



Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema

Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of cutaneous manifestations in the context of COVID-19 with focus on urticaria and angioedema

Jeanneth Elizabeth Jami Carrera¹, María José Guzmán Chango², and Josué Sebastián Chasi Benavides³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ua.jeannethjami@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.mariajgc89@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.josuescb54@uniandes.edu.ec

Resumen. El último año se ha caracterizado por el registro de múltiples casos en donde el cuadro clínico se basa en la aparición de urticaria con o sin angioedema asociados a la infección por COVID-19. La pandemia COVID-19 se definió cambiando la vida diaria de las personas, siendo una enfermedad viral que causa una serie de manifestaciones que desencadenan una respuesta inmunitaria que al descontrolarse podrían llegar a la falla orgánica múltiple. La urticaria la definimos como una lesión cutánea que afecta a las capas superficiales de la dermis, mientras que el angioedema se presenta como una hinchazón autolimitada localizada y subcutánea. La relación entre estas manifestaciones cutáneas y la infección por COVID-19 es escasamente registrada, condicionando el diagnóstico oportuno y correcto manejo del paciente por la dificultad de establecer una relación causa-efecto. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método mediante Mapa Cognitivo Neutrosófico para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema.

Palabras Claves: COVID-19, Mapa Cognitivo Neutrosófico, análisis de incidencia, manifestaciones cutáneas.

Abstract. The last year has been characterized by the registration of multiple cases where the clinical picture is based on the appearance of urticaria with or without angioedema associated with COVID-19 infection. The COVID-19 pandemic was defined as changing people's daily lives, being a viral disease that causes a series of manifestations that trigger an immune response that, if uncontrolled, could lead to multiple organ failure. We define urticaria as a skin lesion that affects the superficial layers of the dermis, while angioedema presents as a self-limited localized and subcutaneous swelling. The relationship between these skin manifestations and COVID-19 infection is scarcely recorded, conditioning the timely diagnosis and correct management of the patient due to the difficulty of establishing a cause-effect relationship. This research describes a solution to the problem posed by developing a method using the Neutrosophic Cognitive Map for the analysis of skin manifestations in the context of COVID-19 with a focus on urticaria and angioedema.

Keywords: COVID-19, Neutrosophic Cognitive Map, incidence analysis, skin manifestations.

1 Introducción

La infección por COVID-19 ha significado un gran cambio en la vida cotidiana, en donde el organismo ha generado distintos mecanismos de defensa ante esta situación pandémica, asimismo la afectación orgánica enfocada a distintas partes ha incrementado los procesos investigativos en búsqueda de mejorar la atención al paciente y por ende precautelar su salud. La generación de información actualizada sobre las distintas manifestaciones clínicas explotadas por COVID-19, aportarían de manera significativa al diagnóstico temprano y oportuno, para frenar o disminuir la propagación en la población.

El coronavirus del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) es una enfermedad vírica de rápida expansión, declarándose pandemia por la Organización Mundial de la Salud. La amenaza reconocida fue que presenta síntomas similares a los de la gripa que pueden agravarse en personas de alto riesgo, razón por la cual su diagnóstico en unos inicios se presentó como un desafío para el personal de salud [1].

Dentro del cuadro clínico de la infección por COVID-19, las manifestaciones cutáneas han empezado a tomar protagonismo, aun así, la bibliografía disponible no da un dato concreto de la frecuencia de estas manifestaciones asociadas a SARS-CoV-2, se han implementado técnicas más avanzadas de inmunohistoquímica con proteínas virales. Los mecanismos citotóxicos del SARS-CoV-2 parece causar estimulación de los mastocitos, daño endotelial, dilatación vascular, infiltración perivascular y periglandular por linfocitos y neutrófilos, daño de interfaz y en ocasiones necrosis epidérmica focal [2].

Los mecanismos de defensa contra el virus parecen contribuir al desarrollo de las lesiones que se reportan, al igual que la toxicidad directa del virus, la activación humoral y celular inmediata y tardía [2].

La urticaria y el angioedema son condiciones asociadas a la desgranulación de los mastocitos y liberación de sustancias vasoactivas, como es la histamina, que actúan en la microcirculación causando la presencia de ronchas o habones diseminados, aumento de volumen de los labios, párpados, manos y genitales. Ambas patologías cutáneas constituyen las más frecuentes, con prevalencia de un 20% en la población general [3].

