



Evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos

Neutrosophic multicriteria evaluation of negative pressure pump therapy for soft tissue injuries of the limbs in diabetic patients

Luis Alberto Ortiz Zambrano¹ Melissa Eliana Del Campo Zapata² and Jeanneth Elizabeth Jami Carrera³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1709-8740>.
E-mail: uq.luisortiz@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8548-9890>.
E-mail: docentetp65@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2217-9593>.
E-mail: ua.jeannethjami@uniandes.edu.ec

Resumen. La resolución de las lesiones de las partes blandas representa un gran desafío para el cirujano. Presentamos un paciente diabético que sufrió un accidente de tránsito y a consecuencia lesión de partes blandas en extremidad inferior derecha cuyo tratamiento se realizó con bomba de presión negativa, Sistema de Cierre Asistido al Vacío por sus siglas en inglés (terapia VAC). Se desarrolla un método para la evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. Se toma como escenario de implementación un caso clínico de paciente diabético que sufrió heridas graves en miembro inferior derecho, las cuales fueron tratadas mediante desbridamiento quirúrgico, bomba de presión negativa y cirugía reconstructiva. El paciente atendido se recuperó sin signos de infección. Se realizaron 7 limpiezas quirúrgicas por arrastre y una vez en condiciones para procedimiento reconstructivo se realizó injerto de piel. El tratamiento con bomba de presión negativa (VAC) es útil, eficaz, seguro y genera un ambiente controlado que favorece la curación, con bajo índice de complicaciones.

Palabras Claves: Lesión de partes blandas, bomba de presión negativa, limpieza quirúrgica por arrastre, procedimientos de cirugía reconstructiva.

Abstract. The resolution of soft tissue injuries represents a great challenge for the surgeon. We present a diabetic patient who suffered a traffic accident and as a consequence soft tissue injury in the right lower extremity whose treatment was performed with a negative pressure pump, Vacuum Assisted Closure System (VAC therapy). A method for neutrosophic multicriteria evaluation of negative pressure pump treatment for limb soft tissue injuries in diabetic patients is developed. A clinical case of a diabetic patient who suffered serious injuries to the lower right limb, which were treated by surgical debridement, negative pressure pump and reconstructive surgery, is taken as the implementation scenario. The treated patient recovered without signs of infection. 7 surgical cleanings were performed by dragging and once in conditions for the reconstructive procedure, a skin graft was performed. Treatment with a negative pressure pump (VAC) is useful, effective, safe and generates a controlled environment that favors healing, with a low rate of complications.

Keywords: Soft tissue injury, negative pressure pump, surgical cleaning by dragging, reconstructive surgery procedures.

1 Introducción

El manejo y tratamiento de las heridas graves de los miembros son de difícil manejo y supone un gran desafío, que exige un equipo multidisciplinario (cirujanos generales, traumatólogos, cirujanos plásticos, cirujanos vasculares, etc.) para lograr resultados idóneos en el proceso de curación de este tipo de pacientes [1]. La cicatrización primaria requiere que los bordes de las heridas tengan contacto, así se reduce la pérdida de sangre y pro

mueve la restitución del epitelio [2].

Si un trauma y/o una complicación posquirúrgica produce una herida de gran tamaño con pérdida de sustancia, el cierre primario no puede realizarse, tocando realizar otros tipos de procedimientos quirúrgicos (colgajos musculares de vecindad o injertos musculares, etc.); la segunda opción puede ser dejar que la herida cicatrice por segunda intención, lo cual requiere la aposición de matriz proteica y la formación de neovascularización, para

que así aparezca tejido de granulación, seguido por la migración de queratinocitos a través del defecto [3].

Este tipo de heridas presentan reacción inflamatoria mayor que otras heridas debido a la cantidad de tejido necrosado y exudados que eliminan, lo cual hace que se retrase la curación. Así, la cicatrización no puede completarse hasta que la respuesta inflamatoria no mine al agente lesivo y se hayan eliminado los restos necróticos y el exudado para permitir la penetración del tejido de granulación desde los bordes [4]. Este proceso es lento y requiere múltiples procedimientos-curaciones, que en algunos casos se realizan en quirófano y con anestesia, se dan tiempos prolongados de internación, los cuales insumen recursos humanos y hospitalarios [5].

