



Método neutrosófico multicentro para evaluar la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Staphylococcus lugdunenses*

Neutrophic multicenter method to evaluate bacterial endocarditis associated with central venous catheter and cardiac valves due to *Staphylococcus lugdunenses*

Dayana Aracely León Pallasco ¹, Jessica Anabel Paca Curay ², and Francisco Xavier Poveda Paredes ³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.dayanaalp98@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: ma.jessicaapc82@uniandes.edu.ec

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

Resumen. *Staphylococcus lugdunensis*, es un estafilococo coagulasa negativo con mecanismos de patogenicidad tales como la capacidad de unirse al fibrinógeno, a la fibronectina y al factor de von Willebrand. En este trabajo, se evidencian casos clínicos asociados a endocarditis bacteriana afectando principalmente válvulas mitrales y desarrollando su resistencia a múltiples clases de antimicrobianos (beta-lactámicos), relacionado de manera directa con *Staphylococcus aureus*. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es aplicar el método neutrosófico multicentro para evaluar una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Staphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos. En el estudio se utilizaron métodos y técnicas de carácter teóricos, empíricos y matemáticos estadísticos. Los resultados presentados en la investigación develan la pertinencia de la concepción presentada.

Palabras clave: método neutrosófico muticéntrico, endocarditis, penicilina, *staphylococcus*, *lugdunenses*, resistencia

Summary. *Staphylococcus lugdunensis* is a coagulase-negative staphylococcus with pathogenicity mechanisms such as the ability to bind fibrinogen, fibronectin and von Willebrand factor. In this work, there are clinical cases associated with bacterial endocarditis affecting mainly mitral valves and developing resistance to multiple classes of antimicrobials (beta-lactam), directly related to *Staphylococcus aureus*. Therefore, the objective of the present research is to apply the multicenter neutrophic method to evaluate a treatment concept to treat the epidemiology and etiology of bacterial endocarditis associated with central venous catheter and cardiac valves due to beta-lactam-resistant *Staphylococcus lugdunenses*. The study used theoretical, empirical and statistical mathematical methods and techniques. The results presented in the research reveal the relevance of the presented conception.

Keywords: Neutrosophic muticentric method, endocarditis, penicillin, *staphylococcus lugdunenses*, resistance

1 Introducción

La endocarditis infecciosa se trata de una patología rara, con una tasa de morbimortalidad y complejidad elevada. Puede existir una relación con el actual envejecimiento progresivo de la población, aunque es infrecuente en niños. Esta patología afecta principalmente válvulas, con mayor frecuencia en el sexo masculino, cuyo diagnóstico resulta difícil de identificar, para lo que requiere un manejo en el que, se necesita combinar diversos tratamientos prolongados específicos. Está asociada en la gran mayoría de los casos a cardiopatías congénitas con una prevalencia de septo ventricular, tetralogía de Fallot y defectos del canal auriculoventricular. Los pacientes que alargan sus días de estancia intrahospitalaria aumentan la necesidad de cuidados intensivos, requiriendo métodos invasivos intravasculares. Pacientes con catéter central venoso desarrollan endocarditis infecciosa, con patógenos característicos como *Staphylococcus* [1].

Las infecciones producidas por *Staphylococcus aureus*, se manifiestan menos graves o subagudas que es muy poco posible que se asocie a una elevada mortalidad. En este caso, los estafilococos coagulasa negativas de la especie *Staphylococcus* son característicos de virulencia, microbiológicos, clínicas y de sensibilidad a antimicrobianos de esta especie lo hacen aún más interesante la investigación e indagación de este tema tan importante [2].

Hasta hace unos años, esta enfermedad se trataba con antibióticos betalactámicos, pero hoy en día se ha visto afectada por los mismo (cefalosporina, penicilinas, carbapenémicos, monobactámicos). En la mayoría de los aislamientos clínicos endocarditis, *S. lugdunensis* es el responsable de la enfermedad. Sólo una minoría (<20%), podrían ser considerados como contaminantes o colonizantes, de ahí que deba ser considerado habitualmente como un patógeno [1], [2].

En relación con la sensibilidad a β -lactámicos de *S. lugdunensis*, este microorganismo también se ha mantenido generalmente sensible a otros antimicrobianos. En diferentes estudios se han descrito cepas resistentes a macrólidos, lincosamidas, cotrimoxazol, fosfomicina, rifampicina y fluoroquinolonas, pero es excepcional, al menos hasta el momento actual, la multi-resistencia. Solamente se ha comunicado una observación donde las cepas de *S. lugdunensis* eran resistentes a múltiples antibióticos, incluidas oxacilina, clindamicina, gentamicina y eritromicina. Otra característica descrita en esta especie, y que no es muy infrecuente, es la tolerancia a la vancomicina y/o a la teicoplanina [3], [26], [27].

Es fundamental conocer los resultados de las evidencias de los diferentes casos clínicos de la endocarditis infecciosa para poder desarrollar nuevas investigaciones a cerca de una alternativa de tratamiento para el paciente, es por ello que con este trabajo se quiere analizar la evolución de la endocarditis infecciosa en revisiones bibliográficas, sobre su incidencia, mortalidad y resistencia frente a los antibióticos betalactámicos.