La asociación entre estas patologías cutáneas y la infección por COVID-19 ha creado grandes interrogantes en la comunidad científica. La bibliografía menciona que existe una relación, que se podrá ver explicada por la afinidad del virus a ciertos receptores que desencadenan la patogenia de estas manifestaciones cutáneas. Sin embargo, no se cuenta con una explicación exacta, sobre todo en el caso del angioedema, lo que evidencia el vacío existente de información.

2 Materiales y métodos

Los problemas presentes en pacientes que sufren manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema, 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 cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema 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 [4]. Se enmarca en el objeto de estudio del análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. 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 cutáneas.

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 [5], [6]. La Figura 1 muestra un esquema con las diferentes relaciones causales.

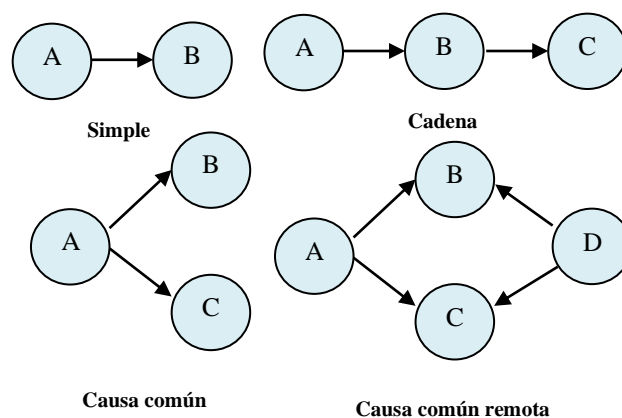


Figura 1: Ejemplo de grafos causales.

El Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN) es una técnica que permite la representación de las relaciones causales de diferentes conceptos propuesta por Kosko [7] como una extensión de los modelos mentales empleando valores difusos en un intervalo de $[-1,1]$ [8], [9]. Los MCN se representan mediante modelos difusos con retroalimentación para representar causalidad [10, 11].

En el MCD existen tres posibles tipos de relaciones causales entre conceptos [12]:

- $W_{ij} > 0$, 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 de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema.

El sistema propuesto está estructurado para soportar el proceso de gestión para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela las manifestaciones cutáneas, partir del conjunto de criterios o manifestaciones en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. 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).

Las entradas del sistema: representan el conjunto de pacientes a analizar de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. Las relaciones causales que poseen y los expertos que intervienen en el sistema para establecer las relaciones causales.

El procesamiento del sistema: se realiza mediante el flujo de trabajo que conforman las cinco actividades del núcleo de inferencia para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema.

Las salidas del sistema: representan los resultados del procesamiento donde se obtiene el análisis de incidencias para el análisis de manifestaciones cutáneas. El método para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. Está conformado por cinco actividades (identificación de las incidencias, determinación de las relaciones causales, identificación de los pesos atribuidos a las incidencias, identificación de las manifestaciones y generación del diagnóstico) que 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 cutáneas que representan la base de inferencia [13-15]. Se utiliza un enfoque multicriterio para analizar la base de casos, por lo que se identifican la mayor cantidad de manifestaciones posibles.

Actividad 2 determinaciones de las relaciones causales: La determinación de las relaciones causales utiliza un enfoque multicriterio multiexperto. Garantiza la representación del conocimiento causal de las incidencias [16, 17]. La actividad consiste en extraer el conocimiento que poseen los expertos sobre las manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema [18-20]. 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 [21], [22] 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 incidencias: 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 [23], [24] [25-27-42-43-44-45]. 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 [28-30], [31].

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

Actividad 4 identificaciones de las manifestaciones: la identificación de las manifestaciones es la actividad que consiste en determinar cuáles manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema están presentes en los pacientes analizados [32, 33]. 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 [34-36]. 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 [37], [38], [39] los nuevos valores de los conceptos expresan la influencia de los conceptos interconectados al concepto específico y se calculan mediante la ecuación (2):

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

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 [40].

