



Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of hypothyroidism and its impact on older adults with heart disease

Odalys Verenisse Camalli Albán¹, Anthony Isacc Criollo Supe², Kevin Daniel Sánchez Guevara³, and Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero⁴

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador; ma.odalysvca43@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador; ma.anthonycs21@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador; ma.kevindsg90@uniandes.edu.ec

⁴ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador; ua.oliviaaltamirano@uniandes.edu.ec

Resumen. El hipotiroidismo subclínico es una condición común en adultos que se asocia con un aumento del riesgo cardiovascular. La hormona estimulante de la tiroides (TSH) juega un papel crucial en la regulación de la función inmunológica y puede promover la aterosclerosis. Esto es especialmente relevante en ancianos que padecen enfermedades cardíacas, dado que el hipotiroidismo puede exacerbar condiciones como la hipertensión. Por lo tanto, resalta la importancia de realizar intervenciones tempranas en poblaciones vulnerables. En esta investigación se abordan estos puntos clave, destacando que el hipotiroidismo subclínico incrementa el riesgo cardiovascular y que la TSH podría ser un objetivo terapéutico prometedor. La investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

Palabras Claves: Mapa Cognitivo Neutrosófico, hipotiroidismo, adultos mayores, cardiopatías.

Abstract. Subclinical hypothyroidism is a common condition in adults that is associated with increased cardiovascular risk. Thyroid-stimulating hormone (TSH) plays a crucial role in regulating immune function and may promote atherosclerosis. This is especially relevant in elderly people with heart disease, as hypothyroidism may exacerbate conditions such as hypertension. Therefore, it highlights the importance of early interventions in vulnerable populations. This research addresses these key points, highlighting that subclinical hypothyroidism increases cardiovascular risk and that TSH could be a promising therapeutic target. The research aims to implement a Neutrosophic Cognitive Map to analyze the impact of hypothyroidism in older adults with heart disease.

Keywords: Neutrosophic Cognitive Map, hypothyroidism, older adults, heart disease.

1 Introducción

El envejecimiento poblacional ha conllevado un incremento en la prevalencia de trastornos tiroideos, particularmente el hipotiroidismo, en la población adulta mayor. Datos epidemiológicos revelan que el hipotiroidismo subclínico afecta hasta un 10% de los individuos mayores de 65 años, mientras que el hipotiroidismo manifiesto presenta una prevalencia de 2-5% en este grupo etario [1].

En el anciano, el hipotiroidismo adquiere especial trascendencia clínica debido a su estrecha vinculación con la patología cardiovascular. Los efectos adversos de las hormonas tiroideas deficientes sobre el sistema cardiovascular incluyen bradicardia sinusal, hipertensión diastólica, derrame pericárdico, disminución de la contractilidad miocárdica, disfunción diastólica y aumento de la resistencia vascular periférica [2, 38].

Odalys Verenisse Camalli Albán, Anthony Isacc Criollo Supe, Kevin Daniel Sánchez Guevara, Olivia Elizabeth Altamirano Guerrero. Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías

Estos cambios hemodinámicos y cardíacos impactan negativamente sobre la función ventricular y pueden compensar las comorbilidades cardiovasculares preexistentes en el anciano, tales como la insuficiencia cardíaca crónica, las arritmias o la enfermedad coronaria. A su vez, el hipotiroidismo es reconocido como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de aterosclerosis y eventos cardiovasculares mayores [3].

Desde el punto de vista fisiopatológico, la deficiencia de hormonas tiroideas ejerce efectos genómicos y no genómicos deletéreos sobre los miocardiocitos, alterando vías de señalización intracelular, promoviendo la apoptosis y el remodelado ventricular. A nivel vascular, el hipotiroidismo propicia la disfunción endotelial, vasoconstricción y daño oxidativo [4, 39].

El diagnóstico del estado tiroideo en el anciano plantea desafíos particulares, dada la presentación atípica de los síntomas clínicos y la superposición con otras comorbilidades geriátricas. Es fundamental una alta sospecha clínica y la evaluación de biomarcadores sensibles como la TSH y hormonas tiroideas libres.

La terapia de reemplazo con levotiroxina ha demostrado eficacia en la reversión de los trastornos cardiovasculares asociados al hipotiroidismo en el adulto mayor. No obstante, se requiere especial precaución en el ajuste de dosis y un estrecho monitoreo para evitar efectos adversos potenciales, particularmente en aquellos con enfermedad cardíaca grave [5, 36].

