



Método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical.

Method for recommendation in the classification of persistent periapical lesion by apical surgery.

María de los Ángeles Silva Celi¹, Adrián Isaac Toala Tapia², and Lisseth Margarita Zambrano Cedeño³

¹ Universidad Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. us.mariasc82@uniandes.edu.ec

² Universidad Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. us.adriantt36@uniandes.edu.ec

³ Universidad Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. us.lissethzc04@uniandes.edu.ec

Resumen. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante el desarrollo de un método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical. La investigación favorece lineamientos, procedimientos y herramientas técnicas que permitan garantizar la seguridad del paciente. La investigación propone un método innovador para mejorar la clasificación y el tratamiento de lesiones periapicales persistentes mediante el uso de cirugía apical, integrando enfoques clínicos y tecnológicos. El estudio aborda la necesidad de una clasificación precisa como base para recomendaciones terapéuticas efectivas, lo que contribuye a mejorar los resultados clínicos y reducir las complicaciones postoperatorias. El método combina análisis radiográfico avanzado, técnicas de aprendizaje automático y criterios clínicos específicos para identificar y categorizar lesiones según su morfología, extensión y comportamiento. Se diseñó un sistema de recomendación que evalúa los datos del paciente para sugerir procedimientos quirúrgicos personalizados. La investigación utilizó un enfoque mixto, incluyendo un estudio observacional en pacientes con lesiones periapicales persistentes y una validación del modelo a través de simulaciones y evaluaciones por especialistas. Los resultados muestran una mayor precisión en la clasificación de lesiones y una mejora significativa en la planificación quirúrgica.

Palabras Claves: Método para la recomendación, números neutrosóficos, clasificación de lesión periapical persistente, cirugía apical.

Abstract. The present investigation describes a solution to the problem posed by developing a method for recommendation in the classification of persistent periapical lesions using apical surgery. The research favors guidelines, procedures and technical tools that allow ensuring patient safety. The research proposes an innovative method to improve the classification and treatment of persistent periapical lesions using apical surgery, integrating clinical and technological approaches. The study addresses the need for accurate classification as a basis for effective therapeutic recommendations, which contributes to improving clinical outcomes and reducing postoperative complications. The method combines advanced radiographic analysis, machine learning techniques and specific clinical criteria to identify and categorize lesions according to their morphology, extension and behavior. A recommendation system was designed that evaluates patient data to suggest personalized surgical procedures. The research used a mixed approach, including an observational study in patients with persistent periapical lesions and a validation of the model through simulations and evaluations by specialists. The results show greater accuracy in lesion classification and significant improvement in surgical planning.

Keywords: Method for recommendation, neutrosophic numbers, classification of persistent periapical lesion, apical surgery.

1 Introducción

El principal objetivo del tratamiento endodóntico de dientes con periodontitis apical (PA) es el retiro o eliminación de células bacterianas, productos bacterianos y tejido pulpar necrótico del sistema de conductos radiculares [1]. La periodontitis apical posterior al tratamiento es una enfermedad asociada con los dientes tratados con conductos radiculares y es causada principalmente por una infección bacteriana que persiste en el sistema de conductos radiculares y, a veces, en el tejido perradicular [2]. Otras de las razones fundamentales pueden ser debido a que

la presencia de istmos, recesos, canales laterales y otras irregularidades se asocian comúnmente con una preparación subóptima, acumulación de residuos, la identificación de la morfología del canal [3]

Se ha presentado que en tratamientos del conducto radicular cuando se realiza adecuadamente, puede fallar en alrededor del 5% al 15% de los casos [4]. La causa más común es la infección bacteriana que se ve afectada en ciertas regiones anatómicas, como los istmos, los conductos laterales y los túbulos dentinarios, que generalmente son inaccesibles para los instrumentos y agentes antimicrobianos utilizados durante el tratamiento del conducto radicular [5].

Por lo tanto, El establecimiento de un sellado eficaz del conducto radicular también es importante para evitar el paso adicional de bacterias y/o sus productos a los tejidos perirradiculares y negar espacio para la reinfección [6].