4 Resultados y discusión

La presente sección se realiza una descripción de la implementación del método para el análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. A partir del análisis de casos es posible determinar el comportamiento de las diferentes alternativas en función del análisis de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema. A continuación se describen los resultados del estudio:

Actividad 1 identificación de las manifestaciones:

El proceso de selección de las manifestaciones se obtiene las manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema r [41]. 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	Concepto
C ₁	Erupción maculopapular
C ₂	Urticaria y angioedema
C ₃	Patrón acral parecido a sabañones
C ₄	Lesiones vesiculares
C ₅	Patrón parecido a livedo reticularis-livedo racemosus
C ₆	Patrón purpúrico “vasculítico”/petequial

Actividad 2 determinaciones 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]	[0.5, 0.25,0]	[0.5, 0.25,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₂	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]
C ₃	[0.5, 0.25,0]	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[0.5, 0.25,0]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.75, 0.5,0.25]
C ₄	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.5, 0.25,0]	[0, 0,0]	[0.75, 0.5,0.25]	[0.75, 0.5,0.25]

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

Actividad 3 identificaciones 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

Crterios	Incidencias	Peso
C ₁	Erupción maculopapular	[0.52, 0.50, 0.50]
C ₂	Urticaria y angioedema	[0.59, 0.50, 0.50]
C ₃	Patrón acral parecido a sabañones	[0.52, 0.50, 0.50]
C ₄	Lesiones vesiculares	[0.45, 0.65, 0.60]
C ₅	Patrón parecido a livedo reticularis-livedo racemosus	[0.60, 0.35, 0.40]
C ₅	Patrón purpúrico “vasculítico”/petequiral	[0.70, 0.25, 0.30]

Actividad 4 identificaciones de las incidencias:

A partir de la entrevista al paciente se determinó el grado de preferencia que poseen las incidencias 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 incidencias del paciente

Pacientes	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₅
A ₁	[1, 0, 0]	[0.70, 0.25, 0.30]	[1]	[0.70, 0.5, 0.25]	[1, 0, 0]	[0.70, 0.25, 0.30]

Actividad 5 generaciones 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.

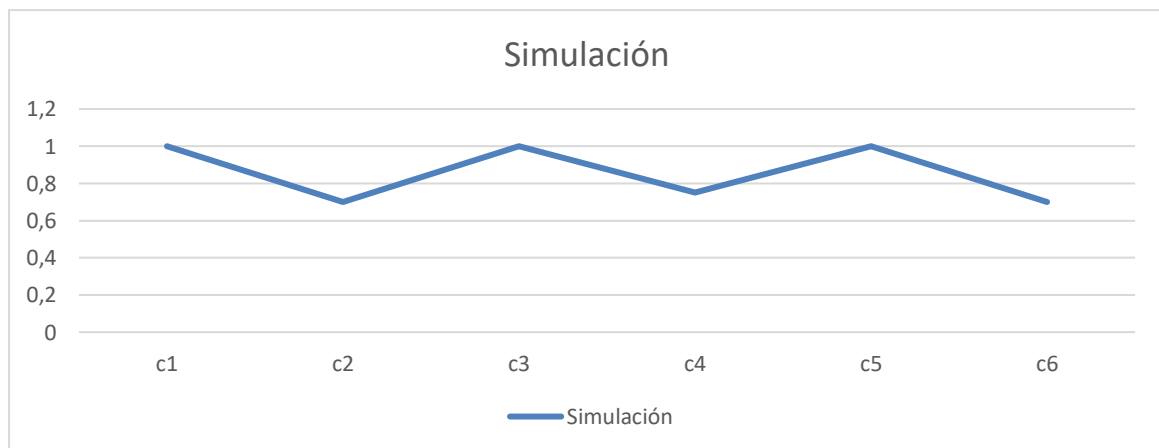


Figura 2: Resultado de la simulación de las manifestaciones.