El objetivo de esta publicación es presentar una evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos, a partir de nuestra experiencia en el tratamiento de este tipo de heridas graves utilizando una bomba de presión negativa que acelera los tiempos de curación.

Las propiedades con las que cuenta esta técnica cuyos precursores han venido trabajando desde principios del siglo pasado, le han valido el reconocimiento de la *Food and Drug Administration*, de los Estados Unidos, para el tratamiento de pacientes con úlceras, pie diabético, heridas traumáticas o heridas quirúrgicas infectadas, desde 1995.

Es un tratamiento efectivo para tratar heridas graves con evolución tórpida y de difícil manejo, reduciendo efectivamente en el tiempo cicatrización, aislando la herida del medio, tratando y estimulando la granulación, logrando que el riesgo para los pacientes que presenten este tipo de heridas disminuya significativamente, evitando complicaciones mayores e incluso amputaciones [6].

Técnica de colocación: el sistema consta de varios elementos esenciales. Se utiliza una esponja de poliuretano con poros de 400 a 600 micrones que se conecta, a través de tubos de drenaje no colapsables, a una bomba de aspiración. La colocación del tubo a través de la esponja asegura la distribución uniforme de la presión en toda la herida [7].

Luego de realizar el desbridamiento de la herida se recorta la esponja de modo que la abarque en toda su extensión, sin apoyar sobre piel sana; esto se sella con un apósito transparente adhesivo, de manera que cubra la esponja y el tubo de drenaje, tomando la precaución de que el tubo de aspiración no esté en contacto directo con la piel (ya que puede causar una lesión). Todo esto forma un sistema cerrado compuesto por la herida, la esponja, la luz del tubo y el reservorio [8].

Lo habitual es colocar la bomba de aspiración a una presión constante de 125 mm Hg por debajo de la presión ambiental. La bomba brinda la posibilidad de utilizar distintas presiones, además de aspirar en forma continua o intermitente. Si la herida ha sido bien sellada cuando comienza a funcionar la bomba, se genera un vacío que es objetivable por el colapso de la esponja [9]. El cambio de todo el sistema se realiza con intervalos variables según el tipo de herida y puede efectuarse en la habitación del paciente, sin necesidad de anestesia.

2 Estructura del método multicriterio para la evaluación neutrosófica del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas

Para evaluación del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos se utilizó un método que basa su funcionamiento mediante números neutrosóficos para modelar la incertidumbre[10-12]. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores para determinar el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas[10, 13, 14]. El método utiliza para la inferencia la Ponderación Lineal Neutrosófica[15-17]. Está diseñado mediante una estructura de tres actividades que en su conjunto determina el análisis evaluativo[15, 18-20].

Actividad 1: Identificación los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa

Representa el conjunto de criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa[21-24]. El conjunto de criterios representan un parámetro de entrada del método propuesto, se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como[25-27]:

$$C = \{c_1, \dots, c_n\}, \quad n \geq 2, \text{ indicadores que representan los criterios evaluativos.}$$

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios que definen el tratamiento

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a las habilidades [28, 29]. Representa un parámetro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multiexperto de modo que:

$E = \{e_1, \dots, e_m\}$, $m \geq 2$, donde E, representa los expertos que determinan los vectores de pesos asociados a las habilidades.

Actividad 3: Evaluación de los criterios que definen el tratamiento

La actividad representa el procesamiento del método de inferencia para determinar los criterios que definen el tratamiento. El procesamiento de los datos se realiza mediante la ponderación lineal neutrosófica, [30], [31] que constituye un método multicriterio [19, 20, 32]. La ponderación lineal neutrosófica representa una alternativa a los métodos multicriterios clásicos [33], [34]. El método consiste en calcular una puntuación global r_i para cada alternativa A_i tal como expresa la ecuación 1.

$$R_i = \sum_j W_j r_{ij} \quad (1)$$

La ponderación lineal representa un método compensatorio, se aplica posterior a una normalización previa. El método es aplicado en casos donde se posee un conjunto m de alternativas y n criterios [35, 36]. Para cada criterio j el decisor estima cada alternativa i . Se obtiene la evaluación a_{ij} de la matriz de decisión que posee una ponderación cardinal ratio [37, 38]. Se asigna un peso W_j ($j = 1, n$) también del tipo cardinal ratio para cada uno de los criterios C_j .