El absceso apical crónico es una forma de periodontitis apical causada por una infección bacteriana del conducto radicular y caracterizada por una radiotransparencia periapical asociada con un tracto sinusal intraoral o extraoral [7]. Su persistencia durante más de un mes o su recurrencia después de un tratamiento indica la presencia de una infección ya sea intrarradicular o extrarradicular persistente por lo tanto, debe tratarse mediante retratamiento, cirugía o extracción. Según como se presente el caso.

Los tratamientos endodónticos quirúrgicos y no quirúrgicos tienen una alta tasa de éxito en el tratamiento y prevención de la periodontitis apical cuando se llevan a cabo de acuerdo con los principios clínicos estándar y aceptados. Sin embargo, las lesiones periapicales endodónticas permanecen en algunos casos, y se debe considerar un tratamiento adicional cuando persiste la periodontitis apical [8].

La infección persistente y/o el mantenimiento de microorganismos intrarradiculares o extrarradiculares, algunos microorganismos pueden sobrevivir debido a las complejidades anatómicas del sistema de conductos radiculares y al acceso limitado de instrumentos y soluciones irrigadoras [9] después de la terapia endodóntica puede conducir a una reacción inmune inflamatoria de los tejidos periapicales, lo que lleva a la reabsorción ósea, así como al desarrollo de granulomas y quistes [10].

2 Materiales y métodos

A partir del análisis antes expuesto, es posible modelar el fenómeno recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical como un problema de toma de decisión multicriterio [11]. Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas que representan los pacientes objetos de análisis $A = \{A_1, \dots, A_n\}$, $n \geq 2$ que se encuentran caracterizados por:
- Un conjunto de criterios que influyen en recomendación de la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical $C = \{C_1, \dots, C_m\}$, $m \geq 2$;

2.1 Métodos multicriterio para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical

Los problemas de toma de decisiones pueden ser clasificados según las variables que intervienen en el proceso. Se pueden clasificar mediante un ambiente monocriterio o multicriterio. Para un ambiente monocriterio existe una sola variable que determina el comportamiento sobre el procesamiento de las alternativas, por lo tanto existe una implicación directa. Se cumple la condición que $p \rightarrow q$, para todo valor que tome la variable objeto de estudio, el resultado implicará positiva o negativamente el valor del objetivo o alternativa [12-14].

Los operados de agregación representan un método de inferencia en el que sus funciones matemáticas son utilizadas en los procesos de toma de decisiones [15], [16] y combinan valores (x, y) en un dominio D y devuelven un valor único.

Dentro de los principales operadores para la agregación de información se encuentra la media aritmética y media ponderada [12-14], tal como se define a continuación:

Definición 1. Un operador WA tiene asociado un vector de pesos V , con $v_i \in [0,1]$ y $\sum_{i=1}^n v_i = 1$, expresado de la siguiente forma:

$$WA(a_1, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n v_i a_i \quad (1)$$

Donde v_i representa la importancia de la fuente a_i .

Un operador de agregación de información *Ordered Weighted Averaging*, (OWA por sus siglas en Inglés), Media Ponderada Ordenada propuesto por [17],[18], [19], [20] permite unificar los criterios clásicos de decisión de incertidumbre en una expresión [21], [22].

2.2 Números Neutrosóficos de Valor Único

La neutrosofía consiste en la representación de la neutralidad, fue propuesta por Smarandache [23]. Representa

las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica [24].

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación [25]:

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

$$v(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

Con el propósito facilitar la aplicación práctica a problema de toma de decisiones y de la ingeniería se realizó la propuesta de los conjuntos Neutrosóficos de Valor Único (SVN) [26] los cuales permiten el empleo de variables lingüísticas [27] lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación [28, 29].

Sea X un universo de discurso. Un SVN sobre X es un objeto de la forma.

$$A = \{ \langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x) \rangle : x \in X \} \tag{3}$$

donde $u_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$, $r_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ y $v_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ con $0 \leq u_A(x) + r_A(x) + v_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x)$, $r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero, indeterminado y falso de x en A , respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0, 1]$, y $a + b + c \leq 3$

3 Método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical

En la presente sección se describe el funcionamiento del modelo matemático para la toma de decisiones sobre la recomendación para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical. Se presentan las características generales que facilitan la comprensión de la propuesta.

