



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898473*

RFC: AT1120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VII Número: Edición Especial Artículo no.:25 Período: noviembre 2019.

TÍTULO: Estudio comparado de las técnicas de Inteligencia Artificial para el diagnóstico de enfermedades.

AUTORES:

1. Dr. Lázaro Francisco Ramos Fuentes.
2. Dra. Amilkar Suárez Pupo.
3. Máster. Alicia Filadelfia Escobar Torres.
4. Máster. Víctor Manuel Sellán Icaza.
5. Máster. Ligia Elizabeth Vargas Angulo.

RESUMEN: El diagnóstico de enfermedades es un proceso cognitivo complejo que involucra entrenamiento, experiencia, reconocimiento de patrones y cálculo de probabilidad condicional, entre otros componentes menos entendidos. En las últimas décadas, se han realizado varios esfuerzos para aplicar el análisis predictivo en los sistemas de salud y lanzar sistemas de aprendizaje automático para facilitar el diagnóstico de enfermedades. Actualmente se utilizan avances considerables, especialmente la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial (IA); factible cuando se aprovechan los datos disponibles y la experiencia clínica. Este documento tiene como objetivo comparar las técnicas de IA para seleccionar la que mejor se adapte al diagnóstico de enfermedades, cuando hay datos almacenados sobre el comportamiento de las enfermedades que con frecuencia afectan a la población.

PALABRAS CLAVES: Técnicas de Inteligencia Artificial, diagnóstico de enfermedades, clasificación, predicción, toma de decisiones.

TITLE: Comparative study of Artificial Intelligence techniques for the diagnosis of diseases.

AUTHORS:

1. Dr. Lázaro Francisco Ramos Fuentes.
2. Dra. Amilkar Suarez Pupo.
3. Master. Alicia Filadelfia Escobar Torres.
4. Master. Víctor Manuel Sellán Icaza.
5. Master. Ligia Elizabeth Vargas Angulo.

ABSTRACT: The diagnosis of diseases is a complex cognitive process that involves training, experience, pattern recognition and calculation of conditional probability, among other less understood components. In recent decades, several efforts have been made to apply predictive analysis in health systems and to launch machine learning systems to facilitate the diagnosis of diseases. Considerable advances are currently used, especially the application of Artificial Intelligence (AI) techniques; feasible when they take advantage of available data and clinical experience. This paper aims to compare AI techniques to select the one that best fits the diagnosis of diseases, when there are stored data on the behavior of diseases that frequently affect the population.

KEY WORDS: Artificial Intelligence Techniques, diagnosis of diseases, classification, prediction, decision making.

INTRODUCCIÓN.

La medicina enfrenta el reto en la adquisición, análisis y aplicación de conocimientos para resolver problemas clínicos complejos. En la actualidad, existen innumerables adelantos que involucran el

empleo intensivo de la tecnología en el diagnóstico médico. El presente trabajo está relacionado con el empleo de la tecnología en el diagnóstico de enfermedades.

Se realiza un estudio que evidenció que las herramientas y técnicas tradicionales que comúnmente se utilizan para ejecutar diagnóstico de enfermedades, presentan características variables y no cumplen con los aspectos requeridos para el diagnóstico de enfermedades. Por tal motivo se propone un estudio comparado de las técnicas de IA para seleccionar la que mejor se ajusta para el diagnóstico de enfermedades en aras de encontrar nuevas soluciones para el procesamiento de la información, análisis desde los datos, diagnósticos de enfermedades con un mayor grado de certeza. Posibilitando la obtención de resultados favorables para apoyar la toma de decisiones en materia de salud (Torres Fernández et al., 2017).

Las técnicas de IA aplicadas al diagnóstico de enfermedades han sido utilizadas en estudios de problemas complejos, alcanzando un aceptado grado de certeza en los resultados obtenidos con respecto a la identificación de un tipo específico de enfermedad. Estas aplicaciones son ventajosas debido a que facilitan la construcción y estudio de sistemas capaces de aprender a partir de un conjunto de datos y mejorar procesos de clasificación y predicción (Deo, 2015).

Aplicaciones basadas en técnicas de IA han resultado ventajosas para el diagnóstico de enfermedades y el apoyo a la toma de decisiones dada la facilidad que tienen para aprender a partir de diferentes conjuntos de datos y mejorar procesos de clasificación y predicción de enfermedades (Ozyilmaz & Yildirim, 2002).

Basado en lo antes referido se estudian las técnicas de IA que con frecuencia se han utilizado en el área de salud para el diagnóstico de enfermedades, debido a la necesidad de encontrar nuevas soluciones para el procesamiento de la información, análisis desde los datos, diagnósticos de enfermedades con un mayor grado de certeza (Leyva-Vázquez, Pérez-Teruel, Febles-Estrada, & Gulín-González, 2013).

