic indoor temperature prediction.

Autor(es): *S. Alawadi,*

Año: 2018.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Dimensionalidad

Clasificación

Discusión: La actual tesis se sitúa en el ámbito del Aprendizaje automático (Machine Learning), concretamente en la clasificación de patrones y en la regresión o aproximación de funciones. Aunque existen muchos métodos de clasificación de patrones multi-dimensionales, en general se comportan como “cajas negras” en las que la explicación de su funcionamiento resulta difícil o imposible. Esta tesis desarrolla métodos de reducción en la dimensionalidad de los datos para proyectar problemas de clasificación multi-dimensionales sobre un espacio de dos dimensiones (un plano). Los clasificadores pueden así usarse para aprender los datos proyectados y crear mapas bi-dimensionales de los problemas de clasificación que, por tratarse de gráficos, resulta intuitivo y fácil de entender. Con el objetivo de desarrollar un modelo eficiente para los sistemas iv HVAC, en esta tesis se han evaluado 40 regresores empleando un conjunto de datos reales generados por un edificio inteligente, el Centro Singular de Investigación en Tecnologías de la Información (CiTIUS), de la Universidad de

Santiago de Compostela. Además, se han desarrollado y comparado diferentes modelos basados en redes neuronales que permiten el re-entrenamiento automático.

Título: Sentiment classification using machine learning techniques.

Autor(es): *B. Pang, L. Lee & S. Vaithyanathan,*

Año: 2002.

Análisis.

Algoritmos utilizados

Bayesiano ingenuo

Clasificación

Discusión: Técnicas de aprendizaje definitivamente superan líneas de base producidas por el hombre. Sin embargo,

Los tres métodos de Aprendizaje automático. Empleamos (Naive Bayes, máxima entropía, clasificación y soporte de máquinas vectoriales) No se desempeñe tan bien en el sentimiento clasificación en base a temas tradicionales categorización Concluimos examinando.

Título: Un estudio empírico preliminar sobre los tests estadísticos mas habituales en el aprendizaje automático.

Autor(es): *F. Herrera, C. Hervas. J. Otero et al.*

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Agrupamiento

Discusión: Actualmente no existe un diseño experimental que sea admitido de forma universal por los investigadores en Aprendizaje automático. Hay opiniones diversas en lo referente a la proporción de ejemplos de la muestra que se debe reservar para la fase de validación, o acerca de la forma en que se deben seleccionar estos ejemplos, por mencionar algunos puntos controvertidos. El estudio experimental se instrumenta sobre varios conjuntos de datos sintéticos, con propiedades teóricas conocidas.

Título: Sistema predictivo progresivo de clasificación probabilística como guía para el aprendizaje.

Autor(es): C. Arnedo,

Año: 2015

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Regresión

Agrupamiento

Discusión: El trabajo realizado en esta tesis se basa en el desarrollo de un modelo de predicción progresiva que mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje a través del uso de las tecnologías de la información y de las técnicas de inteligencia artificial.

Título: Interfaces avanzadas aplicadas a la interacción musical.

Autor(es): A. Pujazón,

Año: 2014

Análisis.

Algoritmos utilizados

Simulación

Redes Neuronales

Discusión: Los últimos avances en tecnologías de interacción humano-computadora han traído Los cambios en la forma en que interactuamos con dispositivos informáticos de cualquier tipo, desde La computadora de escritorio estándar para los Smartphone más recientes. Esta tesis tiene como objetivo abordar la necesidad mencionada presentando un conjunto de estudios que cubren el uso de modelos de interacción innovadores para música basada en Aplicaciones, desde paradigmas de interacción para el aprendizaje musical hasta más. Interfaces de interacción orientadas al entretenimiento, como instrumentos musicales virtuales, Simulación de conjunto de conductores, etc.

Título:

Modelización de la probabilidad de accidente laboral en función de las condiciones de trabajo mediante técnicas “machine learning”.

Autor(es): J. López,

Año: 2017

Análisis.

Algoritmos utilizados

Redes Bayesianas

Discusión: Este estudio trata de hacer efectiva, y se propone como objetivo, la predicción de la probabilidad de ocurrencia de accidentes en función de las condiciones de trabajo, mediante la utilización de los datos generados por las Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo realizadas en España, concretamente se ha utilizado la VII ENCT elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Para el tratamiento de los múltiples datos aportados por la encuesta se utilizarán técnicas “Machine Learning” (Aprendizaje automático) y concretamente Redes Bayesianas. Estas nos proporcionaran la probabilidad condicionada de la ocurrencia de un accidente, en función de otros factores causales incluidos en la red.

Título: Machine learning for the detection of oil spills in satellite radar images.

Autor(es): *M. Kubat, R. Holte & S. Matwin,.*

Año: 1998

Análisis.

Algoritmos utilizados

Regresión

Clasificación

Discusión: Durante un proyecto que examinó el uso de técnicas de Aprendizaje automático para la detección de derrames de petróleo, encontramos Algunas preguntas esenciales que creemos merecen la atención de la comunidad de investigación. Relacionamos estos problemas con las propiedades de la aplicación del derrame de petróleo, como su distribución de clases desequilibrada, que Se muestran como comunes a muchas aplicaciones. Nuestras soluciones a estos problemas están implementadas en el Canadá. Sistema de Detección de Riesgos Ambientales (CEHDS), que está a punto de someterse a pruebas de campo.

Título: Sistemas de clasificación de preguntas basados en corpus para la búsqueda de respuestas.

Autor(es): *D. Tomas,*

Año: 2010

Análisis.

Algoritmos utilizados

Clasificación

Agrupamiento

Discusión: Esta tesis se centra en el desarrollo de sistemas automáticos de clasificación de preguntas fácilmente adaptables a diferentes idiomas y dominios de trabajo. Estos sistemas se basan en técnicas de Aprendizaje automático sobre corpus, siguiendo un enfoque estadístico del tratamiento del lenguaje humano. El objetivo es evitar en gran medida el uso de herramientas y recursos lingüísticos más allá de los propios corpus de aprendizaje, obteniendo sistemas que destacan por su flexibilidad y sus escasos requerimientos.

5.1. Conclusiones

- a) Del análisis bibliométrico realizado, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, se concluye que actualmente los algoritmos de Aprendizaje Automático más utilizados en los trabajos de investigación, según orden de preferencia son aquellos algoritmos basados en: Redes Neuronales, Redes Bayesianas, Árboles de Decisión, Regresión, Clasificación, Algoritmos genéticos.

