



Método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad

Neutrosophic multicriteria method for the timely detection of COVID-19 cases in children under 14 years of age

Priscila Abigail Toapanta Toapanta¹, Mailyn Guerrero², Silvia Paola Jiménez Franco³

¹ Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: drapriscab@hotmail.com

² Universidad católica Santiago del Guayaquil, Ecuador. E-mail: draguerrerop@gmail.com

³ Universidad de Guayaquil, Ecuador. E-mail: sipao85@outlook.es

Resumen. El cuadro respiratorio es una de las patologías con mayor incidencia en la consulta de emergencia pediátrica, y dada la situación epidemiológica con casos COVID-19, la respuesta inflamatoria sistémica es una de sus principales complicaciones. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años. El método permite la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años, y contribuye a la disminución de la respuesta inflamatoria sistémica (SIM) complicada.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, detección oportuna, COVID-19, niños y adolescentes.

Abstract. The respiratory condition is one of the pathologies with the highest incidence in the pediatric emergency consultation, and given the epidemiological situation with COVID-19 cases, the systemic inflammatory response is one of its main complications. The objective of this research is to develop a neutrosophic multicriteria method for the timely detection of COVID-19 cases in children under 14 years of age. The method allows the timely detection of COVID-19 cases in children under 14 years of age, and contributes to the reduction of the complicated systemic inflammatory response (SIM).

Keywords: neutrosophic multicriteria method, timely detection, COVID-19, children and adolescents.

1 Introducción

La COVID-19 (coronavirus disease 2019) también conocida como enfermedad por nuevo coronavirus es causada por el coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV- 2), su forma es redonda u ovalada y a menudo polimórfica, tiene un diámetro de 60 a 140 nm. La proteína espiga que se encuentra en la superficie del virus y forma una estructura en forma de barra, es la estructura principal utilizada para la tipificación, la proteína de la nucleocápside encapsula el genoma viral y puede usarse como antígeno de diagnóstico. Tanto el nuevo virus como la enfermedad eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan [1],[2], [3].

En Ecuador la cifra alcanzó un total de 84.370 casos a la misma fecha, de éstos el 4,7% (3965) correspondió a pacientes con edades comprendidas entre los 0 meses y 19 años[4], [5]. Esta definición aplica para niños y adolescentes menores a 14 años de edad que cumplan los criterios de fiebre mayor de 3 días sin otra causa aparente, más 2 de los siguientes criterios [6], [7].:

- Conjuntivitis bilateral no supurativa o signos de inflamación relacionados a boca, manos o pies.
- Hipotensión arterial.
- Disfunción miocárdica, pericárdica, valvular, o anormalidades coronarias
- Evidencia de coagulopatía en laboratorios (TP, TPT, Dímero-D elevado).
- Signos y síntomas gastrointestinales agudas (diarrea, vómitos, o dolor abdominal).

- Elevación de marcadores inflamatorios como: velocidad de eritrosedimentación (VES), proteína C-reactiva (PCR), procalcitonina.

A partir del escenario antes descrito la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. La investigación se encuentra estructurada en introducción, materiales y métodos, resultados y discusión. La introducción presentó una panorámica sobre el COVID-19 y su impacto en Ecuador. Los materiales y métodos realizan una descripción de la estructura y funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. Se fundamentan las etapas del proceso de inferencia. Los resultados y discusión realizan una ejemplificación de casos demostrativos para describir el funcionamiento del método propuesto[8-10].

2 Materiales y métodos

La sección presenta la estructura del funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. El funcionamiento está guiado por un flujo de trabajo de tres actividades [11, 12]. El método basa su funcionamiento a partir un entorno neutrosófico para modelar la incertidumbre[13, 14].

Se sustenta sobre un esquema de análisis de decisión lingüística que puede abordar criterios de diferente naturaleza y proporcionar resultados lingüísticos en un entorno neutrosófico [15], [16-18]. La figura 1 muestra las actividades fundamentales del método propuesto.