En el estudio de Sorli, acerca del *S. lugdunensis*, se plasma resultados obtenidos a partir de muestras del ambiente hospitalario, se ha identificado múltiples factores de virulencia entre los que destacan: El factor de von Willebrand (vWf), este factor está constituido por una glucoproteína con cuatro regiones, según Lin. Para causar infecciones endovasculares, las bacterias requieren de un mecanismo para abrirse camino a través de la sangre, ya que, cuando esta se desplaza por los vasos, se crea una fuerza de fricción que las bacterias deben superar para poder adherirse a los vasos. Por tanto, la fuerza de la sangre hace que este factor se despliegue y deje expuestos dominios antes ocultos a los que pueden unirse las plaquetas. En el caso de *S. lugdunensis*, es capaz de utilizar las plaquetas como puente mediante un mecanismo no conocido para llegar al corazón [4], [26], [27].

Por otro lado, existe una proteína de unión al fibrinógeno de *S. lugdunensis*, Fbl, que se relaciona con el factor de aglutinación A (ClfA) de *Staphylococcus aureus*, contribuyendo a su patogenicidad, basándose en la investigación de Heilbronner. Fbl tiene la capacidad de unirse al fibrinógeno y, por tanto, facilita la adherencia de los trombos a las válvulas cardíacas dañadas [28], [29]. Se ha descubierto que el nivel de expresión de esta proteína determina la capacidad de las células para formar trombos y, además, contribuye a la evasión inmunitaria. Adicionalmente, se ha descrito otra enzima con gran actividad proteolítica dependiente de zinc denominada lugdulicina. Esta se encuentra asociada a infecciones y está codificada por el gen *Shpl*, menciona Linares. Se hipotetiza que podría contribuir a la degradación de la opsonina, o a la supervivencia de la bacteria por medio de la degradación de péptidos antimicrobianos [5].

Las biopelículas permiten a los microorganismos protegerse frente al medio ambiente y de factores que les pueden resultar estresantes. Igualmente, favorece la interrelación entre estos microorganismos y facilita la obtención de recursos. Las biopelículas son ubicuas y desempeñan papeles muy importantes en entornos tanto naturales como antrópicos. Sin embargo, estas también son responsables del 80% de las infecciones bacterianas, que normalmente son muy difíciles de tratar [28], [29]. Es importante enfatizar la función de las biopelículas, ya que estas permiten a las bacterias sobrevivir en condiciones de temperatura que no son óptimas, o en presencia de compuestos tóxicos, entre otros, menciona Alberman en su investigación científica [6].

En un estudio realizado en México en el año 2022, para evaluar la formación de biopelículas se realizó usando el punto de corte sugerido por Jimenez y se clasificó al *Staphylococcus* como un productor de biopelículas de nivel fuerte. Esta caracterización ha implicado en generar la mayoría de resistencia a los antibióticos. También se evidenció una gran amplificación de genes asociados a biopelículas y al gen *mecA*, que presenta una fuerte resistencia a oxacilina. En ese hallazgo de experimentos resultado de mayor importancia, la resistencia que generó a los betalactámicos. Mostró una fuerte resistencia de 100% a penicilina, oxacilina, ciprofloxacino, levofloxacino, eritromicina, moxifloxacino. En cambio, mostró una baja sensibilidad a clindamicina, linezolid, vancomicina, tetraciclina, rifampicina y trimetoprim-sulfametoxazol [7].

Según la investigación realizada por Morrales de un caso en específico de endocarditis infecciosa por *Staphylococcus lugdunensis* que a pesar de lesionar el aparato subvalvular mitral desarrollo favorablemente con medicamento adecuado. El caso se basa en un varón de 66 años con antecedentes de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, realizándose hemocultivos, los cuales evolucionaron positivamente para *S. lugdunensis* resistente a betalactámicos y metilicina, al considerar a este tipo de bacteria de alta virulencia se desconoce la puerta de entrada [30], [31]. Se conoce poco acerca de los factores predisponentes a presentar una infección por este patógeno, pero se plasma en el estudio que los pacientes suelen tener alguna enfermedad de base como diabetes, insuficiencia renal crónica o neoplasias. De acuerdo al análisis, la sensibilidad antibiótica: resistencia a metilicina

en nuestro medio es de un 7,6%, mientras que a beta-lactámicos se sitúa entre un 4 y un 7,6%, alcanzando un 29% en las series americanas [8].

Dentro de las indagaciones de Calderón, consta un caso de interés clínico basado en un varón de 53 años que tras una intervención neuroquirúrgica presentó cuadro séptico en el cual se identificó la presencia de *S. lugdunensis* en la herida operatoria, se destaca en el artículo que la bacteria mencionada posee un comportamiento similar a *S. aureus* en aspectos como su virulencia y la capacidad para producir infecciones supuradas, informes de endocarditis infecciosa fulminante y shock séptico dan fe de su virulencia. En el caso desarrollado se demostró infección de herida quirúrgica a nivel lumbar con crecimiento de *S. lugdunensis* en cultivo. La bacteriemia por *S. lugdunensis* se asocia a endocarditis en aproximadamente el 50% de los pacientes. Finalmente se determinó la sensibilidad a múltiples clases de antimicrobianos, incluidas las cefalosporinas de amplio espectro y penicilinas [9], [30], [31].

De acuerdo a Ortega, la literatura refleja 80 casos de endocarditis por *Staphylococcus lugdunensis* y con el pasar del tiempo el organismo muestra una mayor propensión a infectar válvulas nativas, causando un alto grado de destrucción valvular, fenómenos embólicos y abscesos. Actualmente existe una mayor necesidad de reemplazo de válvulas y una mortalidad significativa [9], [10], [32], [32].