- b) Del mismo análisis anterior, se concluye que se prefiere usar en las investigaciones científicas los enfoques y algoritmos de la Lógica Difusa siguiendo este orden de preferencia: Los Algoritmos basados en Los conjuntos Difusos, definidos por sus correspondientes funciones de membresías, los

Algoritmos basados en la inferencia difusa de Mandani y los algoritmos basados en la inferencia de Sugeno.

- c) Existe un criterio básico y fundamental para relacionar los algoritmos de Aprendizaje Automático y la Lógica difusa que se denomina incertidumbre, según este criterio se relacionan con notable claridad los algoritmos que tratan la incertidumbre por medios estadísticos como las Redes Bayesianas, los Árboles de decisión, las Redes Neuronales, la Regresión con Algoritmos que tratan la incertidumbre con enfoques difusos, como los Conjuntos Difusos, Las Relaciones Difusas, Las Inferencias Difusas , los Sistemas Difusos.

5.2. Recomendaciones

- a) Se recomienda implementar el, protocolo de Revisión Sistemática planteado en esta investigación, en posteriores oportunidades para hacer un estudio comparativo entre los resultados obtenidos en esta investigación y los resultados que podrían obtenerse en una oportunidad posterior para establecer el incremento de investigaciones en estas áreas del conocimiento de la Inteligencia Artificial.
- b) Se recomienda profundizar los estudios para establecer con precisión la relación entre algoritmos concretos de ambas disciplinas por ejemplo las relaciones entre los Algoritmos de Clustering y la Inferencia Difusa que no se han evidenciado en es este estudio.
- c) Se recomienda hacer una investigación básica que formalice las relaciones entre los algoritmos de Aprendizaje Automático y los Algoritmos de Lógica Difusa con una sola notación y un desarrollo axiomático formal de tales relaciones.

- d) Se recomienda desarrollar o usar software que permitan establecer interfaces gráficas que permitan visualizar con precisión y sencillez las relaciones entre los algoritmos de Aprendizaje Automático y los algoritmos de la Lógica Difusa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, H. M., & Andrade, L. A. G. R. R. A. E. (2007). Modelo de evaluación de software utilizando una lógica difusa compensatoria de proyectos, 90–104.
- Aguilar, R., Torres, J., y Martín, C. (2019). Aprendizaje Automático en la Identificación de Sistemas. Un Caso de Estudio en la Predicción de la Generación Eléctrica de un Parque Eólico, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 16(1), 114 – 127.
- Aguirre, E., y Lopez, O. (2007). Combining k-NN with SVD for WSD. *Association for Computational Linguistics*, 342–345.
- Aksjonov, A., Nedoma, P., Vodovozov, V., Petlenkov, E., & Herrmann, M. (2018). Detection and Evaluation of Driver Distraction Using Machine Learning and Fuzzy Logic. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, PP, 1–12.
- Alarcón, C. (2015). Optimización del Clasificador “Naive Bayes” usando Árbol de Decisión c4.5 (tesis de maestría). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
- Albusac, J., López-López, L. M., Murillo, J. M., & Castro-Schez, J. J. (2008). Supporting customer searches in e-Marketplaces by means of fuzzy logic-based machine learning. *Proceedings - IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence, WI*, 892–896.
- Alderete, A. M. (2006). Fundamentos del Análisis de Regresión Logística en la Investigación Psicológica. *Revista Evaluar*, 6(1), 52-57.
- Alegre, A., Del, P., Barreto, L. J., Galardo, O., De, U. N., & Matanza, L. (2013). La descomposicion de valores singulares (DVS) Obtencion de la DVS y su aplicacion al procesamiento de imagenes digitales. Buenos Aires, Argentina.
- Aliev, R. A., Huseynov, O. H., Aliyev, R. R., & Alizadeh, A. A. (2015). *The Arithmetic of Z-Numbers: Theory and Applications*. World Scientific.
- Alonso, S. S. (2005). Diseño y uso de objetos didácticos basado en contratos, 238.
- Angarita, A. y. Tabares, C. (2012) Análisis de riesgos para el proceso administrativo: Departamento de Informática en la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Pereira S.A. E.S.P., basados en la Norma ISO 27005. Trabajo de grado Especialista en Redes de Datos. Pereira: UNTELS Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación. 104 p.
- Angarita, A. A., Tabares, C. A., & Rios, J. I. (2015). Definición de un modelo de medición de análisis de riesgos de la seguridad de la información aplicando lógica difusa y

sistemas basados en el conocimiento1 Definition of a model for measuring risk analysis. Comité Editorial/Científico, 71.

- Arnedo, C. J. V. (2015). Sistema predictivo progresivo de clasificación probabilística como guía para el aprendizaje, 207.
- Arranz de la Peña, J., & Parra Truyol, A. (2007). Algoritmos Genéticos. Asignatura Inteligencia En Redes de Comunicaciones, Prof Julio Villena Román, Trabajos Del Curso 06/07, SESIÓN 1b, 8.
- Arrojo-Hernández, J. (2016) Métodos de reducción de dimensionalidad: Análisis comparativo de los métodos APC, ACPP y ACPK. Revista uniciencia, No. (1), pp.115-122.
- Astorga-Gómez, J. M. (2014). Aplicación de modelos de regresión lineal para determinar las armónicas de tensión y corriente. Ingeniería Energética, 35(3).
- Babaei, A.R., Mortazavi, M. & Moradi, M.H., 2012. Fuzzy-Genetic Autopilot Design for Nonminimum Phase and Nonlinear Unmanned Aerial Vehicles. Journal of Aerospace Engineering, 25(1), pp.1–9.
- Ballester, L., & Colom, A. (2006). Lógica Difusa: una nueva epistemología para las Ciencias de la Educación. Revista de Educación, (340), 995–1008.
- Baviera, T. (2016). Técnicas para el análisis del sentimiento en Twitter: Aprendizaje Automático Supervisado y SentiStrength. Revista Dígitos, 1(3), 33 - 50.
- Bedregal, H. R. V. (2007). Modelo para la estimación del esfuerzo de desarrollo en tareas de ingeniería de proyectos de software empleando Aprendizaje automático. Doctor, 160.
- Beltrán Pascual, M., Muñoz Martínez, A., & Muñoz Alamillos, Á. (2014). Redes bayesianas aplicadas a problemas de credit scoring. Una aplicación práctica. Cuadernos de Economía (Spain), 37(104), 73–86.
- Betancor Martín, C. (2015). Aportaciones al control inverso con modelo de referencia basado en lógica borrosa, redes neuronales y algoritmos genéticos, 274.
- Bhatt, A., Ghosh, S. K., & Kumar, A. (2015). Automated Change Detection in Satellite Images Using. Igarss, 1678–1681.
- Bishop, C. M. (2012). Model-based machine learning. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(1984), 20120222–20120222.
- Boletín de RedIRIS. (2008). Identificación de aplicaciones de red mediante técnicas de Aprendizaje automático (41). Recuperado de <http://www.rediris.es/difusion/publicaciones/boletin/82-83/ponencia2.2A.pdf>.

