



Método neutrosófico para determinar la prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA.

Neutrosophic method for determining the prevalence of apical perforation sealing with Biodentine® and MTA.

Johanna Michelle Ortega Guerrero ¹, Rómulo Guillermo López Torres ², and Verónica Alejandra Salame Ortiz ³

¹ Universidad Autónoma Regional de Los Andes, Ambato, Ecuador. E-mail: oa.johannamog40@uniandes.edu.ec

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

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

Resumen. Una perforación apical es una comunicación anormal entre los conductos y la superficie externa del diente de naturaleza iatrogénica o patológica. El uso de Biodentine® y MTA, son un ejemplo de cómo la tecnología puede intervenir en el manejo de accidentes. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico mediante criterio de experto para determinar la prevalencia y resultados clínicos entre el Silicato Tricálcico (Biodentine®) y el MTA. En base a los resultados obtenidos con la implementación del método neutrosófico, tanto Biodentine® como MTA son materiales utilizados para la reparación de perforaciones apicales mismos que han cumplido con su función. Sin embargo, Biodentine® ha demostrado ser mejor que MTA a la hora de su aplicación, manejo y tiempo de exposición. Los resultados indican que el Biodentine® es un material novedoso con propiedades que facilitan la manipulación del operador en medios de difícil acceso, y permite conseguir una correcta terapia en periodos cortos de tiempo; mientras que MTA es un buen material que ayuda con el proceso de recuperación a largo plazo.

Palabras Claves: criterio de experto, Delphi, tratamiento del conducto radicular; agregado de trióxido mineral; silicato tricálcico; ápice del diente

Summary. An apical perforation is an abnormal communication between the canals and the external surface of the tooth of an iatrogenic or pathological nature. The use of Biodentine® and MTA are an example of how technology can intervene in accident management. The objective of this research is to develop a neutrosophic method using expert criteria to determine the prevalence and clinical results between Tricalcium Silicate (Biodentine®) and MTA. Based on the results obtained with the implementation of the neutrosophic method, both Biodentine® and MTA are materials used for the repair of apical perforations that have fulfilled their function. However, Biodentine® has proven to be better than MTA when it comes to application, handling and exposure time. The results indicate that Biodentine® is a novel material with properties that facilitate the operator's manipulation in difficult-to-access media, and allows correct therapeutics to be achieved in short periods of time, while MTA is a good material that helps with long-term recovery process.

Keywords: Expert judgment, Delphi, root canal treatment; mineral trioxide aggregate; tricalcium silicate; tooth apex.

1 Introducción

Actualmente la odontología ha traspasado fronteras en tecnología e innovación, por lo que ahora muchos de los procedimientos que se emplean en la práctica odontológica, han cambiado y se han introducido varios protocolos que pretenden mejorar la atención y evitar errores como se conocían en el pasado, que condicionaban el pronóstico de los tratamientos [1].

Las perforaciones apicales y sus terapéuticas son tratadas con el fin de sellarlas con el uso de diversas tecnologías y técnicas. Biodentine® y MTA son un ejemplo de cómo la tecnología puede intervenir en el manejo de accidentes. Una perforación apical es una comunicación anormal entre los conductos y la superficie externa del diente de naturaleza iatrogénica o patológica. Las perforaciones iatrogénicas suelen producirse por un incorrecto

acceso endodóntico, en ocasiones suelen aparecer por tratamientos prostodónticos. En la literatura mencionan varios autores que el 47% de las perforaciones iatrogénicas son de origen endodóntico y que el 53% por tratamientos prostodónticos, detallando que en dientes maxilares presenta un 74,5% de afectación, mientras que en los mandibulares es de 25,5%. Adicionando a esto las perforaciones de origen patológico suelen aparecer por el tipo de anatomía de los conductos [2].

Las perforaciones en esta ubicación comúnmente pueden producirse ya sea porque la lima no alcanza una curvatura en el conducto o no se forma una longitud de trabajo adecuada. Por lo que se sobre-instrumenta más allá de los límites determinados como punto de referencia apical, dando lugar a una hemorragia, por lo cual el paciente experimentará dolor y también se pierde la resistencia táctil de los límites en el espacio radicular [3]. Las perforaciones pueden clasificarse de la siguiente manera:

Por su tamaño:

- Pequeño calibre: Siendo estas las más habituales con menos deterioro de tejido y menos inflamación, por lo que la cicatrización será más predecible
- Mayor tamaño: Las mayores a 3mm tienen el peor pronóstico [2].