El estudio realizado por Peña detalla, los 28 aislamientos se sometieron a pruebas de susceptibilidad a la oxacilina in vitro mediante el método de dilución en agar. Entre los 28 aislamientos probados, 24 (86%) fueron resistentes a la oxacilina. Se identificó la presencia de la enzima β -lactamasa en 22 de los 28 aislamientos y se analizó el gen *mecA* en 21 de los 28 aislamientos (75%). Antes del 2019, el laboratorio de microbiología de Mayo Clinic no identificaba *S. lugdunensis* de manera rutinaria entre ciertos estafilococos coagulasa negativos. Durante el período de tiempo del estudio, no todos los aislamientos identificados se analizaron de forma rutinaria para detectar la presencia del gen *mecA* o la producción de β -lactamas. Veinte de los 21 (95 %) aislados analizados carecían de *mecA*, y 6 de los 22 (27 %) aislados analizados produjeron β -lactamasa. Veintisiete de los 27 (100%) aislamientos probados fueron sensibles a la vancomicina [10].

También se determinaron las susceptibilidades in vitro a los antimicrobianos orales de uso común. Se encontró que diez de los 10 (100%) aislamientos probados para la susceptibilidad a la minociclina eran susceptibles. Se encontró que los cinco aislamientos (100 %) analizados para la susceptibilidad a la rifampicina eran sensibles a la rifampicina. Catorce de los 24 (58%) aislados sensibles a la oxacilina probados fueron sensibles a la penicilina, mientras que los 24 (100%) aislados probados para la susceptibilidad a la levofloxacina fueron susceptibles. Se encontró que los 27 aislados (100 %) analizados para la susceptibilidad a la trimetoprima-sulfametoxazol eran susceptibles [10], [11].

Los betalactámicos, como la oxacilina, nafcilina y metilicina se suelen prescribir para tratar infecciones por estafilococos en hospitales, sin embargo, desde hace unos años, *S. lugdunensis* presenta resistencia a la oxacilina (ORSL) en diferentes zonas del mundo y, principalmente, en Taiwán, según Aties. También, se han observado resistencias a otros tipos de antibióticos, como pueden ser la eritromicina y la clindamicina. La resistencia a la metilicina se informó por primera vez en el año 2003 y se ha encontrado cada vez más, sobre todo en Oriente, tanto en el ambiente hospitalario como en comunidad [11], [31], [32].

En cuanto la resistencia a la penicilina, esta varía ampliamente (15-87% en todo el mundo). En el estudio de González y colaboradores, de los 540 aislados clínicos analizados, el 74,6% fueron sensibles a la penicilina G, describió Taha (9). Se ha notificado que la resistencia a la penicilina de *S. lugdunensis* es baja (15,5% y 20%) en Suecia y Dinamarca, pero mayor en EE. UU. (45%) y Taiwán (87%). El primer caso que se informó de resistencia a penicilina en *S. lugdunensis* fue en 2009 en Turquía [12].

Kyaw, en su trabajo describieron una resistencia a la penicilina de un 33.3%. A su vez mencionan que estas bacterias son productoras de betalactamasas en un 66.6%, con una resistencia a la metilicina en un 33.3% y una frecuencia del *S. lugdunensis* del 5% más baja en el hospital Nacional Daniel Alcides Carrión en comparación con estudios realizados en Europa y EEUU [13].

La neutrosofía se basa en la idea de que la verdad absoluta es inalcanzable y que todo conocimiento humano está sujeto a la incertidumbre y la ambigüedad. Según esta corriente filosófica, incluso los conceptos más fundamentales, como el bien y el mal, son inherentemente ambiguos y pueden ser interpretados de múltiples maneras [14], [15]. De ahí su importancia en la aplicación de las ciencias médicas, en este caso se basa para realizar una predicción de concepción de tratamiento antes de ser aplicado en la práctica médica.

Es por eso que el objetivo de la investigación es: aplicar el método neutrosófico multicentro para evaluar una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Staphylococcus lugdunensis* resistente a betalactámicos.

2 Materiales y métodos

En el siguiente estudio se asumen los postulados de la investigación predictiva se refiere a un enfoque analítico que utiliza datos históricos y técnicas de análisis avanzadas para hacer predicciones sobre eventos futuros.

Esta práctica se emplea en diversos campos, como la ciencia de datos, el aprendizaje automático, la inteligencia artificial y la investigación científica en general.

La investigación predictiva se aplica en numerosos campos, incluyendo el pronóstico del clima, la detección de fraudes, el análisis de riesgos, el marketing predictivo, la medicina, entre otros. Es una herramienta valiosa para tomar decisiones informadas y anticipar eventos futuros en un mundo cada vez más impulsado por los datos.

En este caso se utiliza en el campo de la medicina y se sustenta en el método de criterio de expertos en su variante Delphi consiste, según Cruz[16], en la utilización sistemática del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas. Este ofrece múltiples ventajas dentro de los métodos subjetivos de pronóstico. Su confidencialidad posibilita la libertad de opiniones sobre la base del anonimato, fomenta la creatividad, el perfeccionamiento y el rediseño de las propuestas que se someten a valoración. Se ofrecen alternativas de decisiones sin incentivar conflictos entre los expertos.

En concordancia con el tipo de estudio realizado, se describen a continuación los métodos y técnicas utilizadas en la investigación. Estos fueron contextualizados a las necesidades investigativas del estudio y se agrupan en tres niveles, los teóricos, empíricos y matemáticos estadísticos.