En el contexto de los métodos multicriterio, se introducen los números neutrosóficos con el objetivo de representar la neutralidad [39],[40],[41], [42]. Constituye las bases de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [43], [44], [34]. Un número neutrosófico (N) se representa de la siguiente forma [45], [46], [47]:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , esto es que por cada sentencia p se tiene [48-50]:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

Matemáticamente se puede definir un método de Ponderación Lineal Neutrosófico como una 3-tupla (R,W,r) tal como representa la ecuación 3.

$$R_{i(T,I,F)} = \sum_j W_{j(T,I,F)} r_{ij(T,I,F)} \quad (3)$$

Donde:

$R_{i(T,I,F)}$: representa la función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .

$W_{j(T,I,F)}$: representa el peso del criterio j asociados a los criterios que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .

r_{ij} : representa la evaluación de la alternativa i respecto al criterio j que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .

3 Implementación del método

A continuación se realiza una descripción de la corrida por actividades del método neutrosófico multicriterio para la evaluación de los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa.

Actividad 1: Identificación los criterios que definen el tratamiento con bomba de presión negativa

Para la presente investigación se consultaron 5 expertos a partir de los cuales se identificaron los criterios evaluativos. La tabla 2 muestra los criterios resultantes[16, 17, 49, 51].

Tabla 1: Criterios evaluativos que definen el tratamiento con bomba de presión negativa.

No	Criterios que definen el tratamiento
C_1	Limpieza quirúrgica por arrastre
C_2	Injerto libre de piel
C_3	Buen estado general del paciente
C_4	Presencia de procesos infecciosos
C_5	Problemas relacionados con cobertura cutánea

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios que definen el tratamiento

La actividad emplea un enfoque multiexperto para la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios para determinar el tratamiento con bomba de presión negativa. La actividad representa la base para el procesamiento de las inferencias. La tabla 2 muestra el resultado de los vectores de pesos atribuidos a los síntomas para determinar prevalencia[52-55].

Tabla 2: Pesos asociados a los criterios para evaluar el tratamiento con bomba de presión negativa.

Criterios evaluativos	Pesos neutrosófico asociados
C_1	(0.70,0.25,0.30)
C_2	(0.60,0.35,0.40)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	(0.9, 0.1, 0.1)
C_5	(0.8,0,15,0.20)

Actividad 3: Evaluación de los criterios que definen el tratamiento.

Para obtener los resultados a partir de los métodos propuestos se hace uso de la Neutrosofía y en particular de la escala lingüística, $S, v_{k_j} \in S$, donde; $S = \{s_1, \dots, s_g\}$, es el conjunto de término lingüísticos definidos para evaluar las características ck utilizando los números Neutrosóficos de Valor Único (SVN), para el análisis de los términos lingüísticos resultantes. La escala de términos lingüísticos a utilizar se muestra en la Tabla 3[32, 56, 57].

Tabla 3. Escala de términos lingüísticos.

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)

Basado en los resultados obtenidos, se utiliza la Neutrosofía para cuantificar los criterios del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. El análisis se realiza a partir de la escala de términos lingüísticos y los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Tabla para evaluar el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas.

Criterios evaluativos	Etiqueta Lingüística	Valor Neutrosófico
C_1	Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)

C_2	Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
C_3	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
C_4	Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
C_5	Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)

A partir de la Ponderación Lineal Neutrosófica propuesta para el método, se realiza el cálculo para el análisis de del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. La tabla 6 muestra los datos y el resultado del procesamiento a partir del cálculo de la ecuación 3.

Tabla 5: Resultados del procesamiento.