Por el tiempo transcurrido:

- Inmediatas: El tiempo ocupado entre la aparición de la perforación y el tratamiento a realizar es el factor más importante de la cicatrización, siendo esta más favorable ya que sella inmediatamente, gracias a que se obtura rápidamente, el hueso forma una matriz para contener el material de obturación.
- Tardías: Mientras más se tarde en tratar una perforación las posibilidades de contaminación bacteriana y destrucción del ligamento periodontal son grandes, siendo difíciles de tratar [2].

Los signos más sobresalientes son la hemorragia y el dolor durante la instrumentación o preparación para colocación de un perno. Este sangrado es evidente a través de conos de papel, si la perforación es pequeña [3].

El uso de MTA y Biodentine® en los procesos de reparación de perforaciones aumenta la previsibilidad a largo plazo donde elegir el material dependerá del área, acceso y sitio de la perforación, con la capacidad de controlar los fluidos y factores estéticos [4]. El MTA estimula la formación de nuevo cemento y ligamento periodontal, excelentes propiedades fisicoquímicas y características biológicas, no mutagénicos y con buena capacidad de sellado, mientras que una de sus desventajas sería el tiempo prolongado de fraguado por lo que para disminuir la desadaptación del MTA, debe mantenerse intacto durante 72 horas [5]. Además de presentar desventajas con su manejo, fraguado, precio, sensibilidad a la humedad y fugas, tinción de los órganos dentales, tendencia a dispersión, corrosión, la necesidad de un corte en la preparación de cavidad retrógrada y contaminación por mercurio y estaño [6].

El Mineral trióxido agregado (MTA) está compuesto por:

- Polvo: Cemento porthland tipo 1, silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido de calcio y ferroaluminato tetracálcico.
- Líquido: Compuesta por agua destilada estéril.
- Radiopacificador: que contiene Óxido de Bismuto Bi_2O_3 . Se caracteriza por ser osteoconductor, inductor y biocompatible.

Los componentes principales de Biodentine® son:

- Polvo: Silicato tricálcico
- Aditivos: Carbonato de calcio, Cloruro de calcio, Polímero Hidrosoluble basado en Policarboxilato (Agente reductor de agua)
- Radiopacificador: Óxido de Zirconio, Óxido de Hierro [3].

El Silicato Tricálcico (Biodentine®) es menos poroso y más denso en comparación con la MTA, por lo que tiene menor absorción de líquido. Entonces, si es menor la porosidad, mayor será la resistencia mecánica [7], [8]. La presente investigación tiene como objetivo desarrollar un método neutrosófico mediante criterio de experto para determinar la prevalencia y resultados clínicos entre el Silicato Tricálcico (Biodentine®) y el MTA.

2 Materiales y métodos

La presente sección realiza una descripción del método neutrosófico para determinar la prevalencia y resultados clínicos entre el Silicato Tricálcico (Biodentine®) y el MTA. La propuesta está estructurada para soportar el proceso de determinación de prevalencia y relación de la periodontitis. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto donde se modela la incertidumbre mediante Números Neutrosófico de Valor Único. La figura 1 muestra un esquema del método propuesto.