- Bru, J. M., Escoto, R. P., & Sabater, J. P. G. (2004, September). Aplicaciones de la Teoría de los Conjuntos Difusos en la Planificación de la Producción: Un Estudio de la Literatura*. In VIII Congreso de Ingeniería de Organización (pp. 101-110).
- Buczak, A., & Guven, E. (2015). A survey of data mining and machine learning methods for cyber security intrusion detection. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, PP (99), 1153–1176.
- C. Salgado, M. Peralta, D. Riesco, G. M. (2015). Aplicación de Lógica Difusa en le evaluación de calidad de los procesos de negocio, 5.
- Cabada, R. Z., Lucía, M., & Estrada, B. (2015). Ambiente inteligente de aprendizaje con manejo afectivo para Java. *Computing Science*, 92, 111–121.
- Cabrera, P., & Calle, L. (2004). " Modelo Digital de Lógica Difusa, aplicada a un sistema inteligente.
- Cáceres, J., Cuadrado, J., Sicilia, M., Rodríguez, D. y Rejas R. (2007). Reconocimiento de patrones y el aprendizaje no supervisado. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, No. (3), pp. 6-22.
- Cardoso, S., ... M. M.-R., & 2017, U. (2017). Metodología para Procesos de Inteligencia de Negocios con mejoras en la extracción y transformación de fuentes de Datos. *Rmlconsultores.Com*, (11), 107–119.
- Carlos Andrés Forero Núñez, Jairo Alberto Valencia, F. E. S. V. (2016). Revisión de las estrategias de modelamiento y análisis aplicados a sistemas híbridos de energía. *Ingeniería Mecánica*, 19(1), 59–67.
- Carmona, C. J., Pulgar, F., García, A. M., González, P., & Del Jesus, M. J. (2015). Análisis descriptivo mediante Aprendizaje supervisado basado en patrones emergentes, 685–694.
- Carreño, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2011). Evaluación de la habitabilidad de edificios afectados por sismo utilizando la teoría de conjuntos difusos y las redes neuronales artificiales. *Revista Internacional de Métodos Numéricos Para Calculo y Diseño En Ingeniería*, 27(4), 278–293.
- Castillo Reyes, G., González González, Y., & Luzua Farias, G. (2014). Técnica de clasificación bayesiana para identificar posible plagio en información textual. *Bayesian Classification Technique to Identify Possible Plagiarism in Textual Information.*, 8(4), 130–144.
- Cerrada, M. et al., 2005. Dynamical membership functions: An approach for adaptive fuzzy modelling. *Fuzzy Sets and Systems*, 152(3), pp.513–533.
- Chacón, W. E. B., ValerianoValdez, K. Y., Umasi, J. C. I., & Torres, J. S. (2016). Predicción de caudales medios diarios en la cuenca del Amazonas aplicando redes neuronales artificiales y el modelo neurodifuso ANFIS. *Computing Science*, 113, 23–35.

- Cheng, J., Bell, D. A., & Liu, W. (1997). An algorithm for Bayesian belief network construction from data. In proceedings of AI & STAT'97 (pp. 83-90).
- Chui-Yu Chiu, Chih-Chung Lo, Y.-X. H. (2007). Integrating Bayesian Theory and Fuzzy Logics with Case-Based Reasoning for Car-diagnosing Problems, 5.
- Cofre, S. Beca. (2007). Clustering Difuso Con Selección De Atributos. Universidad De Chile.100.
- Correa, F., Gallardo, J., Muñoz, N., & Pérez, R. (2016). Estudio comparativo basado en métricas para diferentes arquitecturas de navegación reactiva. *Ingeniare*, 24(1), 46–54.
- Corso, C. L., Pereyra, M. F., Martínez, G., & Gibellini, F. (n.d.). Sistema de Soporte de Decisión para la Gestión de fallos en equipos industriales, basado en métodos de ensamble., 186–197.
- Cota, C. X. N., Díaz, A. I. M., & Duque, M. Á. R. (2014). Evaluation framework for m-learning systems: Current situation and proposal. *Interaccion'14*, 1–3.
- Cruz Salazar, L. A., Muñoz Aldana, D. J., & Contreras Montes, J. A. (2013). Implementación de redes neuronales y Lógica Difusa para la clasificación de patrones obtenidos por un Sónar.2nd International Congress of Engineering Mechatronics and Automation, CIIMA 2013 - Conference Proceedings, 1–6.
- De La Cruz, K., Cieza J. & Flores C. (2012). Aplicación del modelo de clusterización basado en el algoritmo de k-means para la segmentación de la morbilidad materna en el hospital san bartolomé de la ciudad de lima-2012. Universidad Peruana Unión.
- Diana Carolina, R. G., Pulido Sarmiento, G., Arévalo Gerardino, B., Cruz Romero, J. M., Estupiñan Escalante, E., & Suárez Cancino, S. (2009). Adquisición y Reconocimiento de Imágenes por Medio de Técnicas de Visión e Inteligencia Artificial. *Iteckne*, 6(1), 5–13.
- Díaz Blanco, I. (2018). Aplicaciones de técnicas de inteligencia artificial basadas en aprendizaje profundo (Deep learning) al análisis y mejoras de las eficiencias de procesos industriales (Tesis de maestría), Universidad de Oviedo, Asturias, España.
- Dupouy, B. (2014). Aplicación de árboles de decisión para la estimación del escenario económico y la estimación de movimiento la tasa de interés en chile. (Tesis de maestría).Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Empananza, J. I., & Urreta, I. (2006). Revisión Sistemática y metaanálisis, 3, 1–9.
- Escobar, C., & Galindo, J. (2004). Software Genérico de Control Difuso: Aplicación en Agricultura Industrial. In XII Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy (ESTYLF 2004), Jaén, Spain (pp. 551-556).

