



NOVEDADES CIENTÍFICAS

 OPEN ACCESS



CREATIVE COMMONS

SISTEMAS NEURODIFUSOS EN SALUD: HERRAMIENTAS PREVENTIVAS Y APOYO CLÍNICO

*NEUROFUZZY SYSTEMS IN HEALTH: PREVENTIVE
TOOLS AND CLINICAL SUPPORT*

DR. JUAN CARLOS GUZMAN

 0000-0001-6534-876X
drguzman@uas.edu.mx

MCE. WENDY PAOLA RAMÍREZ OZUA

 0000-0003-3659-814X
wendyozua@gmail.com

DR. ALAN DAVID RAMÍREZ NORIEGA

 0000-0002-8634-9988
alandramireznoriega@uas.edu.mx

MC. GIBRÁN URIEL LÓPEZ CORONEL

 0009-0002-5528-8024
gibraniel.lopez@uas.edu.mx

Recibido: 27 de octubre de 2025.

Aceptado: 18 de noviembre de 2025.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original.

SISTEMAS NEURODIFUSOS EN SALUD: HERRAMIENTAS PREVENTIVAS Y APOYO CLÍNICO

*NEUROFUZZY SYSTEMS IN HEALTH: PREVENTIVE
TOOLS AND CLINICAL SUPPORT*

RESUMEN

Los sistemas híbridos neurodifusos combinan dos enfoques de la inteligencia artificial: las redes neuronales, capaces de aprender patrones a partir de ejemplos para mejorar la precisión en la toma de decisiones, y la lógica difusa, que permite razonar con categorías graduales como “bajo”, “medio” y “alto”. Al integrarse, ambos enfoques logran un equilibrio valioso entre desempeño y claridad interpretativa. Este tipo de modelos no solo aprende de datos reales, sino que también genera recomendaciones comprensibles para usuarios y profesionales. En el ámbito clínico, su función no es diagnosticar, sino apoyar, priorizar y educar. Este artículo explica, de manera accesible, el funcionamiento de estos sistemas y los beneficios que ofrecen a pacientes, familias y equipos de salud. Se presentan ejemplos cercanos, como la estimación de niveles de alerta en personas con riesgo de desarrollar diabetes tipo 2 a partir de hábitos y mediciones simples. Asimismo, se describe cómo estos modelos permiten generar rutas de acción precisas y transparentes, apoyadas en métricas interpretables, que ayudan a anticipar posibles problemas de salud mediante el análisis de datos clínicos. En conclusión, cuando se diseñan con criterios éticos —privacidad, no discriminación y transparencia— y se validan en los contextos donde serán aplicados, los sistemas neurodifusos pueden convertirse en aliados para la prevención y la organización de servicios, acercando la IA a la comunidad desde un enfoque responsable y humanista.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Sistemas neurodifusos, Salud, Diabetes Tipo 2.

ABSTRACT

Hybrid neurofuzzy systems combine two approaches in artificial intelligence: neural networks, which learn patterns from examples to improve decision-making accuracy, and fuzzy logic, which enables reasoning with gradual categories such as “low,” “medium,” and “high.” When integrated, these approaches achieve a valuable balance between performance and interpretability. These models not only learn from real data but also generate recommendations that are understandable to both users and professionals. In the clinical field, their role is not to diagnose but to support, prioritize, and educate. This article explains, in an accessible manner, how these systems work and the benefits they offer to patients, families, and healthcare teams. It presents practical examples, such as estimating alert levels for individuals at risk of developing type 2 diabetes based on habits and simple measurements. It also describes how these models can produce precise and transparent action pathways, supported by interpretable metrics, which help anticipate potential health problems through the analysis of clinical data. In conclusion, when designed with ethical criteria—privacy, non-discrimination, and transparency—and validated within the contexts in which they will be applied, neurofuzzy systems can become valuable allies for prevention and service organization, bringing AI closer to communities through a responsible and humanistic approach.

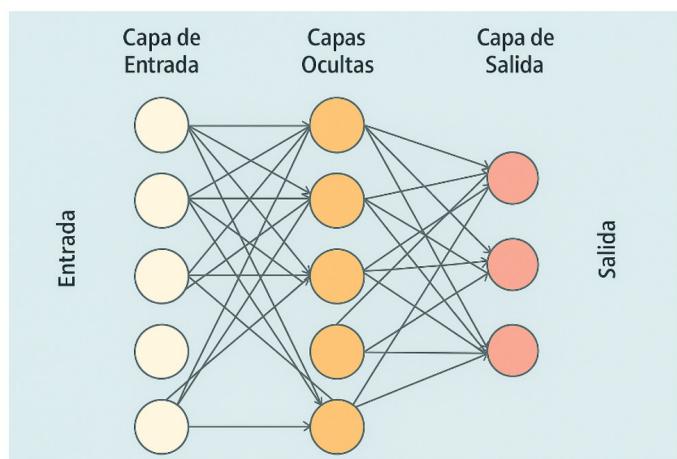
Keywords: Artificial intelligence, Neurofuzzy systems, Health, Type 2 Diabetes.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a desempeñar un papel cada vez más relevante en el ámbito de la salud. Entre sus desarrollos más prometedores se encuentran los sistemas neurodifusos, resultado de la combinación de dos enfoques complementarios: las redes neuronales y la lógica difusa. Las redes neuronales permiten que el sistema aprenda a partir de numerosos ejemplos, identificando relaciones entre variables de entrada —como la edad, el índice de masa corporal o el nivel de actividad física— y estimando un nivel de riesgo como salida a partir de dichos datos. En la Figura 1 se muestra un ejemplo básico de una red neuronal, donde se aprecia la entrada de datos, su procesamiento a través de capas intermedias y la obtención de un resultado final.