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 incidencias

Pacientes A ₁	Pesos	Preferencias	Agregación
C ₁	[0.52,0.50,0.50]	[1,0,0]	[0.52,0.85,0.80]
C ₂	[0.59,0.50,0.50]	[0.70,0.25,0.30]	[0.41,0.65,0.60]
C ₃	[0.52,0.50,0.50]	[1,0,0]	[0.52,0.85,0.80]
C ₄	[0.45,0.65,0.60]	[0.70,0.25,0.30]	[0.32,0.75,0.70]
C ₅	[0.60,0.35,0.40]	[1,0,0]	[0.60,0.65,0.50]
C ₅	[0.70,0.25,0.30]	[0.70,0.25,0.30]	[0.49,0.65,0.60]
Índice			[0.48,0.65,0.60]

A partir del índice de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema se evidencia un desarrollo de un $I=0.48$, para el caso analizado representa un índice bajo de manifestaciones cutáneas.

Discusión

El proceso viral por SARS-CoV-2 al igual que otras infecciones virales, pueden desencadenar manifestaciones cutáneas, un estudio de casos reportó que, de 88 pacientes al menos el 20% desarrollaron manifestaciones cutáneas durante el proceso viral. Esto da un indicio de la importancia del estudio en este campo en el contexto del COVID-19.

La urticaria es hasta la fecha la manifestación cutánea más reportada en pacientes con COVID-19. Los anteriores estudios mencionan que los procesos virales pueden desencadenar o ser causantes de urticaria. En este punto el tratamiento de la urticaria en pacientes con COVID-19 podría suponer un desafío, por lo crítica y prolongada que es el curso de esta patología, lo que limita las opciones terapéuticas, por el riesgo de que desencadenen o empeoren la urticaria, sin embargo, de ser el caso, las lesiones desaparecen o mejoran clínicamente. Otros estudios mencionan que en pacientes con tratamiento de esteroides sistémicos a dosis bajas y antihistamínicos se ha logrado controlar la urticaria asociada a COVID-19, sobre en casos de ser una UC. De la misma manera, más del 50% de lesiones de urticaria asociadas a este proceso viral se presentan antes o al mismo tiempo que la sintomatología clásica del COVID-19, lo que destaca la importancia de estos signos como sospecha diagnóstica.

Por otra parte, el angioedema no es frecuente, y los casos registrados se ven relacionados con sintomatología respiratoria y asociado a urticaria. Su aparición sin urticaria es inusual, al igual que su desarrollo en pacientes tratados con IECA e infectados por SARS-CoV-2. El mecanismo que explicaría esta asociación es desconocido. Trabajos investigativos explicarían que la relación se basaría en la gran afinidad del virus por los receptores de la ACE-2, que se encuentran en los pulmones, riñones, corazón, lengua y glándulas salivales, lo que provocaría un descenso de la actividad enzimática y como resultado un incremento de los niveles de angiotensina II que no permitiera la degradación de bradicinina, un vasodilatador que aumenta la permeabilidad vascular. El uso de antihistamínicos o corticoides como tratamiento ha conseguido la remisión del angioedema asociado a COVID-19 en un corto periodo de tiempo.

Entre otras manifestaciones se han descrito erupciones maculo-papulosas, lesiones urticariformes, exantemas vesiculosos, lesiones acro-isquémicas, livedo-reticularis o necrosis. Que se verían explicadas por la fisiopatología de las diversas expresiones clínicas del COVID-19 sobre las células del organismo.

En este proceso de revisión literaria el limitante identificado es la poca información disponible, razón por la cual la dirección futura es continuar con procesos investigativos que aporte con más información, considerando la importancia de este tema y el impacto que puede generar en el control y manejo de pacientes que cursen por urticaria y angioedema asociados a COVID-19.

Conclusión

La implementación del sistema propuesto, posibilitó la obtención del Mapa Cognitivo Neutrosófico agregado con la representación de las relaciones causales sobre las manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 con enfoque en urticaria y angioedema.

A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad del método permitiendo la evaluación de manifestaciones cutáneas en el contexto del COVID-19 a partir del conjunto de criterios. Aunque el caso de estudio propuesto, presenta una aplicación del sistema propuesto, es importante nutrir varios Mapas Cognitivos Neutrosóficos con diferentes incidencias para elevar la aplicabilidad del método propuesto.

En el contexto de la infección por COVID-19 se han descrito varias manifestaciones clínicas que han despertado el interés científico, una de ellas son las manifestaciones cutáneas, que han demostrado que esta infección viral y la piel no son protagonistas aislados; dentro de este extenso grupo de patologías, la urticaria y el angioedema se han visto altamente relacionados con la infección por COVID-19.