- Ester, M., Kriegel, H., Xu, X., & Miinchen, D.-. (1996). A Density-Based Algorithm For Discovering Clusters In Large Spatial Databases With Noise.
- Fernández Martínez, F. (2008). Análisis, diseño y aplicación de modelos de diálogo flexibles, contextuales y dinámicos basados en Redes Bayesianas, 267.
- Fernando, K., y Hammarling, S.(1987). A Generalized Singular Value Decomposition for a Product of Two Matrices and Balanced Realization. Technical Report, Numerical Algorithms Group, 87.
- Ferreira Gonzales, I, Urrutia, G & Coello, P. (2011). Revisiones Sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación, 64(8), 688–696.
- Francisco Herrera, Cesar Hervás, Jose Otero, and L. S. (n.d.). Un estudio empírico preliminar sobre los test estadísticos más habituales en el aprendizaje automático, 10.
- Francisco Javier, G. C. (2009). Modelos bayesianos para la clasificación supervisada. Aplicaciones al análisis de datos de expresión genética, 330.
- Freitag, D. (2000). Machine Learning for Information Extraction in Informal Domains, 169–202.
- Galarza Hernandez, J. (2017). Reducción de dimensionalidad en Machine Learning. Diagnóstico de cáncer de mama bsado en datos genómicos y de imagen. Valencia: Doctoral Dissertation.
- Galiatsatos, D., Nerantzaki, M., Konstantopoulou, G., Assimakopoulos, K., Anastassopoulos, G., & Lymberopoulos, D. (2015). Classification of the most Significant Psychological Symptoms in Mental Patients with Depression using Bayesian Network, 8.
- Gamarra, M., Bertel, F., & Velásquez, J. (2016). Herramienta de software para el aprendizaje de sistemas difusos en un curso de control digital. Formación Universitaria, 9(4), 33–40.
- García, A. M. R.-R. (2015). Aprendizaje Estructural de Redes Bayesianas para Modelar el Emprendimiento Académico de Base Sostenible y Tecnológica, (3), 325.
- García, J. F., Martín, J. E., Gerassis, S., Saavedra, A., & Taboada García, J. (2017). Análisis bayesiano de factores de riesgo de accidente en trabajos de movimientos de tierras. Informes de La Construcción, 69(546), 8.
- García, J. R. L., & Miguel. (2017). Modelización de la probabilidad de accidente laboral en función de las condiciones de trabajo mediante técnicas “Machine Learning,” 242.
- García, M. A., Rosset, A. L., Moyano, M., Ramírez, H., Melgralejo, S., & Carrillo, F. (2017). Aplicación de técnicas Aprendizaje automático para estimar la calidad de la voz en escala GRBAS, 26–30.

- Gerardo, J., Rangel, C., Smith, A., & Fuentes, F. (2015). Clasificador Difuso Neuronal Aplicado a Casos de Datos Sintéticos, 6–13.
- Germán Méndez Giraldo. (2000). Diseño de un algoritmo genético para un sistema logístico de distribución, 5, 20–27.
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J. R. J., Dorado, J., & Pazos, A. (2010). Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética.
- Ghidan Hussen, H. (2004). Una nueva aplicación de las redes neuronales y la Lógica Difusa a la optimización del proceso de la fabricación del arrabio en un horno alto, 132.
- Giráldez, R. (2003). Mejoras En Eficiencia Y Eficacia De Algoritmos Evolutivos Para Aprendizaje Supervisado, 203.
- González Morcillo, C. (2011). Lógica Difusa. Técnicas de Softcomputing, 29.
- González-Ruiz, S. L., Gómez-Gallego, I., Pastrana-Brincones, J. L., Y Hernández-Mendo, A. (2015). Classification algorithms and neural networks in automated observation records | Algoritmos de clasificación y redes neuronales en la observación automatizada de registros. Cuadernos de Psicología Del Deporte, 15(1), 31–40.
- González-Ruiz, S., Gómez-Gallego, I., Pastrana-Brincones, J., & Hernández-Mendo, A. (2014). Algoritmos de clasificación y redes neuronales en la observación automatizada de registro. Cuadernos de Psicología Del Deporte, 15(1), 31–40.
- Goudarzi, S. et al., 2016. NARX prediction of some rare chaotic flows: Recurrent fuzzy functions approach. Physics Letters, Section A: General, Atomic and Solid State Physics, 380(5-6), pp.696–706.
- Goudarzi, S., Khodabakhshi, M.B. & Moradi, M.H., 2016. Interactively recurrent fuzzy functions with multi objective learning and its application to chaotic time series prediction. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 30(2), pp.1157–1168.
- Guzmán, D., & Castaño, V. M. (2006). La Lógica Difusa en ingeniería: Principios, aplicaciones y futuro. Ciencia y Tecnología, 24(2), 87–107.
- Hermosillo, A. M., & García, F. A. J. Un estudio comparativo entre algoritmos de aprendizaje automático orientados a la clasificación de personalidad para selección de personal en un contexto hispano, 2018 (16).
- Hernández, L. R. B., & Valdés, O. R. (2016). Lógica Difusa Basada en la Experiencia del Usuario para Medir la Usabilidad. Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software, 4(1), 48-54.
- Hua, Z Rui, L Jizhou, S. (2006). An emotional model for nonverbal communication based on fuzzy dynamic bayesian network. Electrical and Computer Engineering, ..., (May), 1534–1537.
- Ibañez, A. (2015). Machine Learning in Scientometrics, 265.