El método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical, está diseñado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de inferencia en general, realiza tres subprocesos: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

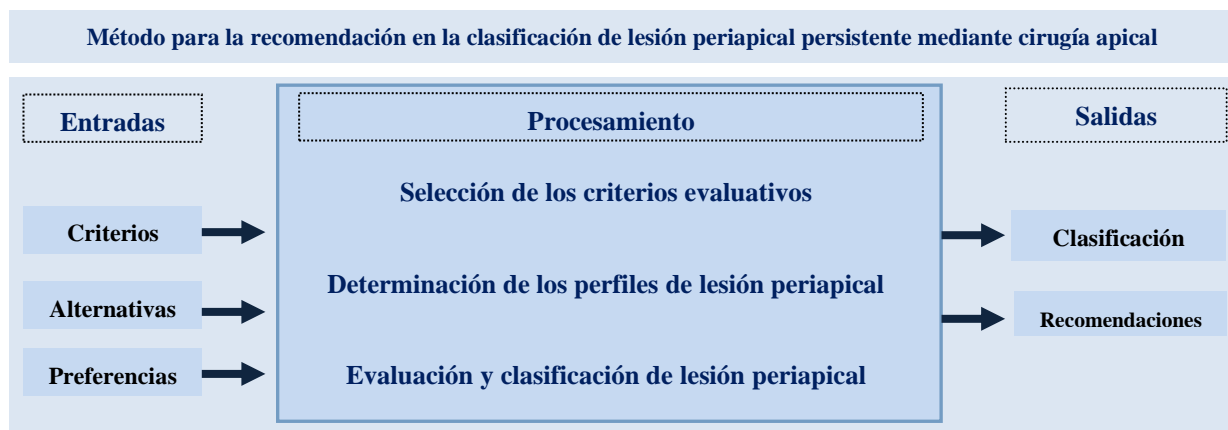


Figura 1: Esquema general del funcionamiento del método.

3.1 Descripción de las etapas del método

La entrada de información permite la introducción de los diferentes datos que son necesarios en el proceso de toma de decisiones. Los datos representan la principal fuente de información a ser utilizada en la etapa de procesamiento.

El procesamiento de información representa la capacidad del método para ejecutar cálculos matemáticos a partir de un método de inferencia utilizado que ejecuta una secuencia de operaciones. El procesamiento es la característica que permite la transformación de datos almacenados en información organizada con un objetivo específico.

La salida de información garantiza la representación del resultado generado a partir del procesamiento realizado. Permite devolver el comportamiento de las alternativas a partir del proceso de inferencia realizado mediante las variables objeto de estudio.

3.2 Flujo de trabajo del método

El flujo de trabajo describe la interacción de las diferentes entidades que intervienen en el método, garantiza la representación de términos lingüísticos y la indeterminación mediante números SVN. El flujo de trabajo está compuesto por cuatro actividades (identificación de los criterios de clasificación de lesión periapical, determinación del perfil de lesión periapical, evaluación y clasificación, recomendaciones) que soportan el proceso de toma de decisiones del método [30-32]. A continuación se describen las diferentes actividades:

Identificación de los criterios: los criterios son el conjunto de características que describe la clasificación de lesión periapical, representan la base de indicadores evaluativos sobre el cual se conforma el perfil de clasificación de lesión periapical C_i .

Determinación del perfil de clasificación de lesión periapical: el perfil de lesión periapical se obtiene de forma directa mediante criterios de expertos.

$$F_{a_j} = \{v_1^j, \dots, v_k^j, \dots, v_l^j\}, j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Las valoraciones de las características de lesión periapical a_j , serán expresadas utilizando la escala lingüística S , $v_k^j \in S$ donde $S = \{s_1, \dots, s_g\}$ es el conjunto de términos lingüísticos definidos para evaluar la característica c_k utilizando los números SVN. La descripción de las características está asociada al conjunto de lesión periapical que representan las alternativas del proceso [33, 34].

$$A = \{a_1, \dots, a_j, \dots, a_n\} \quad (5)$$

Evaluación y clasificación: para la clasificación de lesión periapical mediante números SVN [35, 36], se tiene: Sea

$A^* = (A_1^*, A_2^*, \dots, A_n^*)$ sea un vector de números SVN,

tal que:

$$A_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*),$$

$j=(1,2, \dots, n)$,

$B_i = (B_{i1}, B_{i2}, \dots, B_{im})$ ($i = 1,2, \dots, m$), sean m vectores de n SVN números.