Referencias

- [1] G. Pascarella, A. Strumia, C. Piliago, F. Bruno, R. Del Buono, F. Costa, S. Scarlata, and F. E. Agrò, "COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review," *Journal of internal medicine*, vol. 288, no. 2, pp. 192-206, 2020.
- [2] M. G. G. Perera, J. F. Ochoa, and M. I. L. Garza, "Las mil caras de la piel en enfermos con enfermedad COVID-19," *Acta Médica Grupo Ángeles*, vol. 19, no. S1, pp. s9, 2021.
- [3] B. G. de Acevedo Chávez, and M. G. G. Perera, "Urticaria y angioedema asociados a COVID-19: presentación de cuatro casos," *Acta Médica Grupo Ángeles*, vol. 19, no. S1, pp. s69-72, 2021.
- [4] R. Sampieri, C. F. Collado., and P. B. Lucio, "Metodología de la investigación," *México* vol. ISBN: 970-10-5753-8, 2006.
- [5] C. Goodier, S. Austin, and R. Soetanto, "Causal mapping and scenario building with multiple organizations," *Futures*, vol. 42, no. 3, pp. 219-229, 2010.
- [6] C. Strauch, U.-L. S. Sites, and W. Kriha, "NoSQL databases," *Lecture Notes, Stuttgart Media University*, vol. 20, 2011.
- [7] B. KOSKO, "Fuzzy cognitive maps," *International Journal of Man-Machine Studies*, vol. 24, no. 1, pp. 65-75, 1986.
- [8] J. Salmeron, "Augmented fuzzy cognitive maps for modeling LMS critical success factors," *Knowledge-Based Systems*, vol. 22 no. 4, pp. 275-278, 2009.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] V. V. Falcón, B. S. Martínez, J. E. Ricardo, and M. Y. L. Vázquez, "Análisis del Ranking 2021 de universidades ecuatorianas del Times Higher Education con el Método Topsis," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S3, pp. 70-78, 2021.
- [19] J. Ricardo, A. Fernández, and M. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science*, pp. 151-159, 2022.

- [20] M. L. Vázquez, J. Estupiñán, and F. Smarandache, "Neutrosofía en Latinoamérica, avances y perspectivas," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101*, vol. 14, pp. 01-08, 2020.
- [21] 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.
- [22] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suintaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [23] E. White, and D. Mazlack, "Discerning suicide notes causality using fuzzy cognitive maps." pp. 2940-2947.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.
- [33] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.
- [34] 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.
- [35] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Comejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [36] 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.
- [37] Author ed.^eds., "Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications," *Secaucus, NJ, USA: Springer Verlag*, 2010, p.^pp. Pages.
- [38] O. Mar-Cornelio, I. Santana-Ching, and J. González-Gulín, "Sistema de Laboratorios Remotos para la práctica de Ingeniería de Control," *Revista científica*, vol. 3, no. 36, 2019.
- [39] 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.
- [40] R. Giordano, and M. Vurro, *Fuzzy cognitive map to support conflict analysis in drought management fuzzy cognitive maps*, 2010.
- [41] C. Danienson, "Competencias docentes: desarrollo, apoyo y evaluación," *Serie Documental de Preal*, no. No.51, 2011.
- [42] Leyva, M., Hernández, R., & Estupiñán, J. "Análisis de sentimientos: herramienta para estudiar datos cualitativos en la investigación jurídica". *Universidad Y Sociedad*, vol 13 no S3 pp 262-266, 2021.
- [43] Estupiñán Ricardo, J., Martínez Vásquez, Á. B., Acosta Herrera, R. A., Villacrés Álvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernández, N. (2018). *Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje. Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. no 24 pp 1-19, 2018.
- [44] Estupiñán Ricardo, J., Romero Fernández, A. J., & Leyva Vázquez, M. Y. "Presencia de la investigación científica en los problemas sociales post pandemia". *Conrado*, vol 18 no 86, pp 258-267. 2022.

- [45] Gómez, G. A. Á., Vázquez, M. Y. L., & Ricardo, J. E. “Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System”. *Neutrosophic Sets and Systems*, no 52, pp 215-224. 2022.

Recibido: Julio 25, 2022. **Aceptado:** Octubre 08, 2022