Nivel teórico

Analítico-sintético: para procesar informaciones, determinar características, resultados, buscar relaciones entre componentes y elaborar conclusiones parciales y finales, además de establecer los nexos internos, el orden lógico y las principales características del método neutrosófico multicentro para evaluar una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Inductivo-deductivo: posibilitó realizar durante el periodo investigativo inferencias y generalizaciones sobre los diferentes componentes y procedimientos del método neutrosófico multicentro para evaluar una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Nivel empírico

Encuesta: se empleó para conocer los estados de opinión de los expertos consultados sobre la concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Criterio de expertos: en su variante de Delphi, el cual se emplea para valorar la pertenencia sobre la concepción de tratamiento para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Nivel estadísticos y matemáticos

Permitieron el procesamiento de la información obtenida a través de los métodos y técnicas del nivel empírico. Los más empleados fueron: la estadística descriptiva, dentro de ella (la confección de tablas, el cálculo de la frecuencia absoluta y relativa), el cálculo del coeficiente de competencia de expertos (k) y el procedimiento de Green para determinar los puntos de corte en el procesamiento Delphi.

Resumen de los principales componentes de la concepción

La concepción presentada cuenta de tres fases, una primera que va dirigida a la identificación de los indicadores y métodos para el diagnóstico del estado actual de la problemática. Esta transcurre por varias acciones, la primera se seleccionan los indicadores, la segunda se seleccionan los métodos y técnicas. La tercera es de capacitación de los actores que participan en la investigación. La cuarta es de aplicación y la quinta de análisis de los resultados obtenidos.

La segunda etapa es de planificación donde se orienta a planificar todo el proceder de tratamiento, esta cuenta de tres acciones. La primera acción se concreta en la elección del contenido del protocolo de actuación, la segunda es elaboración del protocolo de actuación y la tercera se orienta a las recomendaciones metodológicas para su aplicación.

La tercera fase es de aplicación y evaluación: esta transcurre por dos acciones, la primera elaborar el plan de aplicación, la segunda es de control y seguimiento donde se valorar la evaluación del paciente y se ofrecen las actividades de seguimiento del mismo en correspondencia con el lugar donde se encuentre y el nivel de evaluación que haya tenido.

2.1 Método neutrosófico

Para la evaluación de una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana

asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos. Éste método se basa su funcionamiento de los numeros neutrosóficos para modelar la incertidumbre [17], [18], [19], [20]. Basa su funcionamiento a partir de técnicas multicriterio, donde se modelan los indicadores evaluar una concepción de tratamiento para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

El método se utiliza para la inferencia ponderación lineal neutrosófica. El mismo consta de tres actividades fundamentales (Figura 1). A continuación se explican cada uno de ellos.

Actividad 1: Identificación los criterios evaluativos para la evaluación una concepción de tratamiento para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Representa el conjunto criterios que caracterizan para la evaluación una concepción de tratamiento para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos. El conjunto criterios representan un parametro de entrada del método propuesto y se sustenta mediante un enfoque multicriterio formalizado como:

$C = \{c_1, \dots, c_n\}$, $n \geq 2$, criterios para la evaluación de una concepción de tratamiento para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios evaluativos

El proceso de determinación de los pesos, representa la actividad que determinar los vectores de pesos asociados a los criterios [4, 5]. Representa un parametro para el proceso de inferencia. Se basa en un enfoque multi-experto 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

El método consiste en calcular una puntuación global, r_i para cada alternativa tal como expresa la ecuación A_i

$$R_i = \sum_j W_j r_{ij}$$

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}^n$, una evaluación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a ,

$$v(p) = (T, I, F)$$

Donde:

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

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación,

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

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

Donde:

$$R_{i(T,I,F)}$$

Representa la : función resultante que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación

$$W_{j(T,I,F)}: (T, I, F)$$

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 y respecto al criterio j^2 que refiere una dimensión del espacio verdad, falsedad e indeterminación (T, I, F) .

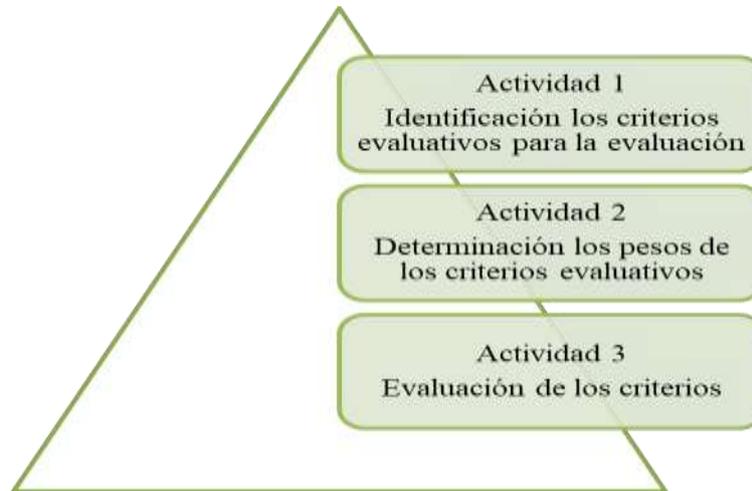


Figura 1. Representación gráfica de las actividades del método neutrosófico multicentro para evaluar una concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Sthaphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

3 Resultados y discusión

En éste momento de la investigación se procede a la presentación de los resultados del criterio de experto. Para ello se sigue la lógica del método neutrosófico multicentro. Los cuales serán descritos a continuación.