La presente investigación tiene como objetivo implementar un Mapa Cognitivo Neutrosófico para analizar el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

2 Materiales y métodos

Los problemas presentes en pacientes adultos mayores que sufren de hipotiroidismo con cardiopatías, pueden ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterio a partir del:

Conjunto de pacientes que representan las alternativas a analizar en el proceso del diagnóstico en el que:

El número de pacientes $P = \{P_1, \dots, P_n\}$, $n \geq 1$,

Que poseen un grupo de manifestaciones que pueden asociarse al impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías, que representan los múltiples criterios valorativos donde:

$C = \{C_1, \dots, C_m\}$, $m \geq 2$.

La investigación ha sido desarrollada utilizando un enfoque cualitativo a partir del uso del método científico [6]. Utiliza técnicas de inteligencia artificial para la inferencia sobre el análisis de incidencias y basa su funcionamiento a partir del método científico del criterio de expertos para obtener la base de conocimiento necesaria en el desarrollo de la investigación. Para el desarrollo de la presente investigación se modeló las relaciones causales asociadas a las manifestaciones de pacientes adultos mayores.

Modelos causales: existen diferentes tipos de causalidad que son expresadas en forma de grafos, donde cada modelo causal que se puede representar por un grafo son representaciones de la causalidad entre conceptos. Los modelos causales permiten modelar la causa o efecto de un determinado evento [7], [8]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

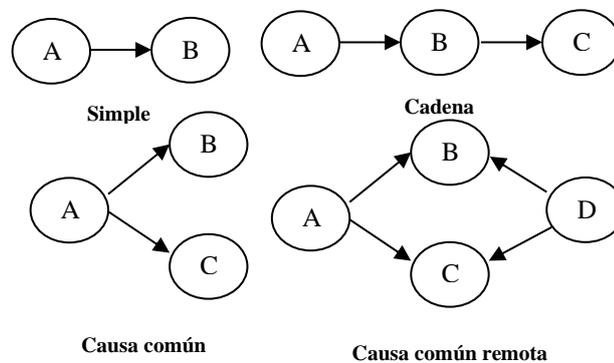


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

El Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por [9] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de $[-1, 1]$ [10], [11]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [12, 13, 36].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [14, 40]:

- $W_{ij} > 0$, indica una causalidad positiva entre los conceptos C_j y C_i . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva al incremento (o disminución) en el valor de C_i .

- $W_{ij} < 0$, indica una causalidad negativa entre los conceptos C_j y C_i . Es decir, el incremento (o disminución) en el valor de C_j lleva a la disminución (o incremento) en el valor de C_i .
- $W_{ij} = 0$, indica la no existencia de relaciones entre los conceptos C_j y C_i .

2.2 Método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías.

El método propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modelan las manifestaciones, a partir del conjunto de criterios o manifestaciones expresadas por los pacientes. Utiliza en su inferencia modelos causales como forma de representar el conocimiento a partir de la técnica de inteligencia artificial Mapa Cognitivo Neutrosófico. El método está diseñado mediante una arquitectura en tres capas para modelar el negocio propuesto (entradas, procesamiento y salidas).

1. Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar. Las relaciones causales que poseen y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.
2. El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías.
3. Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis del impacto de hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

El método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías está conformado por cinco actividades, las cuales son descritas a continuación:

Actividad 1 identificación de las manifestaciones: La identificación de las manifestaciones representa la actividad en la que se determinan el conjunto general de manifestaciones asociadas al hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías, las cuales representan la base de inferencia [15-17], [36, 41]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las manifestaciones [18, 19]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre el impacto del hipotiroidismo en adultos mayores cardiopatas. Las relaciones causales son expresadas mediante un dominio de valores que expresan relaciones de implicación directas o inversas para lo cual se utiliza la escala tal como muestra la Tabla 1. Esta actividad es muy importante ya que el conocimiento que poseen los expertos sobre los síntomas no está registrado en la base de casos analizada.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0,15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Durante la determinación de las relaciones causales se realiza un proceso de agregación donde se obtiene un arreglo denominado matriz de adyacencia que representa los valores asignados a los arcos [20], [21] de modo que:

$$M = \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots \\ \dots & W_{ij} & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{bmatrix}$$

La matriz de adyacencia $M = M(C_i, C_j)$ representa el valor causal de la función del arco, el nodo C_i que

es imparte C_j . C_i incrementa causalmente a C_j si $M_{ij} = -1$, y no imparte causalmente sí $M_{ij} = 0$.