tal que y $B_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ($i = 1,2, \dots, m$), ($j = 1,2, \dots, n$) entonces la distancia euclidiana es definida como. Las B_i y A^* resulta [36]:

$$d_i = \left(\frac{1}{3} \sum_{j=1}^n \left\{ (|a_{ij} - a_j^*|)^2 + (|b_{ij} - b_j^*|)^2 + (|c_{ij} - c_j^*|)^2 \right\} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

($i = 1,2, \dots, m$)

A partir de esta distancia euclidiana se puede definir una medida de similitud [37], [27]. En la medida en que la alternativa se A_i se encuentra más semejante perfil de lesión periapical (s_i) mejor será esta, permitiendo establecer un orden entre alternativas [38-40].

La obtención de las preferencias de las alternativas se hace a partir de la evaluación que se obtiene del comportamiento de los indicadores donde:

$$A_i [F_{a_j}] = [Pre_y] \quad (7)$$

Para cada alternativa A que posee un perfil F_{a_j} se le hace corresponder un conjunto de preferencias Pre_y que una sobre el comportamiento de lesión periapical, donde:

$[Pre_y]$: es el arreglo resultante como preferencia de las alternativas respecto a un conjunto de indicadores $Pre \in \mathbb{N}, [0,1]$. El valor de Pre_y .

Para el proceso de inferencia sobre la recomendación en la clasificación de lesión periapical se parte de:

$$A_i = [Pre_y, W_z] \quad (8)$$

Donde:

Pre_y : representa el conjunto de preferencia sobre A_i .

W_z : representa el vector de peso referido por z .

El proceso de evaluación se realiza mediante el método multicriterio WA. El conjunto de recomendaciones están asociadas al resultado obtenido en la evaluación a partir del cual es calculada la similitud entre el perfil la clasificación de lesión periapical y es ordenada de acuerdo a la similitud obtenida. La mejor evaluación será aquella que mejor satisfaga las necesidades del perfil con mayor similitud.

4 Resultados y discusión

La presente sección describe un ejemplo para demostrar la aplicabilidad del método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical. El ejemplo presenta los elementos fundamentales sintetizados para facilitar la comprensión de los lectores.

Para aplicar del método multicriterio WA, se estructuran los criterios evaluativos del problema y las alternativas objeto de estudio. A partir del comportamiento de los indicadores se obtienen las preferencias para evaluar las alternativas y realizar el proceso de clasificación. El objetivo realizar la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical, los criterios evaluativos son representados por los principales indicadores de calidad.

Los expertos expresan la valoración del cumplimiento de los criterios mediante la valoración neutrosófica. Los atributos se formulan en la escala lingüística presentada en la Tabla 1, sustituyendo sus términos lingüísticos equivalentes.

Tabla 1: Términos lingüísticos empleados [36].

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)

El problema es modelado mediante el conjunto de lesión periapical persistente mediante cirugía apical que representan las alternativas tal como se refiere a continuación:

$$A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$$

Que son descritos por el conjunto de atributos que representan los criterios evaluativos para la recomendación en la clasificación.

$$C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5, c_6, c_7\}$$

Donde:

- c₁ Tamaño de la Lesión Periapical
- c₂ Presencia de Síntomas Clínicos
- c₃ Morfología del Conducto Radicular
- c₄ Características Radiográficas de la Lesión
- c₅ Factores Sistémicos del Paciente
- c₆ Histopatología de la Lesión
- c₇ Evaluación del Tratamiento Previo

La Tabla 2 muestra la vista de datos utilizadas para el presente caso de estudio.

Tabla 2: Vista de datos de lesión periapical persistente mediante cirugía apical

	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅	c ₆	c ₇
a ₁	M	B	M	M	MB	B	MB
a ₂	M	B	MD	M	MB	M	MB
a ₃	B	MDB	M	M	MMB	B	MMB
a ₄	B	MMB	M	M	M	B	M

Si un miembro del personal médico u_e , desea recibir las recomendaciones del modelo, deberá proveer información al mismo expresando sus preferencias. En este caso:

$$P_e = \{B, MMB, M, M, M, B, M\}$$

El siguiente paso del ejemplo, es el cálculo de la similitud entre el perfil de lesión periapical persistente mediante cirugía apical y los almacenados en la base de datos.