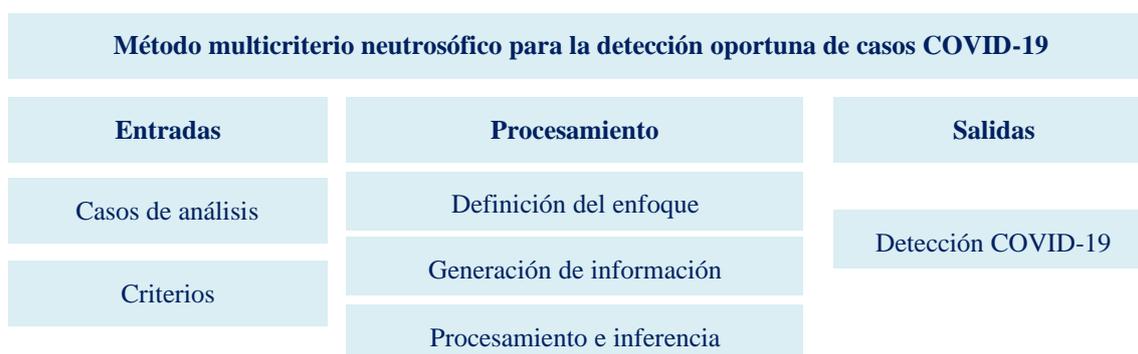


Figura 1: Representación del método propuesto.

El método está diseñado para soportar el flujo de trabajo y para determinar apoyar la toma de decisiones sobre la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. Consta de las siguientes actividades: definición del enfoque, generación de información, y procesamiento e inferencia [19, 20]. A continuación se describen las diferentes etapas del método:

1. Definición del enfoque

En esta etapa, el marco de evaluación se define para corregir la estructura sobre la toma de decisiones y para determinar apoyar la toma de decisiones sobre la detección oportuna de casos COVID-19 en niños y adolescentes de 0 a 14. El marco se modela a partir de los siguientes elementos:

- Sea $E = \{e_1, \dots, e_n\}$, ($n > 2$) un conjunto de expertos.
- Sea $TI = \{ti_1, \dots, ti_m\}$, ($m > 2$) un conjunto de casos de análisis.
- Sea $C = \{c_1, \dots, c_k\}$, ($k > 2$) un conjunto de criterios que caracterizan los síntomas del COVID-19.

Se utiliza un marco de información heterogéneo [21]. Para cada experto se puede usar un dominio diferente numérico o lingüístico para evaluar cada criterio, atendiendo a su naturaleza en un entorno neutrosófico [22], [23, 24]. A partir de la modelación de los elementos que definen el enfoque se realiza la generación de las informaciones.

2. Generación de información

Mediante la definición del marco de trabajo se obtiene el conocimiento del conjunto de expertos. Por cada

experto se suministra sus preferencias mediante el uso de vectores de utilidad [25-27]. El vector de utilidad se expresa mediante la ecuación 1:

$$P_j^i = \{p_{j1_1}^i, p_{jh}^i\} \quad (1)$$

Donde:

P_j^i representa la preferencia otorgada al criterio c_k sobre los casos de análisis r_j expresado por el experto e_i .

La etapa obtiene las informaciones que son de necesidad para el procesamiento de las inferencias, a partir del conjunto de datos obtenidos mediante la consulta a los expertos, se realiza el procesamiento y la inferencia de las informaciones en función de obtener las recomendaciones sobre las toma de decisiones sobre la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad.

3. Procesamiento e inferencia

La etapa de procesamiento e inferencia es la encargada de, a partir del marco de trabajo establecido con el conjunto de datos obtenidos, realizar la evaluación lingüística colectiva que sea interpretable para la toma de decisiones sobre la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. [28, 29]. Para ello la información es unificada y agregada [30, 31].

A partir del procesamiento se realiza un proceso de ordenamiento de alternativas que son priorizados para tratar con información heterogénea y dar resultados lingüísticos.

A 2TLNNS se define como [32]:

A partir de $S = \{s_0, s_g\}$ que representa una 2TLNs con cardinalidad impar $t + 1$.

Se define para $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ y $a, b, c \in [0, t]$, donde $(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c) \in L$ expresan independientemente del grado de verdad, grado de indeterminación y el grado de falsedad por 2TLNs.