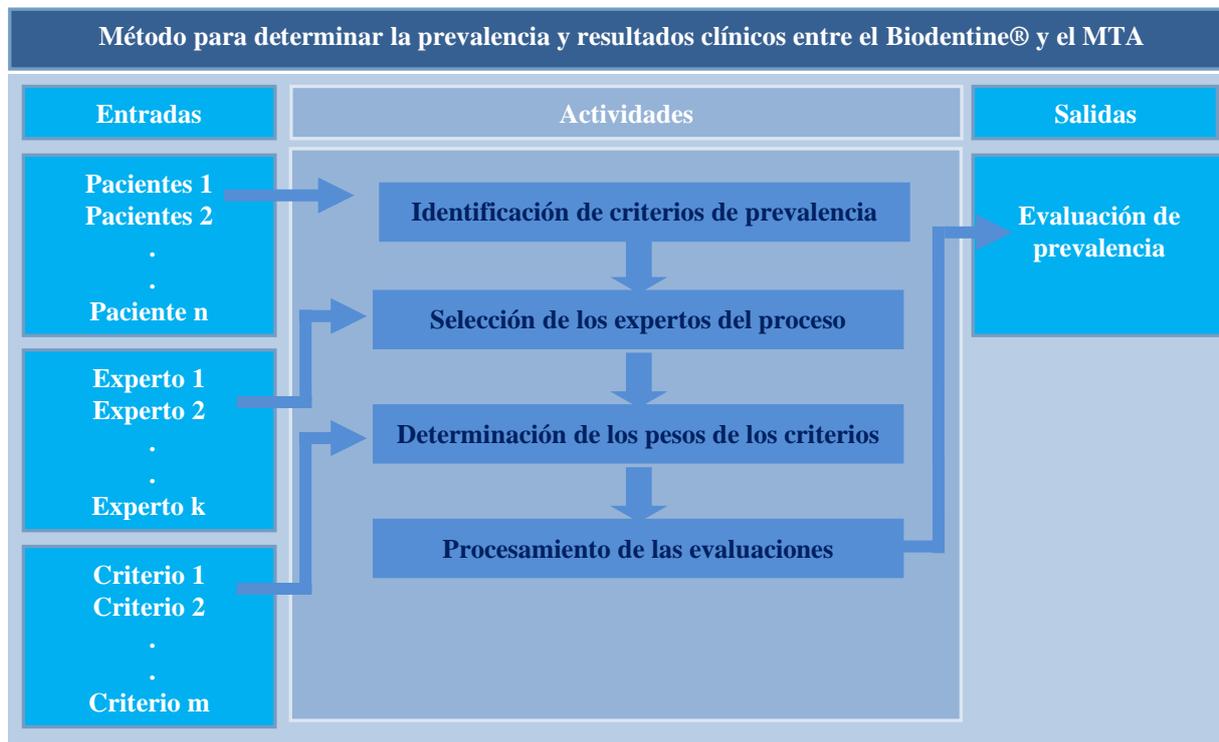


Figura 1: Método para determinar la prevalencia y resultados clínicos entre el Biodentine® y el MTA.

El funcionamiento del método se basa en cuatro pasos (identificación de los criterios de prevalencia, selección de los expertos, determinación de los pesos de los criterios y procesamiento de las evaluaciones) [9], que son descritos a continuación:

Paso 1. Identificación de los criterios de prevalencia

Paso 2. Selección de los expertos del proceso

Paso 3. Determinación los pesos de los criterios evaluativos

Paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios

A continuación se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos:

El paso 1. Identificación de los criterios de prevalencia, representa un parámetro de entrada del método. Consiste en la selección las principales manifestaciones que describen las causas de la periodontitis en pacientes que serán objeto de evaluación mediante la propuesta del método.

El paso 2. Selección de los expertos del proceso, consiste en identificar los expertos potenciales que intervienen para la evaluación del proceso. Para ello se parte del reconocimiento de los expertos potenciales en el área del conocimiento que se modela. Utiliza un enfoque multiexperto [10, 11]. Se inicia con un cuestionario de auto evaluación a partir del cual se determina el coeficiente de conocimiento de los expertos de modo que:

$$Kc = Vr (0.5) \quad (1)$$

Donde:

Kc: representa el coeficiente de conocimiento o información de los expertos consultados sobre el tema.

Vr: representa el valor de conocimiento reconocido por el experto.

Para Vr debe cumplir que $Vr \in [0,1]$

Se determinan los aspectos de mayor influencia a partir de los valores reflejados por cada experto, de esta forma se procesan los valores seleccionados por los expertos. La sumatoria de estos valores permite determinar el

coeficiente de argumentación (Ka). El Ka se obtiene a partir de $K_a = \sum_1^n c$

Donde:

Ka: representa el coeficiente de argumentación.

C: son los valores correspondientes a los criterios alto, medio y bajo de cada fuente de argumentación.

Finalmente se calculó el coeficiente de competencia tal como expresa la siguiente ecuación:

$$K = 0,5(K_c + K_a) \quad (2)$$

Donde:

K: representa el coeficiente de competencia.

El valor de K obtenido se tomará como referencia para determinar el nivel de competencia (NK).

Si $NK (0,8 \leq K < 1,0)$ se considera Alto;

Si $(0,5 < K < 0,8)$ se considera Medio;

Si $(K \leq 0,5)$ se considera Bajo.

Los criterios de prevalencia se basa en la selección de los principales indicadores evaluativos [12], [13], [14]. Los criterios permiten determinar prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA para la generación de recomendaciones.

El paso 3. Determinación los pesos de los criterios evaluativos. A partir de los criterios evaluativos seleccionados para el modelo, se determina la importancia atribuida a los criterios mediante un vector de importancia W. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos expresan sus preferencias a través de la comparación entre los criterios [15-17]. Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante [18], [19], [20]. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio [21-25].