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las manifestaciones: a partir de la obtención en la actividad 2 de la matriz de adyacencia, los valores agregados emitidos por los expertos agrupados, conforman las relaciones con los pesos de los nodos, a través del cual es generado el Mapa Cognitivo Neutrosófico resultante [22], [23] [24-26]. Mediante un análisis estático del resultado de los valores obtenidos en la matriz de adyacencia se puede calcular el grado de salida utilizándose la ecuación (1) donde se obtienen los pesos atribuidos a cada manifestación [27-29], [30, 39].

$$id_i = \sum_{j=1}^n \|I_{ji}\| \tag{1}$$

Actividad 4 identificación de las preferencias: la identificación de las preferencias es la actividad que consiste en determinar cuáles manifestaciones del hipotiroidismo están presentes en los pacientes adultos mayores cardiopatas analizados. Para ello se entrevista al paciente y se determina el grado de preferencia que poseen los síntomas a partir de la autovaloración que emiten los pacientes [31-33]. La Tabla 2 muestra el dominio de valores con sus etiquetas lingüísticas utilizados para expresar las preferencias sobre los síntomas.

Tabla 2: Dominio de valores para expresar preferencias.

Valor	Impacto
[0,1,1]	Ausencia del síntoma (AS)
[0.20,0.85,0.80]	Ligera presencia del síntoma (LP)
[0.50,0.50,0.50]	Baja presencia del síntoma (BP)
[0.70,0.25,0.30]	Presencia del síntoma (PS)
[1,0,0]	Alta presencia del síntoma (AP)

Actividad 5 generación del diagnóstico: el proceso del diagnóstico se basa en la simulación del escenario propuesto por Glykas [34, 36]. Los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

$$A_i^{(K+1)} = f\left(A_i^{(K)} \sum_{j=1, j \neq i}^n A_j^{(K)} * W_{ji}\right) \tag{2}$$

Donde:

$A_i^{(K+1)}$: es el valor del concepto C_i en el paso $k+1$ de la simulación,

$A_j^{(K)}$: es el valor del concepto C_j en el paso k de la simulación,

W_{ji} : es el peso de la conexión que va del concepto C_j al concepto C_i y $f(x)$ es la función de activación [35].

4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis del hipotiroidismo y su impacto en adultos mayores con cardiopatías. A partir del análisis de casos en adultos mayores es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de las manifestaciones. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de las manifestaciones:

Para determinar las manifestaciones utilizó el criterio de experto llegando a las siguientes conclusiones propuestas en la tabla 3.

Tabla 3: Identificación de las manifestaciones.

Nodo	Manifestación	Descripción
C_1	Bradycardia	Una frecuencia cardíaca anormalmente baja es común en el hipotiroidismo. Esta condición puede presentar riesgos adicionales para adultos mayores, como un mayor riesgo de caídas o desmayos.
C_2	Hipertensión arterial	A menudo se observa un aumento en la presión arterial, que puede contribuir a la progresión de enfermedades cardiovasculares existentes, como la insuficiencia cardíaca y la enfermedad coronaria.

Nodo	Manifestación	Descripción
C ₃	Edema	El hipotiroidismo puede causar retención de líquidos, llevando a la aparición de edema en los pies y las piernas, lo que puede complicar aún más problemas cardíacos preexistentes.
C ₄	Dislipidemia	El hipotiroidismo puede alterar los niveles de lípidos en sangre, aumentando el colesterol LDL y disminuyendo el colesterol HDL. Esta alteración incrementa el riesgo cardiovascular, especialmente en individuos con cardiopatías.
C ₅	Depresión y fatiga	Los síntomas de hipotiroidismo, como la fatiga crónica y la depresión, pueden ser más pronunciados en adultos mayores, afectando su capacidad para llevar a cabo actividades diarias y complicando el manejo de las enfermedades cardíacas.
C ₆	Intolerancia al ejercicio	La disminución en la función cardíaca y el aumento en los síntomas de fatiga pueden llevar a una disminución en la capacidad de ejercicio, lo que impide que el paciente mantenga un estilo de vida activo y saludable.