Por otro lado, la lógica difusa, planteada originalmente por Zadeh (1965), introduce una forma más flexible de razonar al permitir niveles graduales como “riesgo bajo”, “moderado” o “alto” en lugar de decisiones absolutas. En la Figura 2 se presenta un ejemplo básico con funciones de membresía para los niveles Bajo, Medio y Alto de un conjunto difuso.

Figura 1
Ejemplo de una red neuronal artificial

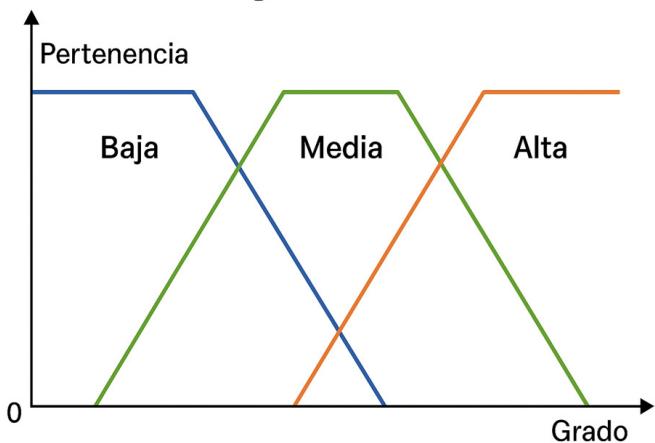


Nota. *Elaboración propia. Representación de una red neuronal artificial*

Figura 1

Representación gráfica de lógica difusa con funciones de pertenencia

Lógica difusa

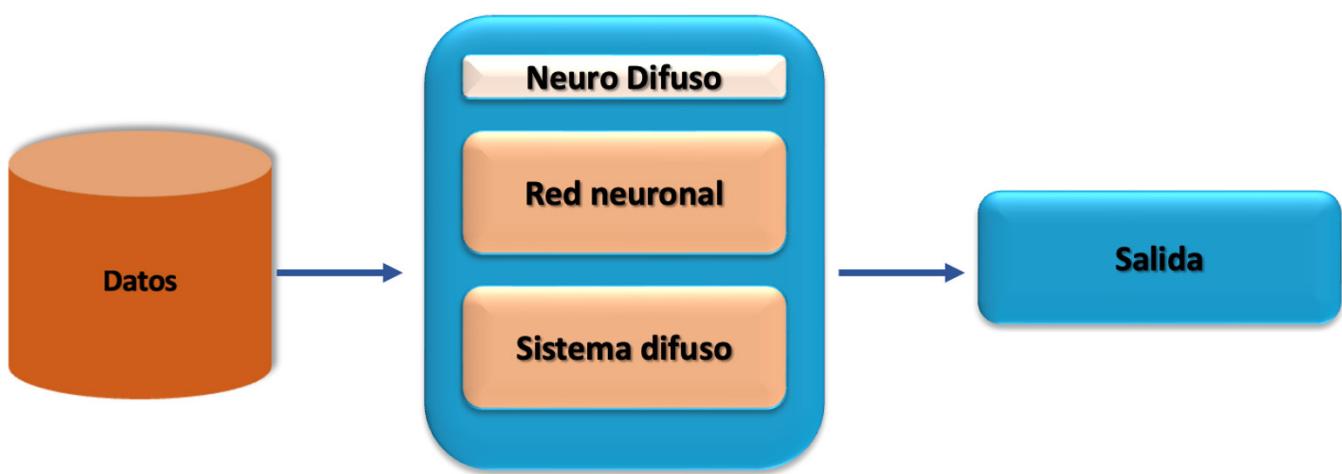


Nota. *Elaboración propia. Representación gráfica de la lógica difusa con funciones de pertenencia.*

Al integrarse, ambas tecnologías dan lugar a sistemas capaces de aprender con precisión y, al mismo tiempo, ofrecer explicaciones comprensibles, como lo demuestra el modelo ANFIS (Jang, 1993). Esta capacidad es especialmente valiosa en el sector salud, donde las decisiones deben ser tanto confiables como fáciles de comunicar.