- IEEE, British Academy, Royal Society, Summary, E., Context, H., Pace, T., ... Ward, P. (2017). Machine learning: the power and promise of computers that learn by example. Report by the Royal Society (Vol. 66), 125.
- Ishibuchi, H. & Yamamoto, T., 2005. Rule weight specification in fuzzy rule-based classification systems. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 13(4), pp.428–435.
- Jang, J. S. R., Sun, C. T., & Mizutani, E. (1997). Neuro-fuzzy and soft computing, a computational approach to learning and machine intelligence.
- José de Jesús, R., Hernández-Aguilar José, A., Ávila-Camacho Francisco, J., Stein-Carrillo Juan, M., & Meléndez-Ramírez, A. (2016). Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes Neuronales. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 17(2), 211–222.
- Karri, S. P. K., Ray, A. K., Chakraborty, D., & Chatterjee, J. (2017). Learning representations through ensemble of fuzzy C-means for identification of retinal pathologies. *ACM International Conference Proceeding Series*, 6.
- Koraz, Y., & A. Gabbar, H. (2017). Fault diagnosis of micro energy grids using Bayesian belief network and adaptive neuro-fuzzy interference system. *IEEE International Conference on Smart Energy Grid Engineering (SEGE)*, 143–147.
- Lee, K. H. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Application*, Republic of South Korea.
- Leyva Vázquez, M. Y., Pérez Teruel, K., Febles Estrada, A., & Gulín González, J. (2013). Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información. *Contaduría y Administración*, 58(4), 95–117.
- Liang, C.-Y. & Su, J.-P., 2003. A new approach to the design of a fuzzy sliding mode controller. *Fuzzy Sets and Systems*, 139(1), pp.111–124.
- Lin, C.-J. & Xu, Y.-J., 2006. The design of TSK-type fuzzy controllers using a new hybrid learning approach. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 20(1), pp.1–25
- Liu, K. F.-R., Kuo, J.-Y., Yeh, K., Chen, C.-W., Liang, H.-H., & Sun, Y.-H. (2015). Using fuzzy logic to generate conditional probabilities in Bayesian belief networks: a case study of ecological assessment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12(3), 871–884.
- Lo, C.-C. and Chen, W.-J. (2012). A hybrid information security risk assessment procedure considering interdependences between controls. *Expert Systems with Applications*, 39(1):247 – 257.
- Luengo, P. M. (2014). Optimization of Mobility Parameters using Fuzzy Logic and Reinforcement Learning in Self-Organizing Networks, 245.

- Markowski, A. S., & Mannan, M. S. (2008). Fuzzy risk matrix. *Journal of hazardous materials*, 159(1), 152-157.
- Martinez-Sanchez, J. F., & Venegas-Martínez, F. (2013). Riesgo operacional en el proceso de liquidación del mercado mexicano de valores: Un enfoque bayesiano. *Investigación Económica*, 72(286), 101–138.
- MathWorks, Inc, & Wang, W. C. (1998). *Fuzzy Logic Toolbox: for Use with MATLAB: User's Guide*. Mathworks, Incorporated
- Mendel, J.M.J., 1995. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(9408047), pp.345–377.
- Méndez, L. A. (2015). *A Practical Introduction to Fuzzy Logic using LISP (Vol. 327)*. Springer.
- Mitchell, T. M. (1997). Machine learning in ecosystem informatics and sustainability. *IJCAI International Joint Conference on Artificial Intelligence*.
- Molaezadeh, S.F. & Moradi, M.H., 2013. A 2uFunction representation for non-uniform type-2 fuzzy sets: Theory and design. *International Journal of Approximate Reasoning*, 54(2), pp.273–289.
- Molaezadeh, S.F. & Moradi, M.H., 2013. Bifurcating fuzzy sets: Theory and application. *Neurocomputing*, 118, pp.268–278.
- Monleón, A., (2015). El impacto del Big-data en la Sociedad de la Información. Significado y utilidad. *Historia y Comunicación Social*. 20(2), 427 – 445.
- Morales, M. M., Domínguez, R. G., Ramírez, N. C., Hernández, A. G., & Andrade, J. L. J. (2004). A method based on genetic algorithms and fuzzy logic to induce Bayesian networks. *Computer Science, 2004. ENC 2004. Proceedings of the Fifth Mexican International Conference In*, 5.
- Morales-luna, G. (2002). *Introducción a la Lógica Difusa*, 1–12.
- Morante, R. (2008, mayo). Etiquetado automático de roles semánticos con un sistema de aprendizaje basado en memoria. *Revista de los Estudios de Humanidades y los Estudios de Lenguas y Culturas de la UOC*. Recuperado de <https://digithum.uoc.edu/10/dt/cat/morante.pdf>.
- Muñoz, E., & Seijas, C. (2015). Análisis Comparativo de Ajuste en Entrenamiento de Redes Neuronales artificiales a partir de las Librerías Open NN y ALGLIB. *La Granja*, 21(1), 49–60.
- Nicolay A. Mena O'meara, Francisco Cruz Lario Esteban, E. V. S. (2006). Planificación de la Demanda en la Gestión de Cadena de Suministro con Redes Neuronales y Lógica Difusa, 9.

- Normandi Rocío Tirado Ríos, Freddy Enrique Triana Litardo, J. W. S. S. (2016). Optimización de Redes Bayesianas basado en Técnicas de Aprendizaje por Inducción. *Reportes Técnicos En Ingeniería Del Software*, 3(9), 41–60.
- Orriols-puig, A., Casillas, J., & Bernadó-mansilla, E. (2007). Fuzzy-UCS: Preliminary Results, 2871–2874.
- Ortega, C. (s.f.). Cómo las empresas pueden impulsar su negocio a través de las plataformas E-Commerce con el Big Data, *Aprendizaje Automático y el Management Científico.*, Quality Excellence S.L., (405), 75 – 86.
- Pablo García, Luis M. Fernández, Juan P. Torreglosa, F. J. (2012). Control Difuso de un Tranvía Híbrido Propulsado por Pila de Combustible, Batería y Supercondensador. *Revista Facultad de Ingeniería*, (43), 162–169.
- Padhy, N. P., & Simon, S. P. (2015). *Soft Computing: With MATLAB Programming*. Oxford University Press.
- Pang, B., Lee, L., & Vaithyanathan, S. (2002). Thumbs up? Sentiment Classification using Machine Learning Techniques. *Proceedings of the ACL-02 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing - EMNLP*, 02, 10(July), 79–86.
- Pang, Y., Chen, J., & Wang, N. (2009). A Special Supervised Learning Algorithm and Its Applications. *2009 Ninth International Conference on Hybrid Intelligent Systems*, 462–466.
- Pazos, A., & Dans, C. (1996). Integración de las redes de neuronas artificiales con Lógica Difusa, 297–324.
- Pereira, U. T. De, López, J. A., Muñoz, P. A., Cardona, J. E., Un, C. D. E., Utilizando, M., ... Reglas, C. O. N. (2007). Control de un motor utilizando lógica difusa con reglas sintonizadas por algoritmos genéticos. *Direct*, XIII (37), 121–125.
- Provost, F. (1998). Machine Learning for the Detection of Oil Spills in Satellite Radar Images, 215, 195–215.
- Puga Guzmán, S. A., Moreno Valenzuela, J., & Santibáñez, V. (2016). Controlador neuronal para el seguimiento de trayectorias en un péndulo de rueda inercial. *Revista Internacional de Métodos Numéricos Para Calculo y Diseño En Ingeniería*, 32(4), 204–211.
- Pujazón, A. R. (2014). Interfaces avanzados aplicados a la interaccion musical, 136.
- Pulido, M. E., Hernández, A. A., & Robledo, J. C. (2013). Sistema de inferencia difuso para la inflación en Colombia. *Ensayos Sobre Política Económica*, 31(71), 73–84.
- Quesada, F. J. G., Graciani, M. A. F., Bonal, M. T. L., & Díaz-Marta, M. A. (n.d). *Aprendizaje Con Redes Neuronales Artificiales*.