Los valores de los pesos deben cumplir que:

$$0 \leq W_j \leq 1 \quad (3)$$

Donde:

W: representa el vector de importancia atribuido a la evaluación de un criterio.

j representa el puntero de desplazamiento en la selección de un criterio dentro de la función sumatoria.

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el caso a evaluar [26, 27]. La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 1.

EP: Función promedio que mediante la cual es obtenido el valor relativo de cada criterio

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E} \quad (4)$$

Donde:

W_i : representa el peso de los vectores de peso atribuido a un criterio.

E: cantidad de expertos que participa en el proceso.

El paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios, consiste en computar la evaluación a partir del conjunto de datos métodos que intervinieron en el proceso [28-31]. Para la evaluación se modelan los datos de las preferencias mediante números neutrosóficos expresados como se muestra a continuación [32, 33].

$$v(p) = (T, I, F) \quad (5)$$

Donde:

$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n$, es un valor neutrosófico que mapea un grupo de fórmulas proporcionales a N, por cada sentencia p. Para la selección de los atributos se emplea la escala lingüística propuesta por Sahin [34], [35], [36]. La Tabla 1 muestra la propuesta de etiquetas lingüísticas con sus respectivos valores numéricos

[37], [22], [38]. La selección se realiza mediante las etiquetas lingüísticas que son sustituidas por sus términos equivalentes para realizar el procesamiento matemático.

Tabla 1: 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]

Para el proceso de evaluación se emplea el método multicriterio Proceso de Jerarquía Analítica (AHP por sus siglas en Inglés) que tiene como objetivo calificar los criterios, subcriterios y alternativas de acuerdo con su preferencia [39]. El valor final se calcula por la media geométrica ponderada que satisface los requisitos [40],[41], [42] ver ecuación 6 y 7 [43, 44]. Los pesos se utilizan para medir la importancia de los criterios de cada experto, donde algunos factores son considerados como la autoridad, el conocimiento, el esfuerzo de los expertos, entre otros.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n w_i} \tag{6}$$

Si $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, cuando la sumatoria de los pesos sume 1, la ecuación 6 se transforma en la ecuación 7.

$$\bar{x} = \prod x_i^{w_i} \tag{7}$$

Se obtienen las matrices cuadradas que representan la decisión del experto o expertos, que contiene la comparación por pares de criterios, subcriterios o evaluación de alternativas representado mediante un árbol genérico analítico [40], [45] tal como muestra la Figura 2.

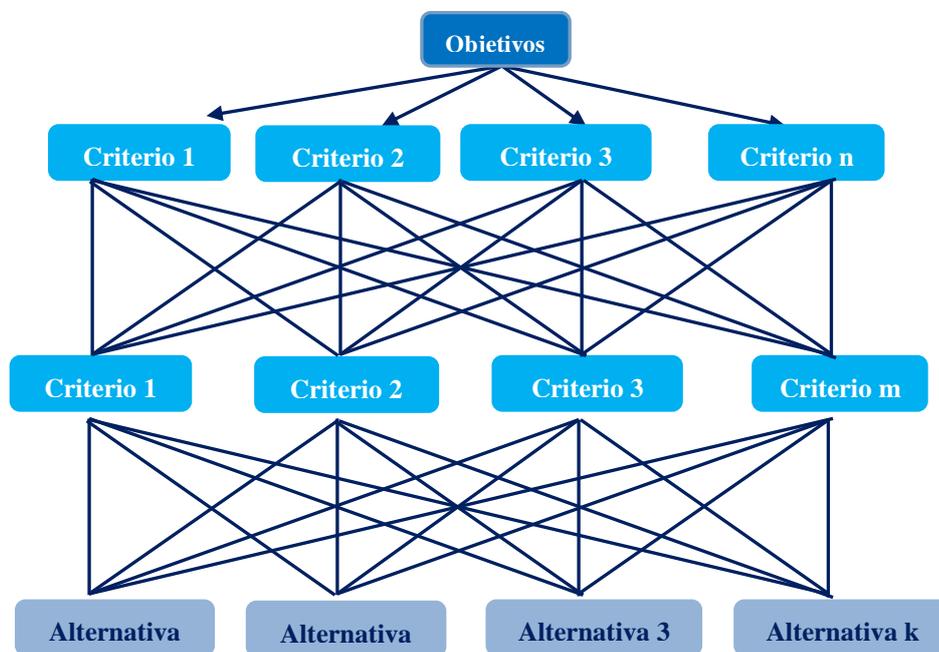


Figura 2: Árbol genérico analítico.