Actividad 1: Identificación los criterios evaluativos para la evaluación

Se realizó una valoración cualitativa en correspondencia con los criterios emitidos por Crespo, [21] relacionadas con este método; es por ello que, para ser consecuente con las indicaciones señaladas, se desarrollan las siguientes etapas:

- Identificación del objetivo
- Selección de los expertos
- Elección y aplicación de la metodología
- Procesamiento de la información

Con la finalidad de medir su coeficiente de competencia (K), mediante su autovaloración. Según las categorías de alta (A), media (M) y baja (B), respecto a las fuentes de argumentación propuestas en una tabla patrón establecida a tales efectos y se calculó el coeficiente de competencia mediante la fórmula $K = (Kc + Ka) / 2$.

Donde Kc : Es el coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, el cual es calculado sobre la base de la valoración del propio experto en una escala de 0 a 10 y multiplicado por 0.1, de modo que:

Ka : Es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de los expertos, determinado como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de la tabla 1 patrón a la que se ha hecho referencia.

Se realizó una encuesta a 37 profesionales de las ciencias médicas que laboran con este tipo de pacinetes, dentro de los que se encontraban se seleccionaron 30 por cumplir con los criterios de selección y obtener un coeficiente de competencia mayor o igual a 0.8.

Tabla 1. Nivel de competencia de los expertos escogidos.

Experto	Capacidad de análisis	Experiencia empírica	Experiencia teórica	Estado actual	Comprensión problema	Intuición	Ka	Kc	K
---------	-----------------------	----------------------	---------------------	---------------	----------------------	-----------	------	------	-----

1	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
2	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
3	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
4	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
5	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
6	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
7	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	0,9
8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
9	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	1
10	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8
11	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	0,9
12	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,9
13	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	1	0,8
14	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
15	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,9
16	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
17	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,9
18	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8
19	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,9
20	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
21	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
22	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,9
23	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8
24	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8
25	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,8
26	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8
27	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	1
28	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
29	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	1	0,9
30	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,8

Actividad 2: Determinación los pesos de los criterios evaluativos.

La realización de varias rondas de consulta, que permitan identificar la existencia de coincidencia entre las valoraciones emitidas por los expertos al valorar un conjunto de aspectos, los cuales se reflejan a continuación:

- Estructura de la concepción
- Objetivos
- Fases
- Acciones
- Actividades utilizadas
- Recomendaciones metodológicas

La forma de evaluación

Se utilizó como criterio valorativo la escala con afirmaciones positivas de Likert la cual establece cinco valores.

Muy adecuado (MA) cinco puntos

Bastante adecuado (BA) cuatro puntos

Adecuado (A) tres puntos

Poco adecuado (PA) dos puntos
No adecuado (NA) un punto

Actividad 3: Evaluación de los criterios

A continuación se presentan los resultados de la consulta realizada a los expertos, en el proceso explicado se constata la pertinencia de la concepción, y se procede a valorar por aspectos evaluados los principales resultados que emiten en función de estos aportes, aspectos que se describen a continuación:

En relación con la estructura de la concepción, 15 expertos que representan el 50%, son adecuados y coherentes y los evalúan de muy pertinentes, a su vez, 11 de ellos lo sitúan en bastante pertinente, para un 37% y cuatro (4) plantean que estos son pertinentes, lo que representa el 13% del total de expertos consultados.

En la evaluación de los objetivos, 18 expertos declaran como muy pertinente, para el 60%, lo que indica una valoración favorable en relación con que corresponden con las características de los objetivos como categoría pedagógico; a esto se añade que 10 de ellos, para un 33%, otorgan una evaluación de bastante pertinente y solo dos (2) lo conciben de pertinente, que significa un 7%, la cual es considerada una respuesta positiva.

Respecto a las fases, 19 expertos, el 63,4%, la clasifican de muy pertinente; siete (7) bastante pertinente, para un 23,3% y solo cuatro (4), 13,3%, de pertinente, de esta manera le ven relevancia de la concepción elaborada.

Acercas de las actividades utilizadas, 16 expertos definen que este aspecto es muy pertinente para un 53,3%, 12 la consideran como bastante pertinente que significa el 40% y dos (2) refieren en las respuestas dadas a la encuesta aplicada que es pertinente para un 6,7%, consideraciones que de manera general indican que la forma seleccionada para la instrumentación es válida.

Mientras que las recomendaciones metodológicas, existen una mayoría importante que se centran en las categorías de mayor nivel de puntuación son las seleccionadas por los expertos consultados.

Los resultados de la evaluación realizada por cada uno de los expertos a los aspectos propuestos, luego de la segunda ronda, aparecen en el Tabla 2. A partir de los datos originales o primarios, para cada uno de los aspectos sometidos a consulta de los expertos, se realizó un análisis estadístico siguiendo el procedimiento de Green (Tabla, 3, 4,5,6), tal y como plantea Cruz[16], para determinar el nivel de aceptación y los puntos de corte.

Los aspectos anteriores puestos a consideración de los expertos se evalúan de muy pertinentes, (Anexo15), lo que resulta muy importante debido a que provienen de un grupo de personas conocedoras del tema. De esta manera se corroboró que el modelo teórico y la metodología propuesta, son pertinentes, aplicables, útiles para el fin propuesto y susceptible de perfeccionarse.

Tabla 2. Resultados de la evaluación realizada por los expertos a los aspectos propuestos.