Tabla 3: Similitud entre la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical y el perfil almacenados

a_1	a_2	a_3	a_4
0.50	0.20	0.75	0.95

Para el proceso de generación de recomendaciones, se recomiendan aquellos que más se acerquen al perfil de lesión periapical persistente mediante cirugía apical posteriormente se realiza un ordenamiento de los perfiles.

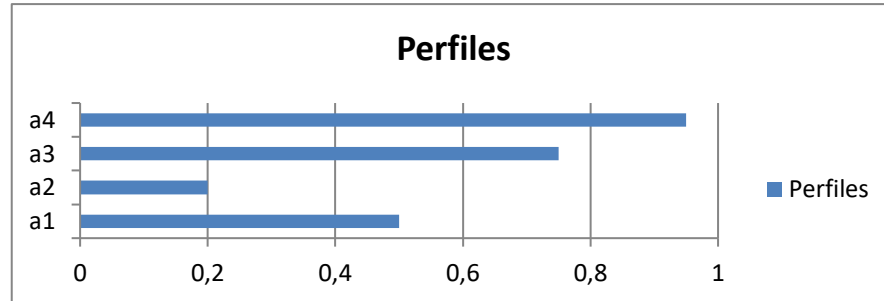


Figura 2: Ordenamiento de los perfiles.

A partir de esta comparación, los perfiles de lesión periapical resultantes son expresados mediante el siguiente orden de prioridad.

$$\{a_4, a_3, a_1, a_2\}$$

El modelo propuesto recomendará los dos productos más cercanos. Las recomendaciones están formadas por:

$$a_4, a_3$$

A partir del resultado, el perfil que mejor evaluación posee para representar la propuesta de evaluación óptima es a_4 .

5 Análisis de los resultados

La periodontitis apical es una enfermedad inflamatoria en respuesta a la infección del conducto radicular [41], la persistencia de microorganismos en la porción apical del sistema de conducto radicular se puede dar por áreas que permanecen intactas durante la preparación del quimiomecánica [42] y estas áreas se encuentran cubiertas de tejido pulpar, bacterias y astillas de dentina por lo tanto el 10% al 50% de la superficie del conducto principal permanece intacto, independientemente de la técnica y los instrumentos empleados, y estas pueden servir como reservorio de infección residual para causas periodontitis apical persistente con formación de biopelículas. Por lo tanto, [43] encontraron una asociación de tracto sinusal con biopelículas intrarradiculares de un 87%. [43], Mientras que la relación con biopelículas bacterianas extrarradiculares fue un 83%. [44], Esta afección es más común en dientes con lesiones grandes > 5mm de diámetro que representa un 82%. [43], [32]. Indica que las tasas de éxito para el tratamiento de dientes con y sin trayecto sinusal, condición asociada a la perforación patológica de la placa cortical, fueron de 66,7% y 85%, respectivamente. Y que los dientes que presentaron lesiones grandes (5-10 mm) o muy grandes (≥ 10 mm) cicatrizaron completamente en el 72,7% y el 54,5% de los casos (Artaza et al., 2021).

Las lesiones periapicales grandes y las lesiones similares a quistes pueden no cicatrizar después de un tratamiento de conducto no quirúrgico debido a la persistencia de infecciones intracanales o extrarradiculares, o a irritantes.

Un quiste es una cavidad patológica revestida de epitelio que contiene líquido, gas u otro material acuoso en su contenido. Estos pueden conducir a la remodelación ósea y el consiguiente debilitamiento óseo, lo que lleva a cambios funcionales y una mayor predisposición a infecciones y fracturas.

Por el tamaño de la lesión puede verse influenciado el resultado del tratamiento [43], Atribuido a los microorganismos residuales que poseen patogenicidad, alcanzan un número suficiente y acceden a los tejidos perirradiculares para inducir o mantener la enfermedad perirradicular tiene un profundo impacto en la influencia del resultado [42]

6 Conclusión

El presente trabajo propuso un método para la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical a partir de la utilización de un enfoque multicriterio. Se basó en los números neutrosóficos como la teoría que permitió abordar la incertidumbre y la imprecisión para la evaluación de los criterios que determinan la recomendación en la clasificación de lesión periapical persistente mediante cirugía apical. El empleo de los números Neutrosóficos de Valor Único nutrió el método propuesto mediante su representación de la incertidumbre para la confección de perfiles de lesión periapical persistente.