Entre las técnicas de IA a estudiar en la presente investigación se encuentran:

- a) Las redes neuronales artificiales.
- b) El razonamiento basado en casos.
- c) Las redes bayesianas.
- d) Mapas Cognitivos difusos.

Las redes neuronales artificiales han demostrado que producen buenos resultados en bases de datos con muchas instancias, no consideran la incertidumbre, actúan como una caja negra, en el sentido de que no es posible saber cómo se ha llegado a los resultados obtenidos y los nodos intermedios no pueden ser interpretados. Comienzan a utilizarse en la práctica médica con el fin de ayudar a los médicos en la toma de decisiones. Tienen utilidad para pronosticar la evolución de distintas patologías o intervenciones terapéuticas, clasificar o reconocer muestras anatomopatológicas, pruebas de imagen o establecer probabilidades diagnósticas a partir de síntomas o pruebas complementarias. Especial relevancia guardan en la actualidad las técnicas de Deep learning (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015). El razonamiento basado en casos se ha utilizado con éxito en el diagnóstico médico asistido, esta técnica se basa en el paradigma de resolución de problemas en el que un problema nuevo se soluciona atendiendo casos similares del almacenados en el pasado. Ha demostrado ser apropiado para trabajar con datos de dominios poco estructurados o situaciones donde es difícil la adquisición de conocimiento, como es el caso del diagnóstico médico, donde es posible identificar diferentes enfermedades. Algunas de las tendencias que se pueden desarrollar para el Razonamiento Basado en Casos en la ciencia de la salud están orientadas a reducir el número de características en datos alta dimensionalidad (Arshadi & Jurisica, 2005).

Las redes bayesianas calculan la probabilidad de que un caso con cierto atributo pertenezca a una categoría. El filtro no sabe esto por adelantado y tiene que aprender de la mano del usuario. El

programa calcula en lo sucesivo la probabilidad de que cada atributo corresponda a una categoría o u otra (Blanco et al., 2019).

Los mapas cognitivos difuso son una técnica introducida por Kosko (1986), como una extensión de los mapas cognitivos utilizando lógica difusa. Los mapas cognitivos difusos mejoran los mapas cognitivos al describir la fortaleza de la relación mediante el empleo de valores borrosos en el intervalo $[-1,1]$. Los nodos son conceptos causales y pueden modelar eventos, acciones, valores, metas o procesos y se emplean en la medicina fundamentalmente en el diagnóstico diferencial (Georgopoulos, Malandraki, & Stylios, 2003).

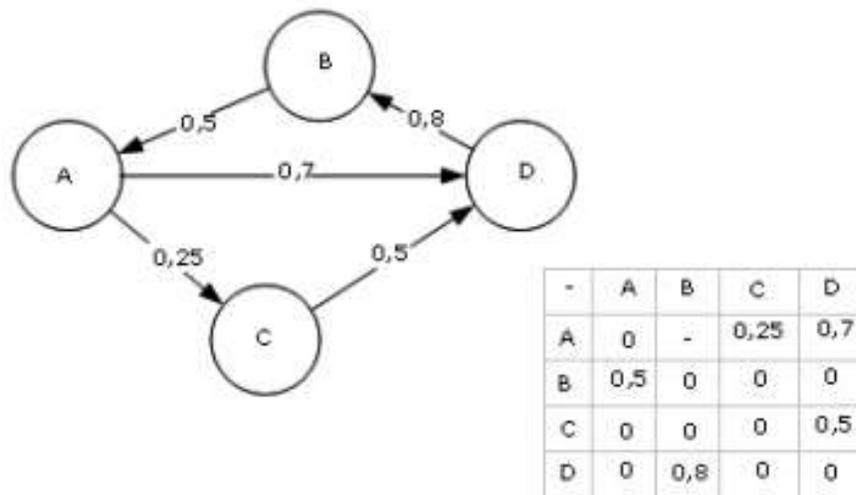


Figura 1. Mapas Cognitivos Difuso y su correspondiente matriz de adyacencia (Leyva-Vázquez et al., 2013).

Fundamentadas las características que se describen sobre las técnicas de IA que con frecuencia se utilizan para el diagnóstico de enfermedades, el marcado interés y utilidad que ellas presentan para involucrarse en situaciones donde se requiere de un gran acervo de conocimientos, el veloz procesamiento de datos y la toma efectiva de decisiones, se realiza el estudio comparado para la selección de la técnica que mejor se ajusta a los diagnósticos de enfermedades.