EXPER-	ASPECTOS				
	A1	A2	A3	A4	A5
E1	BP	BP	MP	MP	BP
E2	BP	MP	MP	MP	BP
E3	MP	MP	BP	P	MP
E4	BP	PP	BP	MP	BP
E5	P	MP	MP	MP	P
E6	MP	BP	MP	BP	MP
E7	BP	MP	MP	P	MP
E8	MP	MP	P	MP	MP
E9	MP	BP	MP	BP	MP
E10	P	MP	MP	MP	BP
E11	MP	MP	BP	MP	MP
E12	BP	BP	MP	MP	BP
E13	MP	BP	MP	MP	MP
E14	BP	MP	P	MP	BP
E15	BP	MP	BP	BP	BP
E16	MP	BP	MP	MP	MP
E17	BP	MP	MP	MP	BP
E18	MP	MP	BP	P	MP
E19	MP	MP	BP	BP	MP
E20	P	MP	MP	MP	P
E21	MP	MP	BP	BP	MP
E22	BP	MP	MP	MP	BP
E23	MP	MP	BP	MP	MP
E24	MP	BP	MP	MP	MP
E25	P	MP	MP	BP	BP

	ASPECTOS				
EXPER-	A1	A2	A3	A4	A5
E26	MP	MP	BP	MP	MP
E27	BP	BP	MP	MP	BP
E28	MP	MP	BP	BP	MP
E29	BP	BP	MP	MP	BP
E30	MP	MP	MP	P	MP

Evaluación de los expertos a los aspectos propuestos

Tabla 3. Frecuencia absoluta.

	CATEGORÍAS					
ASPECTOS	MP	BP	P	PP	NP	TOTAL
A1	15	11	4	0	0	30
A2	20	9	0	1	0	30
A3	18	10	2	0	0	30
A4	19	7	4	0	0	30
A5	16	12	2	0	0	30

Tabla 4. Distribución de frecuencias acumulativas.

ASPECTOS	MP	BP	P	PP	NP
A1	15	26	30	30	30
A2	20	29	29	30	30
A3	18	28	30	30	30
A4	19	26	30	30	30
A5	16	28	30	30	30

Tabla 5. Distribución de frecuencias relativas acumulativas.

ASPECTOS	MP	BP	P	PP
A1	0,5000	0,8667	1,0000	1,0000
A2	0,6667	0,9667	0,9667	1,0000
A3	0,6000	0,9333	1,0000	1,0000
A4	0,6333	0,8667	1,0000	1,0000
A5	0,5333	0,9333	1,0000	1,0000

Tabla 6. Análisis estadístico final.

ASPECTOS	MP	BP	P	PP	Suma	Promedio(P)	(N -P)
A1	0,0000	1,1108	3,7200	3,7200	8,5508	2,1377	0,0363
A2	0,4307	1,8339	1,8339	3,7200	7,8186	1,9546	0,2194
A3	0,2533	1,5011	3,7200	3,7200	9,1944	2,2986	-0,1246
A4	0,3407	1,1108	3,7200	3,7200	8,8915	2,2229	-0,0489
A5	0,0837	1,5011	3,7200	3,7200	9,0247	2,2562	-0,0822
Suma	1,1084	7,0576	16,7139	18,6000	43,4800		
Ptos de corte	0,2217	1,4115	3,3428	3,7200		N=2,1740	

Discusión

Una investigación realizada en un hospital en Colombia por Morales Gloria, tras una muestra analizada en disco de difusión, se determinó la presencia del gen *mecA* confirmándolo por PCR como lo indicaron algunos de los autores que describieron factores y prevalencia. Los resultados descritos demuestran una resistencia a la clindamicina en un 14% y por otra parte una baja resistencia a la metilicina con 8%. A su vez se demuestra una sus-

Dayana A. León P, Jessica A. Paca C, Francisco X. Poveda P. Método neutrosófico multicentro para evaluar la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardíacas por *Staphylococcus lugdunenses*

ceptibilidad a macrólidos y lincosamidas, sensible a la eritromicina y clindamicina con un 54 % y resistente a la eritromicina y clindamicina con un 14%, resistente a la eritromicina y sensible a la clindamicina en un 12%. Comparte la crítica con el trabajo de Argemi, de que resulta ser una fuerte resistencia a la oxacilina [8].

Debido a la producción de biopelículas y presencia de genes asociados a estas determina una virulencia que le caracteriza una resistencia microbiana a *S. lugdunenses*. En los que son sensibles a clindamicina, linezolid, vancomicina, tetraciclina y rifampicina. Pero por otra parte mostrando una alta resistencia del 100% en los siguientes betalactámicos que son penicilina, oxacilina, ciprofloxacino, levofloxacino y moxifloxacino [9], [10].

Según el criterio de Ortega, se aborda lo que conlleva una endocarditis infecciosa por *Staphylococcus lugdunensis* y en el cual afirma que esta bacteria no posee una puerta de entrada conocida pero si está relacionada con aspectos de la salud del paciente como la diabetes, pero esta opinión es refutada por el científico Calderón, el cual posee la convicción de que este *Staphylococcus coagulasa negativo* es comensal en la piel y que sus estudios no han demostrado la presencia del mismo en otras partes del cuerpo pero así mismo recalca la opinión de González, que afirma la observación de afecciones en las válvulas naturales y no las protésicas siendo esta una característica demasiado atípico de este tipo de estafilococcus [10], [12], [31], [32].

Cabe recalcar que existe una afinidad entre ambos autores en el cual *Staphylococcus lugdunensis* puede ser confundido con el *S. aureus* por que los dos son capaces de producir factor de afinidad por el fibrinógeno siendo un factor de virulencia compartido y a su vez el causante dentro de un laboratorio microbiológico de dar positivo al test de la coagulasa en porta. Sin embargo, la presencia de esta afinidad se ha evidenciado [12], [13], [33].