Criterios evaluativos	Valor neutrosófico de preferencia	Vector de peso neutrosófico	Cálculo
C_1	(0.60,0.35,0.40)	(0.70,0.25,0.30)	(0.65,0.25,0.25)
C_2	(0.70,0.25,0.30)	(0.60,0.35,0.40)	(0.65,0.25,0.25)
C_3	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.9,0.15,0.15)
C_4	(0.8,0,15,0.20)	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.85,0.15,0.15)
C_5	(0.9, 0.1, 0.1)	(0.8,0,15,0.20)	(0.85,0.15,0.15)
Inferencia			(0.78,0.15,0.15)

A partir de la inferencia obtenida se concluye que el análisis sobre los criterios del tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos se encuentra valorada para el caso objeto de estudio como muy bueno con un índice de 0.78.

4 Descripción del caso clínico

Se utilizó como caso de análisis a un paciente masculino de 55 años edad, APP: DM2, HTA; niega antecedentes quirúrgicos y alérgicos. Indica haber sufrido accidente de tránsito posterior a lo cual presenta lesiones graves en extremidad inferior derecha que compromete piel, tejido celular subcutáneo y músculos de la región lateral externa e interna de muslo y pierna derecha, lo cual le dificulta la motilidad de su extremidad y apreciamos importante tejido con necrosis y eliminación de material purulento.

Es valorado por médicos de otra casa de salud y tras no ver respuesta positiva en intentar solucionar su cuadro clínico nos consulta particularmente. Tras valorar cuadro clínico se revisan radiografías y ecografía de partes blandas donde apreciamos que no existe lesión ósea, sin embargo el compromiso de estructuras de partes blandas antes señaladas comprometían la integridad de su extremidad.



Figura 1. Lesión de partes blandas en cara interna de muslo y pierna derecha, compromiso en piel, tejido celular subcutáneo, afectación muscular, presencia de colecciones y tejido necrótico.



Figura 2. Lesión de partes blandas en cara externa de muslo y pierna derecha, compromiso en piel, tejido celular subcutáneo, afectación muscular, colecciones y tejido necrótico.

Se decide realizar procedimiento quirúrgico, limpieza quirúrgica por arrastre y se desbridan todos los tejidos que se aprecian con signos de necrosis, se drenan colecciones y lavamos con abundante solución salina.

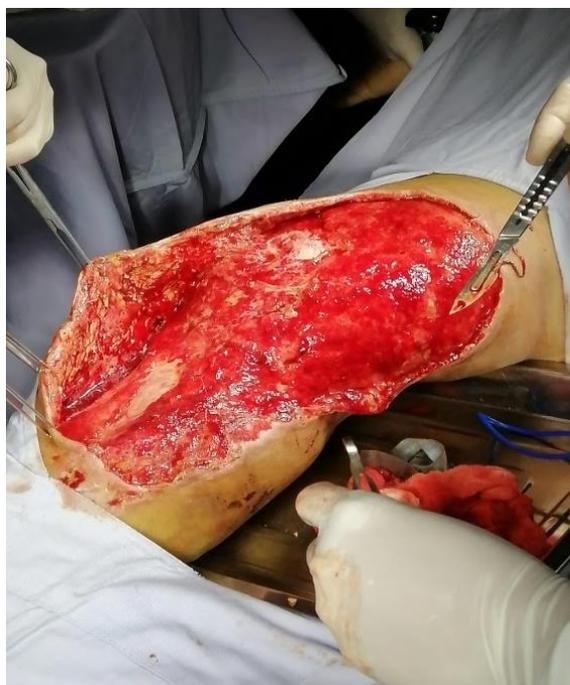


Figura 3. Desbridamiento quirúrgico, se retiran colecciones y tejido necrótico localizado en cara interna de muslo y pierna derecha, que comprometían piel, tejido celular subcutáneo, músculos.



Figura 4. Desbridamiento quirúrgico, se retiran colecciones y tejido necrótico localizado en cara interna de muslo y pierna derecha, que comprometían piel, tejido celular subcutáneo, músculos.

Se programa en 48 horas una nueva intervención quirúrgica para desbridar nuevos tejidos necrosados y seguir drenando colecciones, se decide colocar dispositivo de aspiración negativa continua VAC con el cual intervinimos quirúrgicamente después de 5 días.



Figura 5. Se aprecia colocación de sistema VAC, se cubre toda zona afectada con esponja hidrofóbica de poliuretano, cubierta con una película adhesiva semi-oclusiva y sistema de tubo conector.