Actividad 2 determinación de las relaciones causales:

La determinación de las relaciones causales entre las manifestaciones se utiliza en la escala propuesta en la Tabla 1, donde participaron 5 expertos, se obtuvieron los 5 Mapas Cognitivos Neutrosóficos agregando las respuestas en un único resultado. La Tabla 4 muestra la matriz de adyacencia obtenida como resultado del proceso.

Tabla 4: Matriz de adyacencia resultante

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆
C ₁	[0, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]
C ₂	[0.75, 0.5, 0.25]	[0, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]
C ₃	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]
C ₄	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0, 0, 0]	[0.75, 0.5, 0.25]	[0.75, 0.5, 0.25]
C ₅	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[0, 0, 0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₆	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[0, 0, 0]

Actividad 3 identificación de los pesos atribuidos a las manifestaciones:

Para la identificación de los pesos se tiene en cuenta la base de conocimiento almacenada en la matriz de adyacencia de la Tabla 4, aplicando la función (1). Se obtiene el comportamiento del peso atribuido a las manifestaciones. La Tabla 5 muestra los pesos resultantes.

Tabla 5: Peso atribuido a las manifestaciones

Criterios	Manifestaciones	Peso
C ₁	Bradycardia	[1, 0, 0]
C ₂	Hipertensión arterial	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₃	Edema	[0.95, 0.1, 0.1]
C ₄	Dislipidemia	[0.75, 0.25, 0.30]
C ₅	Depresión y fatiga	[0.98, 0.1, 0.1]
C ₅	Intolerancia al ejercicio	[1, 0, 0]

Actividad 4 identificación de las preferencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las manifestaciones mediante la autovaloración emitida. El estudio fue realizado en una alternativa que representa el paciente objeto de estudio. La Tabla 6 muestra los valores resultantes.

Tabla 6: Preferencia atribuida a las manifestaciones del paciente

Paciente	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₅
A ₁	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[1, 0, 0]	[0.70, 0.25, 0.30]

Actividad 5 generación del diagnóstico:

A partir del proceso de simulación de escenario, se obtuvieron las predicciones de los comportamientos en el tiempo de los pacientes mediante el empleo de la ecuación (2). La predicción modela las relaciones de causalidad de los síntomas y prevé la evolución de ellos en los pacientes. La Figura 2 muestra el resultado de la simulación

donde se muestran las manifestaciones y su evolución.

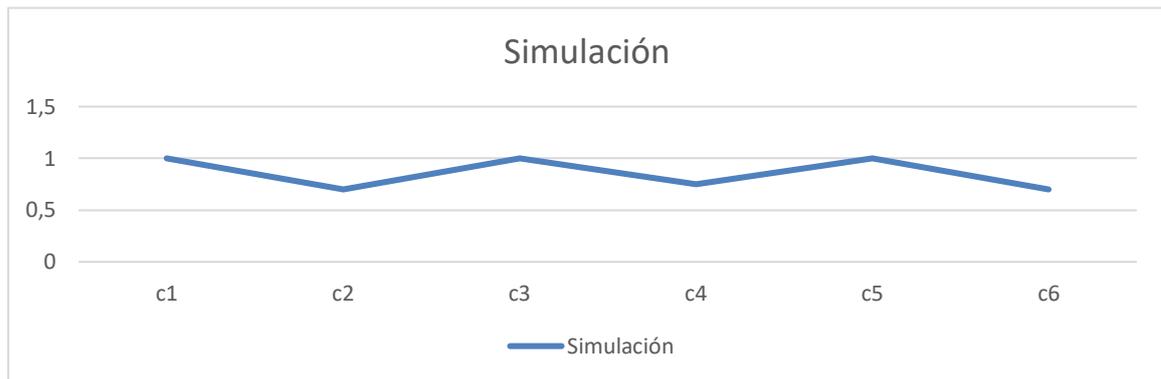


Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

A partir del comportamiento de los pesos atribuidos a las alternativas y el desarrollo de las manifestaciones se determina mediante un proceso de agregación el grado de pertenencia de una enfermedad. La Tabla 6 muestra el resultado del cálculo realizado.