Los microorganismos que residen en el conducto radicular juegan un papel importante esencial en el inicio y establecimiento de lesiones periradiculares. El enfoque actualmente aceptado en el tratamiento de lesiones apicales histológicamente diferentes es utilizar un tratamiento de conducto para granulomas y quistes en bahía. Los quistes verdaderos no se pueden tratar con tratamientos de conducto. Por lo tanto, la cirugía de la raíz apical se recomienda realizarlo.

Referencias

- [1] P. León, M. Iabaca, M. Alcota, and F. E. González, "Frecuencia de periodontitis apical en tratamientos endodónticos de pregrado," *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*, vol. 4, no. 3, pp. 126-129, 2011.
- [2] J. Siqueira, I. N. Rôças, D. Ricucci, and M. Hülsmann, "Causes and management of post-treatment apical periodontitis," *British dental journal*, vol. 216, no. 6, pp. 305-312, 2014.
- [3] P. A. Villa-Machado, D. M. Restrepo-Patiño, J. P. Calvo-Trejos, F. A. Restrepo-Restrepo, S. I. Tobón-Arroyave, J. C. Provenzano, J. F. Siqueira Jr, and F. R. Alves, "Cone-beam Computed Tomographic and Micro-computed Tomographic Evaluations of the Root Apexes of Teeth with Posttreatment Apical Periodontitis," *Journal of Endodontics*, vol. 46, no. 11, pp. 1695-1701, 2020.
- [4] S. Friedman, "Prognosis of healing in treated teeth with endodontic infections," *Endodontic microbiology*, pp. 341-384, 2017.
- [5] J. F. Siqueira Jr, H. S. Antunes, A. R. Pérez, F. R. Alves, I. Mdala, E. J. Silva, F. G. Belladonna, and I. N. Rôças, "The apical root canal system of teeth with posttreatment apical periodontitis: correlating microbiologic, tomographic, and histopathologic findings," *Journal of Endodontics*, vol. 46, no. 9, pp. 1195-1203, 2020.
- [6] J. F. Siqueira Jr, "Aetiology of root canal treatment failure: why well - treated teeth can fail," *International endodontic journal*, vol. 34, no. 1, pp. 1-10, 2001.
- [7] L. Artaza, A. F. Campello, G. Soimu, F. R. Alves, I. N. Rôças, and J. F. Siqueira Jr, "Clinical and radiographic outcome of the root canal treatment of infected teeth with associated sinus tract: A retrospective study," *Australian Endodontic Journal*, vol. 47, no. 3, pp. 599-607, 2021.
- [8] K. Karamifar, A. Tondari, and M. A. Saghiri, "Endodontic periapical lesion: an overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities," *European endodontic journal*, vol. 5, no. 2, pp. 54, 2020.
- [9] T. C. Pereira, L. R. da Silva Munhoz Vasconcelos, M. S. Z. Graeff, M. C. M. Ribeiro, M. A. H. Duarte, and F. B. de Andrade, "Intratubular decontamination ability and physicochemical properties of calcium hydroxide pastes," *Clinical oral investigations*, vol. 23, pp. 1253-1262, 2019.
- [10] S. A. Quaresma, R. P. d. Costa, B. Batalha, M. C. R. D. Quaresma, F. C. Lopes, J. F. Mazzi-Chaves, A. Ginjeira, and M. D. d. Sousa-Neto, "Management of periapical lesion with persistent exsudate," *Brazilian Dental Journal*, vol. 33, no. 1, pp. 112-118, 2022.
- [11] A. Grajales Quintero, E. Serrano Moya, and C. Hahan Von, "Los métodos y procesos multicriterio para la evaluación," *Luna Azul*, vol. 36, no. 1, pp. 285-306, 2013.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] I. Grau, and R. Grau, "Aplicación de sistemas neuroborrosos a problemas de resistencia antiviral del VIH," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 6, no. 2, 2012.
- [16] K. Pérez, "Modelo de proceso de logro de consenso en mapas cognitivos difusos para la toma de decisiones en grupo," Tesis Doctoral, Facultad 4, Universidad de las Ciencias Informáticas, 2014.
- [17] R. Yager, "On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking," *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 18, no. 1, pp. 183-190, 1988.
- [18] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional*, vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
- [19] R. Bello, A. Puris, A. Nowe, Y. Martínez, and M. M. García, "Two step ant colony system to solve the feature selection problem." pp. 588-596.