Figura 6. Sistema VAC encendido, se aprecia el colapso de esponja hidrofóbica y drenaje de herida



Figura 6. Unidad de terapia y canister o recolector de secreciones.

Posteriormente se realizan 5 limpiezas quirúrgicas observándose tejido de granulación y una vez controlado el proceso se decide intervenir para colocación de injerto de piel. Se realiza injerto obteniendo piel de región anterior de muslo izquierdo y colocándolo en región lateral interna y externa de miembro afecto, al cabo de varias semanas se aprecia evolución satisfactoria.



Figura 7. Se aprecia extremidad afectada con colocación de injerto, cara interna muslo y pierna derecha.



Figura 7. Se aprecia extremidad afectada con colocación de injerto, cara externa muslo y pierna derecha.

El paciente permaneció internado durante el tratamiento mientras se controlaba el estado local de la herida y el estado general del paciente. Se realizó el control semanal con análisis de sangre completo, monitorizando fundamentalmente el balance hidroelectrolítico y la función renal.

Resultados

Se consideró exitoso el tratamiento cuando el tejido de granulación cubrió el lecho de la herida en ausencia de signos de infección. Se realizó injerto libre de piel para el cierre definitivo de la herida. En ningún caso se observó deterioro del estado general del paciente ni alteraciones en los valores de laboratorio. No se observaron procesos

infecciosos luego del cierre definitivo ni problemas relacionados con la cobertura cutánea.



Figura 8. Secuencia de imágenes de seguimiento sobre el caso de análisis.

Conclusión

A partir de la implementación del método fue posible la evaluación multicriterio neutrosófica sobre el tratamiento con bomba de presión negativa para las lesiones de partes blandas en los miembros en pacientes diabéticos. Sin embargo, se pudo evidenciar que el uso de la terapia VAC en heridas complejas y de difícil tratamiento ha demostrado grandes beneficios referentes a la cicatrización, acelerando su proceso y evitando infecciones mayores del lecho de la herida.

En el caso en particular la utilización del sistema de presión negativa VAC impidió la amputación de la extremidad afectada, procedimiento que estuvo siempre como opción quirúrgica, se presentó esta otra alternativa de tratamiento como un método favorable para el paciente a pesar de su gran costo; sin embargo, se salvaguardó la integridad física del paciente, así como la funcionalidad de la extremidad afectada.

Esto nos lleva a pensar que la utilización de un dispositivo con presión negativa es muy útil para el tratamiento definitivo de las heridas graves de los miembros o como paso previo a un procedimiento reconstructivo más complejo.

Referencias

- [1] F. A. Rodríguez, A. I. Henao, S. C. Osorno, and F. A. Jaimes, “Guía de práctica clínica para el diagnóstico y tratamiento de la sepsis en el servicio de urgencias de adultos,” *Acta Médica Colombiana*, vol. 33, no. 3, pp. 139-149, 2008.
- [2] D. Annane, E. Bellissant, P. Bollaert, J. Briegel, D. Keh, and Y. Kupfer, “Corticosteroids for treating sepsis (2015) Cochrane Database Syst Rev, 12, p,” *CD002243*, *PID*, vol. 26633262.