Tabla 6: Peso atribuido a las manifestaciones

Paciente A ₁	Pesos	Preferencias	Agregación
C ₁	[1,0,0]	[1,0,0]	[1,0,0]
C ₂	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.97, 0.1, 0.1]
C ₃	[0.95, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C ₄	[0.75,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.87, 0.1, 0.1]
C ₅	[0.98, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.99, 0.1, 0.1]
C ₅	[1,0,0]	[0.70,0.25,0.30]	[0.87, 0.1, 0.1]
Índice			[0.94, 0.1, 0.1]

A partir de la implementación del proceso de inferencia, se evidencia un impacto de un $I = 0.94$, para el caso analizado representa un índice Alto del impacto del hipotiroidismo en adultos mayores con cardiopatías.

5 Discusión

El déficit de hormonas tiroideas o hipotiroidismo impacta significativamente la fisiología cardiovascular, causando alteraciones hemodinámicas como bradicardia, hipertensión, reducción de la presión de pulso y disminución del gasto cardíaco [5]. Aunque la insuficiencia cardíaca clínica es infrecuente, la disfunción ventricular diastólica es común, caracterizada por lenta relajación miocárdica, alteración del llenado ventricular rápido y disminución de la contractilidad. Esto se debe a cambios en la expresión génica inducidos por el déficit hormonal, que afectan la actividad enzimática y los flujos de calcio intracelular cruciales para la contracción y relajación cardíacas [2, 37, 40].

La alta prevalencia del hipotiroidismo y la hipertensión en América Latina, especialmente en mujeres embarazadas, es un significativo problema de salud pública. Es fundamental comprender sus fisiopatologías y manifestaciones clínicas en esta población, ya que el reconocimiento temprano de síntomas es clave para un diagnóstico y tratamiento adecuados. Mientras que el hipotiroidismo se diagnostica mediante pruebas de TSH, T3 y T4, la hipertensión se identifica por presiones arteriales elevadas. Cabe destacar la relevante asociación entre ambas condiciones, respaldada por estudios que demuestran que el hipotiroidismo puede causar hipertensión arterial [1, 41].

6 Conclusión

El hipotiroidismo es altamente prevalente en la población adulta y representa un factor de riesgo significativo para la progresión a un hipotiroidismo manifiesto. Los resultados del Mapa Cognitivo Neutrosófico demuestran una asociación robusta entre el hipotiroidismo subclínico y un mayor riesgo de desarrollo de enfermedades cardiovasculares, mediado principalmente por la aceleración de la disfunción endotelial y la promoción de aterosclerosis.

Hallazgos recientes han revelado un papel clave de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) como regulador de la función inmunológica sistémica, con su receptor expresado en tejidos extratiroides y células inmunitarias.

La TSH puede contribuir directamente a la aterogénesis al inducir respuestas proinflamatorias en diversas células, lo que modifica el paradigma actual sobre los mecanismos por los que el hipotiroidismo subclínico aumenta el riesgo cardiovascular.

Esto posiciona a la TSH como un importante inmunomodulador y un objetivo terapéutico prometedor, no solo para la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, sino también potencialmente para otras patologías de etiología inflamatoria. Por lo tanto, un diagnóstico oportuno y un manejo adecuado del hipotiroidismo subclínico son cruciales para mitigar su impacto adverso en la salud cardiovascular y posiblemente en otras condiciones inflamatorias.