Por lo tanto: 2TLNNSs se define:

$$l_j = \{(S_t, a), (S_i, b), (S_f, c)\} \quad (2)$$

Donde:

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_t, a) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_i, b) \leq t, 0 \leq \Delta^{-1}(S_f, c) \leq t$$

$$0 \leq \Delta^{-1}(S_t, a) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_i, b) + 0 \leq \Delta^{-1}(S_f, c) \leq 3t$$

Mediante la función de puntuación y precisión se clasifica 2TLNN [33].

Sea

$$l_1 = \{(S_{t_1}, a), (S_{i_1}, b), (S_{f_1}, c)\}$$

2TLNN en L la función de puntuación y precisión en l_1 se define como:

$$S(l_1) = \Delta \left\{ \frac{2t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{i_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{3} \right\}, \Delta^{-1}(s(l_1)) \in [0, t] \quad (3)$$

$$H(l_1) = \Delta \left\{ \frac{t + \Delta^{-1}(S_{t_1}, a) - \Delta^{-1}(S_{f_1}, a)}{2} \right\}, \Delta^{-1}(h(l_1)) \in [0, t] \quad (4)$$

La información se unifica en un dominio lingüístico específico (S_T). La información numérica se transforma al dominio lingüístico (S_T) siguiendo estos pasos:

- Seleccionar un dominio lingüístico específico, denominado conjunto de términos lingüísticos básicos (S_T).
- Transformación de valores numéricos en $[0, 1]$ al $F(S_T)$.
- Transformación de conjuntos difusos S_T sobre el en 2-tupla lingüística.

La agregación permite la unificación de las informaciones para lo cual se desarrolla mediante dos pasos con el objetivo de calcular una evaluación global de los casos de análisis.

El operador de agregación unifica las diferentes ponderaciones expresadas por cada experto [34], teniendo en cuenta su conocimiento y su importancia en el proceso toma de decisiones para determinar apoyar la toma de decisiones sobre la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad.

El paso final en el proceso de priorización es establecer una clasificación entre los casos de análisis, esta clasificación permite priorizar los casos analizados con más valor.

El caso de análisis más significativo es aquella que tiene la evaluación colectiva máxima $Max \{(r_i, a_j), = 1, 2, \dots, n\}$. Los requisitos se priorizan según este valor en orden decreciente.

3 Resultados y discusión

La presente sección, describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en niños y adolescentes de 0 a 14. Se realizó un estudio de caso aplicado a una organización para la detección oportuna de casos COVID-19. El objetivo consistió en determinar la toma de decisiones para la detección oportuna de casos COVID-19 y disminuir el impacto de la respuesta inflamatoria sistémica complicada. El ejemplo ilustra la aplicabilidad del método.

Desarrollo de la actividad 1: Marco de evaluación

Para el presente estudio de caso, se identificó un marco de trabajo compuesto por:

$E = \{e_1, \dots, e_3\}$, que representan los 3 expertos que intervinieron en el proceso.

Los cuales realizan la evaluación:

$Ps = \{Ps_1, \dots, Ps_6\}$, de 6 Casos de análisis

A partir de la valoración de los

$C = \{c_1, \dots, c_7\}$ los cuales conforman los 7 criterios valorativos.

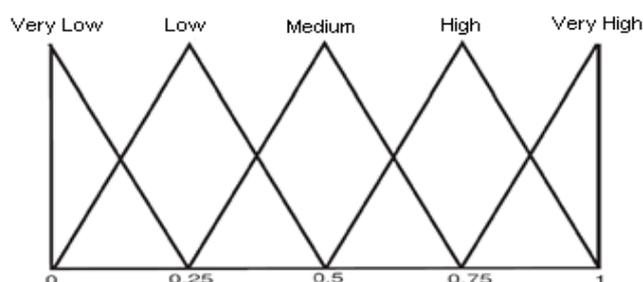
Como indica Ministerio de Salud Pública en protocolo adaptado a nuestra población: Niño o adolescente de 0-19 años con probable exposición con COVID-19 dentro de 1-6 semanas previas al inicio de síntomas y fiebre > 3 días y los siguientes criterios clínicos: erupción macular, papular, purpúrico, urticariforme o signos de inflamación en las mucosas y en la piel tanto oral, manos o pies con o sin edema y lesiones purpúricas distales en manos o pies, inyección conjuntival bilateral no purulenta. La diversidad en las presentaciones clínicas en niños debe considerarse para un diagnóstico temprano de la enfermedad. La tabla 1 muestra los criterios utilizados.