Domínguez, describe que *Staphylococcus lugdunensis* está relacionado con una mortalidad preocupante ya que se manifiesta como una enfermedad grave y que es a su vez una de las mayores causantes de bacteriemia, dentro de la sensibilidad a las distintas clases de antibióticos se demostró que la mayor parte de cepas de esta bacteria no producen B- latamasas específicamente las de origen europeo pero dentro del estudio de Kristi, se destaca que los betalactámicos principalmente las penicilinas presentan una llamativa resistencia específicamente en Latinoamérica [13], [33].

Por parte de la prevalencia y factores de virulencia realizado en un hospital de México, por Argemi, afirma la producción de biopelículas en *S. lugdunenses* y concuerda con Christensen en que este factor le da la virulencia necesaria para formar resistencia a los betalactámicos en un 80%. En otro enfoque también, relaciona cierta resistencia al haber investigado la presencia del gen *mecA* [8] como lo describe estudio realizado por Neel B detalla, que le confiere una resistencia alta para la oxacilina y en interpretaciones de resultados se muestra una sensibilidad a clindamicina, linezolid, vancomicina, tetraciclina y rifampicina [22].

Además de la formación de biopelículas, por estudios fenotípicos y moleculares realizados en el Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, en la ciudad de México; *S. lugdunenses* ha generado resistencia a ciertos betalactámicos se da por la presencia y la expresión del operón *icaADDBC*, a su vez tiene una baja producción del *aap*, por lo que determinaron que las biopelículas son de tipo proteico. Debido a estos factores presentan resistencia a la penicilina, oxacilina, ciprofloxacino, levofloxacino, moxifloxacino y eritromicina (15).

En estudios realizados en la hospitalización de paciente con endocarditis infecciosa, al presentarse *S. lugdunenses*, descrito por Villarreal, en la ciudad de Cuenca, es resistente a la metilina con una alternativa a la cloxacilina, con una recomendación de utilizar aminoglucósidos (rifampicina). Se debe tener en cuenta el aumento progresivo a la resistencia a penicilina y a betalactámicos, así la indicación para ese paciente será utilizar vancomicina o daptomicina como fármacos de elección [23].

Una investigación realizada en el Hospital Regional Manuel Núñez Butrón, en la que busca obtener alternativas de tratamiento frente a la gran resistencia generada a los betalactámicos, propone ciertas dosis en las que se pueda de una manera generar susceptibilidad a ciertos antibióticos. En este enfoque se halla, penicilina, oxacilina, gentamicina, tetraciclina, clorafenicol, nitrofurantoina y vancomicina. Estos antibióticos expuestos en ciertas dosis serían aceptables, aunque hay que considerar la precisión de la dosis de los mismos que resultaría complicado de manejar y a su vez no cumpliría con el objetivo de eliminar a la bacteria [24]

Charalamous, describe que *S. Lugdunenses* es considerado como un patógeno agresivo por la razón de que se comporta como el *S. Aureus*, dado a que sus PJI comparten un mecanismo similar, este detalla que tiene una predilección por pacientes con una patología urogenital subyacente. En este estudio se presentó una mayor resistencia a la oxacilina en Estados Unidos en cuanto a la parte occidental se revela que una gran mayoría de *S. Lugdunenses* todavía son susceptibles a la nafcilina [25].

Conclusión

En función de los fundamentos teóricos anaizados se arribó a que el *slugdunensis* tiene la capacidad de producir infecciones supurativas por ende endocarditis infecciosa fulminante y shock séptico en pacientes asociados a catéter venoso central, existe una proteína de unión al fibrinógeno del mismo, que se relaciona con el factor de

aglutinación A (ClfA) de *Staphylococcus aureus*, contribuyendo a su patogenia.

El método neutrosófico multicentro permitió darle una mayor precisión en la evaluación de la la concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Staphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos.

El análisis de los resultados obtenidos se evidencia que la concepción para tratar la epidemiología y etiología de la endocarditis bacteriana asociada a catéter venoso central y válvulas cardiacas por *Staphylococcus lugdunenses* resistente a betalactámicos es pertinente y puede ser aplicado en práctica médica actual.