- Ramírez, A., Barriga, A., Baturone, I., & Sánchez Solano, S. (2005). *Lógica Difusa Conceptos Fundamentales*. Libro Electrónico Sobre Lógica Difusa, 35–59.
- Rasmussen, C. E. (2004). *Gaussian Processes in Machine Learning*, 63–64.
- Ray, S. S., & Pal, S. K. (2013). RNA secondary structure prediction using soft computing. *IEEE/ACM Transactions on Computational Biology and Bioinformatics / IEEE, ACM*, 10(1), 2–17.
- Rezaee, B., 2010. A cluster validity index for fuzzy clustering. *Fuzzy Sets and Systems*, 161(23), pp.3014–3025.
- Reznik, L. (2015). Basic mathematical concepts of fuzzy sets.
- Rico, F. R. (2013). Selección y ponderación de características para la clasificación de textos y su aplicación en el diagnóstico médico, 228.
- Rodríguez, A. (2009). Utilización de la lógica difusa en la estimación del riesgo en proyectos. XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, 1–12.
- Rodríguez, H., Grimaldo, G., & Manzano, A. (2018). Monitoreo de la Actividad Física a Partir de un Modelo Basado en Redes Neuronales, con Dispositivo “Wearable,” 2018(2017), 953–962.
- Rodriguez, j. P., & gene. (2015). Gene prediction by using advanced techniques of computational intelligence, 150.
- Rojas, N. G. (2014). *Redes Neuronales E Inteligencia Artificial*, 8.
- Rojo, D. R. G. (2004). Mejoras en eficiencia y eficacia de algoritmos evolutivos para Aprendizaje supervisado, 240.
- Ropero, R., Aguilera, P., Fernández, A., & Rumí, R. (2014). Redes bayesianas: una herramienta probabilística en los modelos de distribución de especies. *Revista Ecosistemas*, 23(1), 54-60.
- Ross, T. J. (2009). *Fuzzy logic with engineering applications*. John Wiley & Sons.
- Rossomando, F. G., Soria, C., & Carelli, R. (2013). Algoritmo compensador neuronal discreto de dinámica en robots móviles usando filtro de Kalman extendido. *Revista Internacional de Métodos Numéricos Para Calculo y Diseño En Ingeniería*, 29(1), 12–20.
- Rúbio, T., Gomes, R., & Pereira, A. (2012). Behavioral Analysis in Social Networks: An Approach Based on Intelligent System. *Proceedings - International Conference on WebMedia*, 12, 193–196.
- Rutkowska, D. (2002). Type 2 fuzzy neural networks: an interpretation based on fuzzy inference neural networks with fuzzy parameters. In *Fuzzy Systems, 2002. FUZZ-*

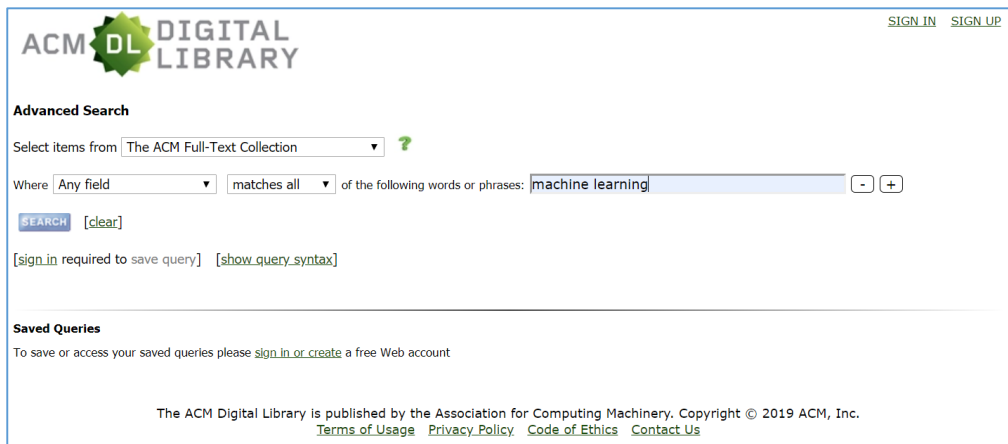
- IEEE'02. Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on (Vol. 2, pp. 1180-1185). IEEE.
- Sá, A. G. C., Pappa, G. L., & Pereira, A. C. M. (2014). Generating Personalized Algorithms to Learn Bayesian Network Classifiers for Fraud Detection in Web Transactions. Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web – WebMedia, 14, 179–186.
- Sánchez Meca, J (2010). Revisión Sistemática y metaanálisis en seguridad y salud laboral (II): 1–4.
- Sanchis S., Javier. (2002). GPC Mediante Descomposición En Valores Singulares (SVD) Y Análisis De Componentes Principales. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica De Valencia
- Santana Jiménez, L. (2013). Una aplicación de la lógica difusa a la evaluación del balance de riesgos de la inflación y del crecimiento macroeconómico. Ciencia y sociedad.
- Seising, R., Trillas, E., & Kacprzyk, J. (Eds.). (2015). Towards the Future of Fuzzy Logic (Vol. 325). Springer.
- Shang, K., & Hossen, Z. (2013). Applying fuzzy logic to risk assessment and decision-making. Canadian institute of actuaries.
- Sirsat, M. S. (2017). Application of machine learning to agricultural soil data, 126.
- Sivanandam, S. N., Sumathi, S., & Deepa, S. N. (2007). Introduction to fuzzy logic using MATLAB (Vol. 1). Berlin: Springer.
- Son, A. Y., & Huh, E. N. (2017). Study on a migration scheme by fuzzy-logic-based learning and decision approach for QoS in cloud computing. International Conference on Ubiquitous and Future Networks, ICUFN, 507–512.
- Soto, C. (2018). Aplicación de métodos de aprendizaje automático en el análisis y la predicción de resultados deportivos, Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF), 34(2), 377 – 382.
- Sposito, O. M., Ryckeboer, H. L., & Bossero, J. M. E. E. (2008). Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil, 5.
- Sun, Z.-L., Au, K.-F., & Choi, T.-M. (2007). A neuro-fuzzy inference system through integration of fuzzy logic and extreme learning machines. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. Part B, Cybernetics: A Publication of the IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society, 37(5), 1321–1331.
- Tamir, D. E., Rishe, D., & Kandel, A. (Eds.). (2015). Fifty Years of Fuzzy Logic and its Applications. Springer India.