- [20] Y. Martínez, A. Nowé, J. Suárez, and R. Bello, "A reinforcement learning approach for the flexible job shop scheduling problem." pp. 253-262.
- [21] D. Filev, and R. Yager, "On the issue of obtaining OWA operator weights," *Fuzzy sets and systems*, vol. 94 no. 2, pp. 157-169, 1998.
- [22] R. Bello, A. Nowe, Y. Caballero, Y. Gómez, and P. Vrancx, "A model based on ant colony system and rough set theory to feature selection." pp. 275-276.
- [23] F. Smarandache, "A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic," *Philosophy*, pp. 1-141, 1999.
- [24] F. Smarandache, *A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Infinite Study*, 2005.
- [25] 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.
- [26] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
- [27] 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.
- [28] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [29] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [30] D. F. Coka Flores, I. F. Barcos Arias, M. E. Infante Miranda, and O. Mar Cornelio, "Applying Neutrosophic Natural Language Processing to Analyze Complex Phenomena in Interdisciplinary Contexts," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 74, no. 1, pp. 26, 2024.
- [31] F. Smarandache, "Significado Neutrosófico: Partes comunes de cosas poco comunes y partes poco comunes de cosas comunes," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 18, no. 1, pp. 1-14, 2025.
- [32] U. Endal, Y. Shen, A. Knut, Y. Gao, and M. Haapasalo, "A high-resolution computed tomographic study of changes in root canal isthmus area by instrumentation and root filling," *Journal of endodontics*, vol. 37, no. 2, pp. 223-227, 2011.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] J. Ye, "Single-valued neutrosophic minimum spanning tree and its clustering method," *Journal of intelligent Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 311-324, 2014.
- [36] R. Sahin, and M. Yigider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
- [37] K. Pérez-Teruel, M. Leyva-Vázquez, and V. Estrada-Sentí, "Mental models consensus process using fuzzy cognitive maps and computing with words," *Ingeniería y Universidad*, vol. 19, no. 1, pp. 173-188, 2015.
- [38] A. Rodríguez, V. F. R. Castro, A. D. C. R. Gonzalez, N. A. C. Baque, and J. C. P. Tarragó, "Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en técnicas de minería de procesos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 7, pp. 136-155, 2021.
- [39] A. Rodríguez, A. D. C. R. Gonzalez, J. C. P. Tarragó, and D. L. D. Gálvez, "Implementación de algoritmos de Inteligencia Artificial en la predicción de nuevos conocimientos mediante enseñanza constructivista," *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 3, pp. 131-141, 2021.
- [40] A. Rodríguez, H. B. D. Lucas, C. J. Á. Mero, R. J. L. Pisco, and F. I. G. Castro, "Método computacional de recomendación sobre la evaluación del aprendizaje bajo el paradigma constructivista," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 15, no. 1, pp. 178-187, 2022.
- [41] L. H. Berman, and K. M. Hargreaves, *Cohen. Vías de la pulpa*: Elsevier Health Sciences, 2022.
- [42] J. F. Siqueira Junior, I. d. N. Rôças, M. F. Marceliano-Alves, A. R. Pérez, and D. Ricucci, "Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies," *Brazilian oral research*, vol. 32, pp. e65, 2018.
- [43] D. Ricucci, and J. F. Siqueira Jr, "Biofilms and apical periodontitis: study of prevalence and association with clinical and histopathologic findings," *Journal of endodontics*, vol. 36, no. 8, pp. 1277-1288, 2010.
- [44] D. Ricucci, S. Loghin, L. S. Gonçalves, I. N. Rôças, and J. F. Siqueira Jr, "Histobacteriologic conditions of the apical root canal system and periapical tissues in teeth associated with sinus tracts," *Journal of endodontics*, vol. 44, no. 3, pp. 405-413, 2018.

Recibido: noviembre 21, 2024. Aceptado: diciembre 16, 2024