- [3] D. C. López-Medina, M. Henao-Perez, J. Arenas-Andrade, E. D. Hinestroza-Marín, F. A. Jaimes-Barragán, and O. I. Quirós-Gómez, "Epidemiología del shock séptico en un servicio de atención médica prehospitalaria en cinco ciudades colombianas," *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, vol. 32, pp. 28-36, 2020.
- [4] J. C. González Aguilera, M. D. Mengana Medina, Y. E. Vázquez Belizón, E. Dorta Rodríguez, and L. A. Algas Hechavarría, "Manifestaciones cutáneas por choque séptico en una adulta," *Medisan*, vol. 19, no. 5, pp. 638-644, 2015.
- [5] Y. D. Pacheco Pacori, and O. García Duque, "Necrosis isquémica de todos los dedos y ortijos después del uso de norepinefrina en paciente ginecológico." pp. 149-152.
- [6] G. Sirgo, R. Claramonte, M. Chánovas, F. Esteban, I. Forcadell, J. Luna, G. Masdeu, J. R. Vázquez, and A. Artigas, "Células dendríticas en la sepsis: una aproximación a la inmunosupresión postinfecciosa," *Medicina intensiva*, vol. 34, no. 8, pp. 559-566, 2010.
- [7] C. E. Jiménez Jiménez, "Terapia de presión negativa: una nueva modalidad terapéutica en el manejo de heridas complejas, experiencia clínica con 87 casos y revisión de la literatura," *Revista Colombiana de Cirugía*, vol. 22, no. 4, pp. 209-224, 2007.
- [8] J. Buendía Pérez, A. Vila Sobral, R. Gómez Ruiz, S. Qiu Shao, D. Marré Medina, M. Romeo, G. Rodríguez-Losada Marco, C. Aubá Guedea, and B. Hontanilla Calatayud, "Tratamiento de heridas complejas con terapia de presión negativa: Experiencia en los últimos 6 años en la Clínica Universitaria de Navarra, Pamplona (España)," *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, vol. 37, pp. S65-S71, 2011.
- [9] F. G. Magaña, H. O. M. Hidalgo, K. P. G. Álvarez, and W. P. D. Galván, "Uso de sistemas de cierre asistido al vacío (VAC) en heridas quirúrgicas infectadas en región cervicofacial (presentación de un caso clínico y revisión de la literatura)," *Revista Mexicana de Cirugía Bucal y Maxilofacial*, vol. 13, no. 2, pp. 40-50, 2017.
- [10] O. M. Cornelio, M. Y. L. Vázquez, and I. S. Ching, "Modelo multicriterio multiexperto utilizando Mapa Cognitivo Difuso para la evaluación de competencias," *Ciencias de la Información*, vol. 46, no. 2, pp. 17-22, 2015.
- [11] M. Y. Leyva Vázquez, and A. Febles Estrada, "MODELO DE AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS," 2013.
- [12] O. Mar Cornelio, Y. Zulueta Véliz, M. del Rosario Cruz Felipe, and M. Leyva Vázquez, "Motor de inferencia decisional en sistema informático para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 9, no. 4, pp. 16-29, 2015.
- [13] E. G. Caballero, F. Smarandache, and M. Leyva Vázquez, "On Neutrosophic Offuninorms," *Symmetry*, vol. 11, no. 9, pp. 1136, 2019.
- [14] S. Hasan Al-subhi, P. A. Román Rubio, P. Y. Piñero, S. S. Mahdi, and M. Leyva-Vázquez, "Sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en mapas cognitivos neutrosóficos para instituciones que atienden a embarazos con alto riesgo por enfermedades cardiovasculares," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 4, pp. 16-29, 2019.
- [15] G. Á. Gómez, J. V. Moya, and J. E. Ricardo, "Method to measure the formation of pedagogical skills through neutrosophic numbers of unique value," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101*, vol. 11, pp. 41-48, 2020.
- [16] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9, no. SPE1, 2021.
- [17] A. J. Peñafiel Palacios, J. Estupiñán Ricardo, I. A. Cruz Piza, and M. E. España Herrería, "Phenomenological hermeneutical method and neutrosophic cognitive maps in the causal analysis of transgressions against the homeless," *Neutrosophic sets and systems*, vol. 44, no. 1, pp. 18, 2021.
- [18] I. I. O. Fernández, and J. E. Ricardo, "Atención a la diversidad como premisa de la formación del profesional en comunicación social," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] G. A. Álvarez Gómez, J. R. Viteri Moya, D. A. Viteri Intriago, and J. Estupiñán Ricardo, "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 21-27, 2021.
- [22] 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.