- Tchendjou, G. T., Alhakim, R., Simeu, E., & Lebowsky, F. (2016). Evaluation of machine learning algorithms for image quality assessment. 2016 IEEE 22nd International Symposium on On-Line Testing and Robust System Design (IOLTS), 193–194.
- Tobergte, D.R. & Curtis, S., 2013. No Title No Title. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp.1689–1699.
- Tomás, D. (2010). Sistemas de clasificación de preguntas basados en corpus para la búsqueda de respuestas. *Procesamiento de Lenguaje Natural*, 44(1), 155– 156.
- Tornero, J., (2017). *Machine Learning: Modelos Ocultos de Markov (HMM) y Redes Neuronales Artificiales (ANN)* (Tesis de pregrado). Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Torres, J. A. S. (2018). Modelo híbrido de árbol de decisión difusa con optimización por enjambre de partículas para clasificación de obesidad escolar, 173.
- Traldi, O. A., Barbato, A. K., Santana, R. H. C., Santana, M. J., & Teixeira, M. M. (2006). Algoritmos de diferenciación de servicios para servidores web con soporte a QoS. *XII WebMedia*, Volumen 102, Pages 263-272, nov, 102, 263–272.
- Tsihrintzis, G. A., Virvou, M., & Jain, L. C. (Eds.). (2016). *Intelligent Computing Systems: Emerging Application Areas* (Vol. 627). Springer.
- Víctor Barrera Nuñez, Juan Mora, G. C. y G. O. (2006). Una solución económica a los problemas de calidad del servicio del suministro de energía eléctrica y *Ciencia-Ing*, 2(4), 95–123.
- Villarroel, L., Alvarez, J., y Maldonado, D. (2003). Aplicación del análisis de componentes principales en el desarrollo de productos. *Acta nova*, 2(3).
- Villatoro, E., Villaseñor Pineda, L., & Montes and Gómez, M. (2005). Comparación de algoritmos de aprendizaje para identificación del usuario a través de la voz, 1.
- Yager, R. R., & Filev, D. P. (1993). *A Fuzzy Logic Controller View of Participatory Learning*, 912–917 vol.2.
- Yazdanbakhsh, O., & Dick, S. (2016). ANCFIS-ELM: A machine learning algorithm based on complex fuzzy sets. *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 2007–2013.
- Ying, H. & Member, S., 2006. Deriving Analytical Input – Output Relationship for Fuzzy Controllers Using Arbitrary Input Fuzzy Sets. *Eee Transactions on Fuzzy Systems*, 14(5), pp.654–662.
- Zadeh, L. A. (1975). Fuzzy logic and approximate reasoning. *Synthese*, 30(3-4), 407-428.
- Zadeh, L.A., (2008). Is there a need for fuzzy logic? *Information Sciences*, 178(13), pp.2751–2779.

APÉNDICES

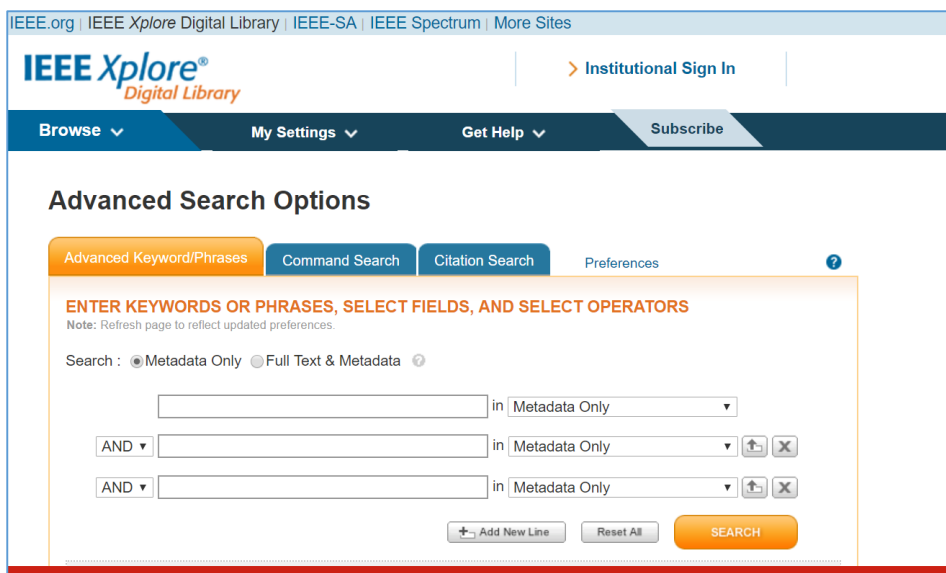
Se muestra a continuación los motores de búsqueda de las principales bases de datos seleccionadas.