Tabla 1: Criterios utilizados para la identificación del COVID-19.

No	Criterio
1	Fiebre más de 3 días sin otra causa
2	Exantema
3	Cuadro respiratorio como tos y dificultad respiratoria
4	Dolor abdominal
5	Rango de Edad 0 días a 14 años 29 días.
6	Hisopado PCR COVID positivo
7	Exámenes de laboratorio (PCR en sangre)

Cada experto podría dar la información de forma numérica o lingüística atendiendo a la naturaleza de los criterios. Se elige un dominio lingüístico común para verbalizar los resultados que se expresan en la Figura 2.

Figura 2. Dominio de Selección S_T .



Para los valores numéricos, se utilizará la escala lingüística siguiente con números neutrosóficos de valor único propuestas en la Tabla 2 [31].

Tabla 2: Términos lingüísticos empleados.

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)

Desarrollo de la actividad 2: Generación de información

A partir de la información obtenida sobre los casos de análisis, son almacenadas para su posterior procesamiento. El marco de evaluación es presentado en la Tabla 3. Los criterios de evaluación se realizan en la escala S_T .

Tabla 3: Presentación de los resultados

	e_1			e_2			e_3		
c_1	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]
c_2	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]
c_3	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.1, 0.4]
c_4	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.2, 0.4]	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]
c_5	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.7, 0.3, 0.1]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]
c_6	[0.9, 0.1, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.6, 0.2, 0.2]	[0.5, 0.1, 0.4]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]
c_7	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.6, 0.3, 0.2]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.8, 0.1, 0.3]	[0.5, 0.3, 0.3]	[0.9, 0.2, 0.1]	[0.5, 0.4, 0.1]	[0.3, 0.3, 0.2]

La información se transforma para unificar la información heterogénea. Los juegos difusos posteriores sobre S_T se transforman en 2-tuplas lingüísticas.

A partir del proceso de agregación se calculó una evaluación de los casos de análisis. Para el proceso de agregación se utilizó el promedio de ponderación de los números neutrosóficos lingüísticos de 2 tuplas. 2-TLNNWA a partir de los datos referidos por para cada experto [19]. En este caso los vectores de ponderación $W=(0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9)$.

Tabla 4: Procesamiento del resultado de los datos.

Casos de análisis	Preferencias
PS_1	[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]
PS_2	[0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6]
PS_3	[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
PS_4	[0.9, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.9, 0.9]
PS_5	[0.8, 0.7, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]
PS_6	[0.8, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]

Mediante la aplicación de la ficha epidemiológica se logró captar 113 menores de 14 años de edad durante el 2020, que acudieron a la emergencia del hospital en estudio, con sintomatología sugestiva de COVID-19 como dificultad respiratoria secundaria a COVID, exantema, fiebre más de 3 días sin otra especificación y a quienes se les tomó un hisopado para PCR para detectar SARS-CoV-2

Para calcular la evaluación colectiva, el operador 2-TLNNWA se utiliza el vector de ponderación $V = [0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6]$ de la tabla 5.

Tabla 5: Evaluación colectiva para los casos de análisis.

[0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6]	Ps_2
[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_1
[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_3
[0.9, 0.6, 0.9, 0.9, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_4

Finalmente, se ordenan todas las evaluaciones colectivas y se establece una clasificación entre los casos de análisis con el propósito de identificar las mejores alternativas de puntuación calculadas.

Tabla 6: Resultados de la función de puntuación.

[0.6, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.6]	Ps_2
[0.3, 0.9, 0.6, 0.4, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_1
[0.9, 0.6, 0.9, 0.6, 0.6, 0.9, 0.9]	Ps_3

En el estudio de caso, la clasificación de los casos de análisis quedó recomendada como sigue:

$Ps_2 < Ps_1 < Ps_3$, siendo este el orden de casos con más probabilidades de ser positivos al COVID, y con los cuales debía aplicarse los protocolos definidos.

Conclusión

A partir del desarrollo de la investigación propuesta, se obtuvo un método multicriterio neutrosófico para la detección oportuna de casos COVID-19 en menores de 14 años de edad. La implementación del método propuesto, basó su funcionamiento en métodos neutrosóficos para modelar la incertidumbre.