Referencias

- [1] G. J. Q. Ferrufino, L. F. M. Guillen, L. C. Erazo, M. M. Guillen, and J. S. Asfura, "Alteraciones cardiovasculares causadas por hipotiroidismo clínico y subclínico," *Revista Científica Ciencia Médica*, vol. 23, no. 1, pp. 52-60, 2020.
- [2] F. I. P. Gonzabay, and K. M. Villafuerte, "Hipotiroidismo e hipertensión: una revisión sistemática en América latina," *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, vol. 4, no. 4, pp. 1-22, 2022.
- [3] J. S. Serna-Trejos, and J. P. Lenis-González, "Hipertiroidismo y falla cardíaca una asociación silente," *Revista Cubana de Medicina*, vol. 62, no. 2, 2023.
- [4] D. Tene, G. Urdaneta, N. Muñoz, and A. Pedreñez, "Hipotiroidismo subclínico y su relación con el daño cardiovascular. Análisis del efecto inmunomodulador de la TSH. Revisión narrativa," *Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo*, vol. 19, no. 2, pp. 73-81, 2021.
- [5] A. N. Velandia-Rátiva, L. V. Zarta-Rengifo, J. D. Guerrero-Peña, K. T. Rangel-Castellanos, L. J. Vargas-Rodríguez, and E. J. Roza-Ortiz, "Alteraciones cardíacas en los pacientes con enfermedad tiroidea," *Revista Colombiana de Cardiología*, vol. 29, no. 1, pp. 85-93, 2022.
- [6] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. Lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.
- [7] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures*, vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.
- [8] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University*, vol. 20, 2011.
- [9] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
- [10] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems*, vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.
- [11] J. L. G. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica*, vol. 8, no. 1, 2015.
- [12] M. Glykas, and P. Groumpos, "Fuzzy Cognitive Maps: Basic Theories and Their Application to Complex Systems Fuzzy Cognitive Maps " *Springer Berlin / Heidelberg.*, pp. 1-22, 2010.
- [13] Gonzalo Nápoles, Elpiniki Papageorgiou, Rafael Bello, and K. Vanhoof, "Learning and convergence of fuzzy cognitive maps used in pattern recognition," *Neural Processing Letters*, vol. 45, no. 2, pp. 431-444, 2017.
- [14] Gonzalo Nápoles, Maikel Leon Espinosa, Isel Grau, Koen Vanhoof, and R. Bello, *Fuzzy Cognitive Maps Based Models for Pattern Classification: Advances and Challenges*, p.^pp. 83-98, Soft Computing Based Optimization and Decision Models, 2018.
- [15] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [16] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [17] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [18] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [19] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [20] W. Stach, L. Kurgan, and W. Pedrycz, "Expert-Based and Computational Methods for Developing Fuzzy Cognitive Maps," *In M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps* B. Springer, ed., pp. 23- 41, 2010.

- [21] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [22] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
- [23] M. Y. L. Vasquez, G. S. D. Veloz, S. H. Saleh, A. M. A. Roman, and R. M. A. Flores, "A model for a cardiac disease diagnosis based on computing with word and competitive fuzzy cognitive maps," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, vol. 19, no. 1, 2018.
- [24] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
- [25] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosfia y productividad," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
- [26] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeuroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [27] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [28] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [29] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [30] O. M. Cornelio, "Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de Ingeniería de Control II en un sistema de laboratorios remoto," 2019.
- [31] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [32] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Cornejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [33] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [34] M. Y. L. Vázquez, I. A. M. Alcivar, M. E. P. González, R. M. A. Flores, R. L. Fernández, and M. A. T. Bonifaz, "Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos," *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil*, vol. 18, no. 2, 2018.
- [35] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
- [36] Esparza-Pijal, F. I., Sandoval-Loyo, J. A., Zuña-Anilema, L. H., & Estupiñán-Ricardo, J. "Incidencia del consumo de sustancias sujetas a fiscalización en el rendimiento académico de los adolescentes" *CIENCIAMATRIA*, vol. 10 núm. 1, pp 795-805, 2024.
- [37] Ricardo, J. E., Flores, D. F. C., Díaz, J. A. E., & Teruel, K. P. "An Exploration of Wisdom of Crowds using Neutrosophic Cognitive Maps". vol. 37, *Infinite Study*, 2020.
- [38] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [39] Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. "La Globalización y los dilemas del Desarrollo (Globalization and the Dilemmas of Development)." In *III Congreso Científico Internacional "Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas"*. Samborondón, Ecuador, 2021.
- [40] ORAMAS, O., ORTIZ, M., & MARQUEZ, S. F. "Modelo de revisión continua de inventarios con incertidumbre en sus parámetros." *Revista Espacios*, vol. 41 núm. 1, 2020.
- [41] Alfonso Caveda, D., Sorhegui Ortega, R. A., Márquez Sánchez, F., & Bustamante Chán, M. M. "El modelo pedagógico de la Universidad Tecnológica Ecotec: fundamentos epistemológicos, didácticos y metodológicos para su implementación." *Revista científica ecociencia*, vol. 2 núm. 3, pp 1-12, 2015.

Recibido: 17 de octubre de 2024. Aceptada: 11 de noviembre de 2024