Figura 2-13. Motor de búsqueda de la base de datos ACM



The screenshot shows the ACM Digital Library search page. At the top left is the logo "ACM DL DIGITAL LIBRARY". In the top right corner, there are links for "SIGN IN" and "SIGN UP". Below the logo, the section is titled "Advanced Search". It features a dropdown menu for "Select items from" set to "The ACM Full-Text Collection". Below this, there is a search criteria section: "Where" with a dropdown for "Any field", "matches all" with a dropdown, and a text input field containing "machine learning". There are minus and plus buttons next to the input field. Below the search criteria, there are buttons for "SEARCH" and "[clear]". Further down, there are links for "[sign_in required to save query]" and "[show_query_syntax]". A section titled "Saved Queries" contains the text: "To save or access your saved queries please sign_in or create a free Web account". At the bottom, there is a footer with the text: "The ACM Digital Library is published by the Association for Computing Machinery. Copyright © 2019 ACM, Inc." and links for "Terms of Usage", "Privacy Policy", "Code of Ethics", and "Contact Us".

Figura 2-14. Moto de búsqueda de IEEE Xplore digital library



The screenshot shows the IEEE Xplore Digital Library search page. At the top, there is a navigation bar with links for "IEEE.org", "IEEE Xplore Digital Library", "IEEE-SA", "IEEE Spectrum", and "More Sites". Below this is the "IEEE Xplore Digital Library" logo and a link for "Institutional Sign In". A dark blue navigation bar contains "Browse", "My Settings", "Get Help", and "Subscribe". The main section is titled "Advanced Search Options" and has tabs for "Advanced Keyword/Phrases", "Command Search", "Citation Search", and "Preferences". Below the tabs, there is a text input field with the instruction "ENTER KEYWORDS OR PHRASES, SELECT FIELDS, AND SELECT OPERATORS" and a note: "Note: Refresh page to reflect updated preferences." Below this, there is a search criteria section: "Search:" with radio buttons for "Metadata Only" (selected) and "Full Text & Metadata". Below this, there are three search criteria rows, each with a text input field, a dropdown menu set to "Metadata Only", and buttons for "AND", "↑", and "X". At the bottom, there are buttons for "Add New Line", "Reset All", and "SEARCH".

ANEXOS

Matriz de consistencia

TITULO: ESTADO DEL ARTE DEL APRENDIZAJE AUTOMATICO RELACIONADO CON LA LOGICA DIFUSA

PROBLEMA GENERAL Y PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTEIS GENERAL E HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DE ESTUDIO	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Será posible hacer un estudio que permita establecer con precisión los avances en las investigaciones en los campos del Aprendizaje Automático y su relación con Lógica Difusa?</p> <p>Problemas específicos PE1: ¿La posibilidad de poder establecer los algoritmos de Aprendizaje Automático más difundidos y usados? PE2: ¿La posibilidad de lograr determinar los avances en la construcción de sistemas basados en Lógica Difusa? PE3: ¿Es posible obtener información que visualice la relación que existe entre los algoritmos de Aprendizaje Automático y su relación e implementación en sistemas difusos?</p>	<p>Objetivo general Hacer un estudio bibliométrico para determinar la relación que existe en las investigaciones de Aprendizaje Automático y las investigaciones en Lógica Difusa, en los reportes científicos publicados en las bases de datos relacionadas con la Inteligencia Artificial usando las técnicas de la Revisión Sistemática.</p> <p>Objetivos específicos OE1: Determinar los Algoritmos de Aprendizaje Automático más usados en las investigaciones científicas publicados en base de datos bibliográficas. OE2: Determinar los aspectos más usados en Sistemas de Lógica Difusa en las investigaciones científicas publicadas en base de datos bibliográficas. OE3: Establecer los criterios que se usan para relacionar los algoritmos de Aprendizaje Automático con los Sistemas de Lógica Difusa.</p>	<p>Hipótesis general: Existen relación conceptual entre las disciplinas Aprendizaje Automático y Lógica Difusa, expresada en sendos trabajos de investigación científica que relacionan y complementan los algoritmos de ambas disciplinas.</p> <p>Hipótesis específica 1: Existen algoritmos de Aprendizaje Automático que son de uso preferencial en las aplicaciones, evidenciado en los trabajos de investigación realizados y publicados en las bases de datos bibliográficas.</p> <p>Hipótesis específica 2: Es posible establecer los algoritmos más frecuentemente usados para la elaboración de Sistemas Difusos, evidenciados en los trabajos de investigación registrados en bases de datos bibliográficas.</p> <p>Hipótesis específica 3: Es posible obtener evidencias de trabajos de investigación publicados en las bases de datos bibliográficas que usan algoritmos híbridos que relacionan el Aprendizaje Automático con la Lógica Difusa.</p>	<p>En esta investigación existen dos variables cualitativas de estudio, el Aprendizaje Automático y la Lógica Difusa.</p> <p>Aprendizaje Automático. Conjunto de algoritmos que en base a entrenamiento hace que las máquinas adquieran experiencia y aprendan. Los valores de la variable Aprendizaje Automático son: Aprendizaje Automático Supervisado, Aprendizaje Automático no Supervisado, Aprendizaje Automático Híbrido y Aprendizaje Automático Profundo. Esta variable se operacionaliza con los diversos algoritmos que existen para cada tipo de Aprendizaje Automático.</p> <p>Lógica Difusa. Trata la incertidumbre haciendo uso de funciones de membresía y formando Conjuntos Difusos. Los valores de la variable Lógica Difusa son: Expresiones lingüísticas, funciones de membresía, conjuntos difusos, T-normas, S-normas, Inferencia de Mandani, Inferencia de Sugeno, sistema difuso. Esta variable se operacionaliza con los algoritmos para implementar cada uno de estos conceptos.</p>	<p>Revisión Sistemática. Búsqueda y evaluación crítica de todos los estudios de investigación que dan respuesta a una misma pregunta, claramente definida, que se realiza utilizando una metodología sistemática y explícita para identificar, seleccionar y evaluar críticamente las investigaciones relevantes y para recolectar y analizar los datos provenientes de los estudios incluidos en la misma</p> <p>Etapas de una Revisión Sistemática <i>Primera etapa:</i> Formulación de la(s) pregunta(s) de investigación. <i>Segunda etapa:</i> Búsqueda y selección de los estudios (en bases electrónicas, revistas, sitios web). <i>Tercera etapa:</i> Evaluación de la calidad de los estudios. <i>Cuarta etapa:</i> Recopilación de los datos. <i>Quinta etapa:</i> Análisis, presentación e interpretación de los resultados. <i>Sexta etapa:</i> Publicación de la RS/MA (Revisión Sistemática / Meta-análisis)</p>