DESARROLLO.

Para el estudio comparado de las técnicas de IA que se utilizan con frecuencia en el diagnóstico de enfermedades, se utilizó la Teoría de Decisión Multicriterio (DMD), definida por como teoría que contribuye a seleccionar la técnica que mejor cumple con los criterios previstos para ejecutar el diagnóstico de enfermedades (Moreno-Jiménez & Vargas, 2018). La teoría de la DMD, es considerada como una metodología para el apoyo a la toma de decisiones, ha resultado idónea en varios campos de aplicación, específicamente, donde hay que decidir entre varias alternativas, teniendo en cuenta diversos criterios o puntos de vista.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio favorecen el proceso de encontrar soluciones posibles, pero no necesariamente óptimos, por lo que juega un importante papel en este proceso las preferencias del decisor sobre los objetivos predefinidos.

Para un adecuado trabajo con los métodos multicriterio se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Seleccionar la(s) mejor(es) alternativa(s).
2. Aceptar alternativas buenas y rechazar aquellas malas.
3. Generar una ordenación (*ranking*) de las alternativas consideradas (de la “mejor a la peor”).

Destacan que, para cumplir con los aspectos antes mencionados, existen diferentes enfoques, métodos y soluciones, a tener en cuenta, como son:

1. Ponderación Lineal (*Scoring*).
2. Utilidad Multiatributo (MUAT).
3. Relaciones de superación y procesos de Análisis Jerárquico (AHP – *The Analytic Process* – Proceso Analítico Jerárquico).

Para el estudio comparado de las técnicas de IA, que mejor se ajusta para el diagnóstico de enfermedades, se selecciona el método de ponderación lineal (*Scoring*), donde el decisor juega un importante papel para cada uno de los objetivos definidos en cada técnica de IA.

El método que se utilizó en la presente investigación, tiene como finalidad la de definir una estructura de preferencia entre las alternativas identificadas, tal como ocurre en la práctica y en particular en el diagnóstico de enfermedades. La ponderación lineal (*Scoring*), es un método con una fundamentación teórica ortodoxa y directa, es decir, según la teoría de la utilidad y la teoría del valor, contribuye a la elección entre un conjunto de alternativas disponibles de forma que se maximice la satisfacción de lo que se desea.

El trabajo con este método implica el conocimiento de cada una de las alternativas y la capacidad de evaluación, lo cual se logra al definir una función de valor (determinística que represente las preferencias. Además, supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es completamente compensatorio, y puede resultar dependiente de la asignación de pesos a los factores o de la escala de medida de las evaluaciones (15).

El esquema básico que sigue el método de ponderación lineal consiste en construir una función de valor S_j para cada alternativa, de acuerdo a como se plantea en la expresión 1. Resultados que se muestran en la tabla 1.

$$S_j = \sum_i w_i r_{ij} \quad (1)$$

Donde:

w_i ; es el peso del criterio j y r_{ij} la evaluación (*rating*) de la alternativa i respecto al criterio j .

Los datos utilizados para la selección de las técnicas de IA para el diagnóstico de enfermedades se corresponden con la información extraída del análisis documental, los cuales se cuantificaron asignándole un peso (ponderación) para realizar tal comparación. Para establecer el *Rating* de

satisfacción para cada alternativa se utiliza una escala de 0 - 9 puntos, luego se calculó el *Scoring* para cada alternativa, donde los resultados obtenidos al aplicar la teoría de DMD se reflejan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de la Ponderación Lineal de cada criterio para la selección de la técnica de IA para el diagnóstico de enfermedades. **Fuente:** Elaboración propia.

Criterios	Ponderación w_i	Razonamiento basado en casos	Redes neuronales artificiales	Redes bayesianas	Mapas Cognitivos
Utilización de mecanismo de aprendizaje	5	7	9	9	9
Trabajo con los datos que presentan incertidumbre	1	3	7	9	9
Posibilidad de la combinación del conocimiento y los datos	3	8	6	9	9
Obtención de conocimiento verificable	5	8	1	9	9
Obtención de resultados de forma rápida y precisa	5	9	5	9	9
Grado de organización de la información	4	8	4	8	9
Utilización de analogías	3	9	1	2	2
Información excesiva o redundante	1	2	4	3	3
Flexibilidad	4	8	5	9	9
Interpretabilidad	4	4	1	6	9
Scoring S_j		256	147	272	288

Basado en el análisis realizado, la técnica de IA que reflejó resultados más apropiados, para el diagnóstico de enfermedades se correspondió con el uso de los mapas cognitivos difusos. Resultado

que está en correspondencia con el estado del arte relacionado con el uso de las técnicas de Inteligencia Artificial que con frecuencia se utilizan para el diagnóstico de enfermedades.