References

- [1] P Flores, N Gonzales, P Betancourt. Endocarditis Infecciosa: caracterización clínica de la enfermedad. Revisión de casos de los últimos 5 años, 36:34–40, 2017
- [2] FJ Castillo. Endocarditis infecciosa en ausencia de lesión cardíaca predisponente conocida: patogenia, epidemiología y características clínicas, 50–100, 2018
- [3] M Rodríguez, P Roig, J Bautista, J Merino. Endocarditis aguda por *Staphylococcus lugdunensis* con émbolos sépticos cerebrales y pulmonares de buena evolución. *Enferm Infecc Microbiol Clin*,21(8):465–7, 2018
- [4] M Sorli, A Aguirre, A Supervía, J Echarte. Manejo conservador en una endocarditis infecciosa por *Staphylococcus lugdunensis* con insuficiencia mitral. *Scielo (España)* [Internet]. 2018
- [5] HV Redfeam. *Staphylococcus lugdunensis*: características clínicas, epidemiológicas y genotípicas. Universidad de La Laguna, 24–9, 2022
- [6] MH Aldman, M Rasmussen, L Olaison, LI Páhlman. Endocarditis due to *Staphylococcus lugdunensis*—a retrospective national registry–based study. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 30 de mayo de;40(5):1103–6, 2021
- [7] MA Jiménez. Uso de drogas intravenosas asociado a endocarditis infecciosa. Universidad Católica de Cuenca. 2021
- [8] G Morales, M Giovanetti, A Zuleta, M Núñez. Phenotypic detection of methicillin, erythromycin and clindamycin susceptibility of *Staphylococcus* spp. isolates from a hospital in Valledupar (Colombia). *Medicina & Laboratorio [Internet]*, 23:4–9, 2017
- [9] J Calderón, I Pintos, A Muñoz. Therapeutic protocol for infective endocarditis. Elsevier [Internet]. 03.007, 2022
- [10] S Ortega, R Franco, B Salazar, S Rodriguez, M Cancino. Prevalencia y factores de virulencia de *Staphylococcus coagulasa* negativos causantes de infección de prótesis articular en un hospital ortopédico de México. 2019
- [11] L Lopez, G Moya, J Antúnez, M Milá. Significación clínica y aspectos microbiológicos para el diagnóstico de pacientes con *Staphylococcus lugdunensis*. *Scielo*, 2020
- [12] M Gonzalez, R Velez. Los celulares como fuentes de patógenos y su riesgo en las infecciones intrahospitalarias en la unidad de cuidados intensivos. Universidad Norbert Wiener [Internet]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13053/5977>, 2022
- [13] H Kyaw, F Raju, AZ Shaikh, AN Lin, AT Lin, J Abboud. *Staphylococcus Lugdunensis* Endocarditis and Cerebrovascular Accident: A Systemic Review of Risk Factors and Clinical outcome. *Cureus*, 2018
- [14] MY. Leyva Vázquez, & F. Smarandache. Neutrosofía: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre. *Infinite Study*. 2018
- [15] MY. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, & J.E Ricardo. Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference). *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 6(Special). 2020
- [16] M Cruz y A Campano. El procesamiento de la información en las investigaciones educacionales. La Habana, Editorial. Educación Cubana. 245p , 2008
- [17] D Israel, Q Carrillo, X Cristian, P Muñoz, M Steffy, Falcon C. Método Neutrosófico multicriterio para la evaluación del manejo del ureterocele bilateral con incidentaloma en gl-ndula suprarrenal derecha. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, Vol. 25, 2023
- [18] 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
- [19] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019
- [20] F María, M Cueva, K Damaris, V Huera, A Nicol-s. Sotomayor J. Método neutrosófico para evaluar las principales infecciones gastrointestinales en niños menores de 5 años. *Neutrosophic Computing and Machine Learning*, Vol. 25, 2023
- [21] T Crespo. Método de la prospectiva en la investigación pedagógica. La Habana, Editorial Educación Cubana. 182p, 2009

- [22] V Villarreal. Efecto microbiológico y molecular de los antibióticos en la formación de la biopelícula de *Staphylococcus*. Universidad Autónoma de Nuevo León, 2022.
- [23] CY Kao, HH Wu, SC Chang, LC Lin, TP Liu, JJ Lu. Accurate detection of oxacillin-resistant *Staphylococcus lugdunensis* by use of agar dilution. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*. 55(2):234–40, 2022
- [24] H Park, SB Park, J Kim, S Kim. Distribution of Coagulase-Negative *Staphylococci* and Antibiotic Resistance. *Biomedical Science Letters*. 27(2):45–50, 2021
- [25] LT Charalambous, BI Kim, AM Schwartz, A Case, JL Seidelman, EF Hendershot. Prosthetic Knee Infection With Coagulase-Negative *Staphylococcus*: A Harbinger of Poor Outcomes. *J Arthroplasty*, 37(6): S313–20, 2022
- [26] Leyva Vázquez, M. Y., Viteri Moya, J. R., Estupiñán Ricardo, J., & Hernández Cevallos, R. E. (2021). "Diagnóstico de los retos de la investigación científica postpandemia en el Ecuador". *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9 núm. (SPE1), 2021.
- [27] Ricardo, J. E., & Vázquez, I. R. S. "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 núm3, pp 137-144, 2019
- [28] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M. Y., Marcial Coello, C. R., & Figueroa Colin, S. E. "Importancia de la preparación de los académicos en la implementación de la investigación científica". *Conrado*, vol. 17 núm. 82, pp 337-343, 2021.
- [29] Vázquez, M. Y. L., Ricardo, J. E., & Vega-Falcón, V. "La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza del Derecho". *Estudios del desarrollo social: Cuba y América Latina*, vol 10, pp 368-380, 2022.
- [30] 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 núm. 86, pp 258-267, 2022.
- [31] Ricardo, J. E., Fernández, A. J. R., Martínez, T. T. C., & Calle, W. A. C. "Analysis of Sustainable Development Indicators through Neutrosophic Correlation Coefficients". *Infinite Study*, 2022.
- [32] Álvarez Gómez, G. A., Viteri Moya, J. R., Viteri Intriago, D. A., & Estupiñán Ricardo, J. "Integración de los procesos sustantivos para la mejora de la calidad del aprendizaje". *Conrado*, vol. 17 núm. 80, pp 21-27, 2021
- [33] Ramos Sánchez, R. E., Ramos Solorzano, R. X., & Estupiñán Ricardo, J. "La transformación de los objetivos de desarrollo sostenible desde una dinámica prospectiva y operativa de la Carrera de Derecho en Uniandes en época de incertidumbre". *Conrado*, vol. 17 núm. 81, pp 153-162, 2021.

Recibido: Febrero 23, 2023. **Aceptado:** Marzo 17, 2023