- [23] J. Estupiñán Ricardo, M. Y. Leyva Vázquez, C. R. Marcial Coello, and S. E. Figueroa Colin, "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica," *Conrado*, vol. 17, no. 82, pp. 337-343, 2021.
- [24] A. J. R. Fernández, G. A. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "La investigación científica en la educación superior como contribución al modelo educativo," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 408-415, 2021.
- [25] J. Estupiñán Ricardo, J. J. Domínguez Menéndez, I. F. Barcos Arias, J. M. Macías Bermúdez, and N. Moreno Lemus, "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 44, no. 1, pp. 29, 2021.
- [26] G. Á. Gómez, and J. E. Ricardo, "Método para medir la formación de competencias pedagógicas mediante números neutrosóficos de valor único," *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, vol. 11, pp. 38-44, 2020.
- [27] N. B. Hernández, C. E. N. Luque, C. M. L. Segura, M. d. J. R. López, J. A. C. Hungría, and J. E. Ricardo, "La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los Sistemas Expertos," *Investigación Operacional*, vol. 40, no. 1, pp. 131-139, 2019.
- [28] 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.
- [29] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [30] L. A. P. Florez, and Y. L. Rodríguez-Rojas, "Procedimiento de Evaluación y Selección de Proveedores Basado en el Proceso de Análisis Jerárquico y en un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta," *Ingeniería*, vol. 23, no. 3, pp. 230-251, 2018.
- [31] E. M. García Nové, "Nuevos problemas de agregación de rankings: Modelos y algoritmos," 2018.
- [32] 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.
- [33] F. Morey Cortès, "El sistema alimentario global: ponderación cuantitativa de las variables del modelo en el entorno de Cataluña," *Universitat Politècnica de Catalunya*, 2019.
- [34] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, vol. 6, no. Special, 2018.
- [35] 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.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
- [40] 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.
- [41] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vasquez, and N. B. Hernández, "Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment," *Neutrosophic Sets and Systems*, pp. 204, 2020.
- [42] 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.
- [43] R. G. Ortega, M. Rodríguez, M. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, no. 1, pp. 16, 2019.
- [44] M. Leyva-Vázquez, and F. Smarandache, *Computación neutrosófica mediante Sympy: Infinite Study*, 2018.
- [45] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre: Infinite Study*, 2018.

- [46] J. González, and O. Mar, "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 8, no. 1, pp. 1-14, 2015.
- [47] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing*: Hexis, 2005.
- [48] 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.
- [49] 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.
- [50] 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.
- [51] J. E. Ricardo, M. I. M. Villalva, Z. A. O. Padilla, and L. A. C. Hurtado, "Filosofía de la comunicación, complemento necesario en el aprendizaje de las Ciencias Sociales," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, vol. 3, no. 2, pp. 39-52, 2018.
- [52] C. M. C. Gallo, M. V. R. Tomalá, H. A. Á. Plúa, and G. M. H. Pozo, "Evaluación del pago de impuestos en el Centro Comercial Buenaventura Moreno del cantón La Libertad provincia de Santa Elena, Ecuador utilizando números neutrosóficos. Evaluation of tax payments in the Buenaventura Moreno Shopping Center in La Libertad canton, Santa Elena," *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An International Book Series in Information Science and Engineering. Volume 16/2021*, pp. 39, 2021.
- [53] J. E. Ricardo, and I. R. S. Vázquez, "La educación sexual para padres de niños con retraso mental, una vía para su consolidación," *Magazine de las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, vol. 4, no. 3, pp. 137-144, 2019.
- [54] R. H. Torres, and Y. I. Sánchez, "La historia en el desarrollo local con fines educativos," *Revista Asociación Latinoamericana de Ciencias Neutrosóficas. ISSN 2574-1101*, vol. 17, pp. 17-24, 2021.
- [55] G. K. R. Zambrano, J. C. A. Zambrano, and M. A. Z. Olvera, "Percepción de catedráticos de la carrera de derecho sobre uso de contratos inteligentes," *Revista Conrado*, vol. 18, no. S2, pp. 281-290, 2022.
- [56] J. Estupiñán Ricardo, Á. B. Martínez Vásquez, R. A. Acosta Herrera, A. E. Villacrés Álvarez, J. I. Escobar Jara, and N. Batista Hernández, "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2018.
- [57] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. B. V. Sánchez, *Evaluating Strategies of Continuing Education for Academics Supported in the Pedagogical Model and Based on Plithogenic Sets*: Infinite Study, 2020.

Recibido: Mayo 22, 2022. **Aceptado:** Junio 10, 2022