Los mapas cognitivos difusos poseen ventajas frente a las redes neuronales, el razonamiento basado en casos que las distinguen para ejecutar diagnóstico de enfermedades, entre estas ventajas se encuentran:

- ❑ Tienen una interpretación sencilla basados en la lógica difusa.
- ❑ Son robustas, en el sentido que pequeñas alteraciones en el modelo no afectan la estructura del grafo.
- ❑ Se pueden incorporar los conocimientos o creencias previas de un experto a través de la distribución a priori.
- ❑ Están especialmente diseñadas para descubrir las relaciones entre variables que son causales y no poder ser observadas de otro modo, permitiendo hacer predicciones más precisas.

Asimismo, poseen como desventaja; una menor precisión. Desventaja que en la práctica ha sido disminuida en recientes trabajos (Nápoles, Grau, Bello, & Grau, 2014).

CONCLUSIONES.

Se analizan las técnicas de Inteligencia Artificial que con frecuencia se han utilizado para el diagnóstico de enfermedades, a través de los resultados obtenidos al utilizar la teoría de la DMD para determinar la técnica más apropiada para este fin, obteniéndose que: mapas cognitivos difusos constituyen la técnica de Inteligencia Artificial que mayores posibilidades tienen para el diagnóstico de enfermedades, debido a la capacidad de modelar los procesos del razonamiento médico combinando el conocimiento causal expertos con los datos médicos que ellos aportan y los datos clínicos existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Arshadi, N., & Jurisica, I. (2005). Data mining for case-based reasoning in high-dimensional biological domains. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 17(8).
2. Blanco, I., Contreras, A., Valiente, C., Espinosa, R., Nieto, I., & Vázquez, C. (2019). El análisis de redes en psicopatología: conceptos y metodología. *Psicología Conductual*, 27(1), pp.87-106.
3. Deo, R. C. (2015). Machine learning in medicine. *Circulation*, 132(20), pp.1920-1930.
4. Georgopoulos, V. C., Malandraki, G. A., & Stylios, C. D. (2003). A fuzzy cognitive map approach to differential diagnosis of specific language impairment. *Artificial intelligence in Medicine*, 29(3), pp.261-278.
5. Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(1), pp.65-75.
6. LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature. International journal of science*, 521(7553), pp.436-444.
7. Leyva-Vázquez, M., Pérez-Teruel, K., Febles-Estrada, A. & Gulín-González, J. (2013). Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud (ACIMED)*, 24(1), pp.73-83.
8. Moreno-Jiménez, J. M., & Vargas, L. G. (2018). Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process/Decisión Multicriterio Cognitiva y el Legado del Proceso Analítico Jerárquico. *Estudios de Economía Aplicada*, Vol.36, pp.67-80.
9. Nápoles, G., Grau, I., Bello, R., & Grau, R. (2014). Two-steps learning of Fuzzy Cognitive Maps for prediction and knowledge discovery on the HIV-1 drug resistance. *Expert Systems with Applications*, 41(3), pp.821-830.

10. Ozyilmaz, L., & Yildirim, T. (2002). Diagnosis of thyroid disease using artificial neural network methods. Paper presented at the Proceedings of the 9th International Conference on Neural Information Processing, 2002. ICONIP'02.
11. Torres Fernández, J. P., Gallo Mendoza, J. G., Hallo Alvear, R. F., Abcarius, J. J., Muriel Páez, M., H. & Fernández Lorenzo, A. (2017). Gestión de la información como herramienta para la toma de decisiones en salud: escenarios más probables. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, 36(3).

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Lázaro Francisco Ramos Fuentes.** Doctor en Medicina en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Servidor del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social – IESS – Ecuador.
E-mail: lazaro.ramos.fuentes@gmail.com
2. **Amilkar Suarez Pupo.** Doctora en Medicina en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana. Servidor del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social – IESS – Ecuador.
3. **Alicia Filadelfia Escobar Torres.** Magister en Gerencia de Servicios de Salud, Universidad Técnica de Babahoyo – Ecuador.
4. **Víctor Manuel Sellán Icaza.** Magister en Gerencia de Servicios de Salud, Universidad Técnica de Babahoyo – Ecuador.
5. **Ligia Elizabeth Vargas Angulo.** Magister en Gerencia de Servicios de Salud, Universidad Técnica de Babahoyo – Ecuador.

RECIBIDO: 4 de octubre de 2019.

APROBADO: 15 de octubre de 2019.