Para pacientes y personal médico, los beneficios incluyen traducciones claras de datos complejos, sugerencias preventivas sin sustituir el diagnóstico profesional, y herramientas que facilitan la equidad y transparencia al detectar posibles sesgos en los datos. Así, los sistemas neurodifusos abren la puerta a una IA que no solo predice, sino también acompaña y explica. La Figura 3 ilustra el flujo de la arquitectura general base de un sistema híbrido neuronal difuso.

Figura 3
Arquitectura general de un sistema neurodifuso



Nota. *Elaboración propia. Arquitectura general de un sistema neurodifuso.*

APLICACIONES MÉDICAS ACTUALES

Los sistemas neurodifusos han adquirido un notable impulso en las aplicaciones médicas actuales, especialmente en aquellos problemas de salud donde la información clínica no es del todo clara o precisa y existe un grado considerable de incertidumbre. Estos modelos resultan útiles cuando es necesario interpretar patrones sutiles o integrar múltiples factores. Por ejemplo, en el caso de la diabetes tipo 2, pueden analizar hábitos cotidianos, antecedentes familiares y medidas como el índice de masa corporal, el nivel de actividad física o la alimentación, entre otras variables, para estimar un nivel de riesgo y generar una alerta preventiva. Esto permite orientar a los pacientes hacia acciones de educación en salud o hacia una valoración médica oportuna, sin requerir pruebas invasivas en etapas iniciales.

También se han explorado aplicaciones en áreas como la retinopatía diabética, donde estos sistemas procesan rápidamente imágenes de retina para identificar aquellas que presentan indicios de riesgo y que deben ser revisadas con mayor prioridad, a partir de las características detectadas durante el análisis. Estas experiencias muestran cómo los sistemas neurodifusos resultan

eficaces en problemas reales en los que los datos son incompletos o presentan cierto grado de incertidumbre, lo que exige un procesamiento más detallado y robusto para obtener resultados confiables. Estudios recientes han documentado el uso de lógica difusa en el análisis de imágenes y en la evaluación de riesgo clínico (Dey et al., 2019).

PROPOSITOS DE LOS SISTEMAS NEURODIFUSOS

Es importante señalar que el propósito de estos sistemas es alertar y educar, pero nunca sustituir el diagnóstico realizado por un profesional de la salud. Su función consiste en apoyar la toma de decisiones mediante un análisis más profundo de los datos del paciente. Asimismo, dado que estos modelos se construyen con información real, resulta fundamental garantizar la privacidad, el anonimato de cada individuo y el consentimiento informado para el uso de sus datos.

Una vez recolectada la información, esta se emplea para entrenar y validar la red neuronal. Posteriormente, mediante reglas elaboradas con base en el conocimiento de expertos, el sistema clasifica los casos utilizando lógica difusa. Tras

el entrenamiento y la validación, se realizan pruebas piloto con usuarios, cuyo registro de errores y observaciones permite realizar ajustes y mejoras antes de su implementación definitiva.

CONCLUSIÓN

Los sistemas híbridos neurodifusos representan una herramienta valiosa en el contexto médico actual, especialmente en escenarios donde los datos clínicos son inciertos, incompletos o difíciles de interpretar de manera absoluta. Al combinar el aprendizaje de patrones propio de las redes neuronales con la capacidad de razonamiento gradual de la lógica difusa, estos sistemas pueden generar recomendaciones claras, comprensibles y personalizadas que apoyan al personal de salud en la toma de decisiones, sin sustituir el juicio clínico de un especialista. Su aplicación en áreas como la diabetes tipo 2, la retinopatía diabética,

la hipertensión y otros problemas crónicos ha demostrado ser útil para detectar señales de alerta temprana, priorizar pacientes y orientar acciones preventivas a partir de información cotidiana, como hábitos, antecedentes o parámetros biomédicos simples (World Health Organization, 2021).

Además, el uso ético de estas herramientas exige protocolos que aseguren privacidad, consentimiento informado, transparencia y validación local. Cuando se diseñan con responsabilidad y se implementan con supervisión humana, los sistemas neurodifusos no solo fortalecen la prevención, sino que también contribuyen a una atención más equitativa y organizada. En conjunto, su adopción representa un paso hacia una medicina más explicativa, preventiva y cercana a la comunidad, donde la inteligencia artificial complementa sin reemplazar el papel fundamental del profesional de salud.

REFERENCIAS

- Dey, N., Ashour, A. S., & Borra, S. (2019). *Soft computing based medical image analysis*. Academic Press.
- Jang, J.-S. R. (1993). ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 23(3), 665–685. <https://doi.org/10.1109/21.256541>
- World Health Organization. (2021). *Ethics and governance of artificial intelligence for health* (World Health Organization, Ed.; 150 pp.). World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)