A partir de la aplicación del método propuesto en el caso de estudio fue posible demostrar la aplicabilidad método multicriterio neutrosófico en función de la detección oportuna de casos COVID-19 en niños y adolescentes de 0 a 14.

Aunque el caso de estudio propuesto, presenta una aplicación del sistema propuesto, se recomienda la implementación de otros motores de inferencia en el proceso de toma de decisiones para comparar los resultados obtenidos. La detección de casos COVID-19 confirmados en niños fue oportuna debido a la realización de pruebas diagnósticas como Hisopado PCR el cual es el Gold estándar al 100% de la población con sospecha de COVID-19.

Referencias

- [1] T. Lancet, "COVID-19: protecting health-care workers," *Lancet (London, England)*, vol. 395, no. 10228, pp. 922, 2020.
- [2] M. P. Cruz, E. Santos, M. V. Cervantes, and M. L. Juárez, "COVID-19, una emergencia de salud pública mundial," *Revista Clínica Española*, vol. 221, no. 1, pp. 55-61, 2021.
- [3] J. Quesada, A. López-Pineda, V. Gil-Guillén, J. Arriero-Marín, F. Gutiérrez, and C. Carratala-Munuera, "Período de incubación de la COVID-19: revisión sistemática y metaanálisis," *Revista Clínica Española*, vol. 221, no. 2, pp. 109-117, 2021.
- [4] M. J. Butler, and R. M. Barrientos, "The impact of nutrition on COVID-19 susceptibility and long-term consequences," *Brain, behavior, and immunity*, vol. 87, pp. 53-54, 2020.
- [5] A. Jacobi, M. Chung, A. Bernheim, and C. Eber, "Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review," *Clinical imaging*, vol. 64, pp. 35-42, 2020.
- [6] M. D. Santamaría, N. Ozamiz-Etxebarria, I. R. Rodríguez, J. J. Alboniga-Mayor, and M. P. Gorrotxategi, "Impacto psicológico de la COVID-19 en una muestra de profesionales sanitarios españoles," *Revista de psiquiatría y salud mental*, vol. 14, no. 2, pp. 106-112, 2021.

- [7] A. Sharifi-Razavi, N. Karimi, and N. Rouhani, "COVID-19 and intracerebral haemorrhage: causative or coincidental?," *New microbes and new infections*, vol. 35, pp. 100669, 2020.
- [8] A. Darwiesh, A. H. El-Baz, A. M. K. Tarabia, and M. Elhoseny, "Business Intelligence for Risk Management: A Review," *American Journal of Business and Operations Research*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [9] 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.
- [10] L. E. Nery, M. d. I. A. G. Pazmiño, D. J. Fiallos, and S. Broumi, "Analysis of the Success Factors of the Quality of E-learning in the Medical School in a Neutrosophic Environment," *International Journal of Neutrosophic Science*, vol. 18, no. 3, pp. 189-198, 2022.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
- [14] M. L. Vázquez, P. E. D. P. Franco, and A. J. P. Palacio, "Neutrosophic DEMATEL in the Analysis of the Causal Factors of Youth Violence," *International Journal of Neutrosophic Science*, vol. 3, no. 18, pp. 199-207, 2022.
- [15] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosophia: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre: Infinite Study*, 2018.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Infinite Study*, 2005.
- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
- [31] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.

- [32] J. Wang, G. Wei, and Y. Wei, "Models for green supplier selection with some 2-tuple linguistic neutrosophic number Bonferroni mean operators," *Symmetry*, vol. 10, no. 5, pp. 131, 2018.
- [33] F. Mata, "Modelos para sistemas de apoyo al consenso en problemas de toma de decisión en grupo definidos en contextos lingüísticos multigranulares," *Universidad de Jaén, Doctoral Thesis Jaén*, 2006.
- [34] M. Y. L. Vázquez, K. Y. P. Teurel, A. F. Estrada, and J. G. González, "Modelo para el análisis de escenarios basados en mapas cognitivos difusos: estudio de caso en software biomédico," *Ingeniería y Universidad: Engineering for Development*, vol. 17, no. 2, pp. 375-390, 2013.

Recibido: Febrero 21, 2022. **Aceptado:** Marzo 13, 2022