3 Resultados y discusión

La presente sección introduce la propuesta en un contexto real. Se implementa el método neutrosófico mediante criterio de experto para determinar prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA. A continuación se describe la implementación de los pasos del método propuesto:

Paso 1. Identificación de los criterios de prevalencia.

La identificación de los criterios de prevalencia consiste en determinar cuál o cuáles son las manifestaciones para determinar prevalencia y relación de perforaciones apicales en pacientes.

Paso 2. Selección de los expertos del proceso.

Para el desarrollo de la actividad se les solicita a los expertos potenciales que sus respuestas sean objetivas y precisas respondiendo la siguiente interrogación.

Según su opinión ¿Cuál es el grado de conocimientos que usted posee sobre prevalencia y relación de perforaciones apicales en pacientes? Expresar su preferencia en un dominio de valores $[0,1]$, donde 0 representa el menor conocimiento y 1 representa el mayor conocimiento del tema. La Tabla 2 muestra la tabulación del resultado de los expertos que intervinieron en el proceso.

Tabla 2: Tabulación del grado de conocimiento expresado por los expertos.

Expertos	Valor reconocido de la información										Kc	
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
1											X	[1,0,0]
2											X	[1,0,0]
3							X					[0.70,0.25,0.30]
4									X			[0.9, 0.1, 0.1]
5									X			[0.9, 0.1, 0.1]
6										X		[1,0,0]
7											X	[1,0,0]

Se realiza una autovaloración de la incidencia que tiene cada uno de los aspectos de la tabla sobre prevalencia y relación de las perforaciones apicales en pacientes. Marcado con una X en las categorías Alto, Medio o Bajo. La Tabla 3 presenta los aspectos valorativos.

Tabla 3: Aspectos valorativos sobre la prevalencia y relación de las perforaciones apicales.

Fuentes de argumentación		Alto	Medio	Bajo
1.	Análisis teóricos realizados por usted sobre el tema	0.3	0.2	0.1
2.	Estudio de trabajos realizados por autores ecuatorianos	0.5	0.4	0.2
3.	Estudio de trabajos de autores extranjeros	0.05	0.04	0.03
4.	Intercambio de experiencias con especialistas para determinar prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA	0.05	0.04	0.03

El coeficiente de argumentación se obtiene mediante la sumatoria de los valores correspondientes a los criterios Alto, Medio y Bajo de cada fuente de argumentación. La Tabla 4 muestra el resultado obtenido para el presente caso de estudio.

Tabla 4: Coeficiente de argumentación de los expertos consultados (Ka).

Expertos	Valores de la frecuencia de argumentación				Ka
	1	2	3	4	
1	[0.05,0.90,0.90]	[0.50,0.50,0.50]	[0.05,0.90,0.90]	[0.30,0.75,0.70]	[1,0,0]
2	[0.30,0.75,0.70]	[0.40,0.65,0.60]	[0.05,0.90,0.90]	[0.40,0.65,0.60]	[1,0,0]
3	[0.40,0.65,0.60]	[0.50,0.50,0.50]	[0.05,0.90,0.90]	[0.05,0.90,0.90]	[0.7, 0.1, 0.1]
4	[0.30,0.75,0.70]	[0.50,0.50,0.50]	[0.05,0.90,0.90]	[0.05,0.90,0.90]	[0.9, 0.1, 0.1]
5	[0.40,0.65,0.60]	[0.50,0.50,0.50]	[0.40,0.65,0.60]	[0.40,0.65,0.60]	[0.9, 0.1, 0.1]
6	[0.30,0.75,0.70]	[0.50,0.50,0.50]	[0.05,0.90,0.90]	[0.05,0.90,0.90]	[1,0,0]
7	[0.30,0.75,0.70]	[0.40,0.65,0.60]	[0.05,0.90,0.90]	[0.05,0.90,0.90]	[1,0,0]

Paso 3. Selección de los criterios de evaluativos y sus pesos.

La selección de los criterios evaluativos utilizados en el modelo propuesto fue obtenida a partir de los expertos

que intervinieron en el proceso seleccionándose siete criterios de modo que:

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

Donde:

c_1 Estudios clínicos: La prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA puede determinarse a través de estudios clínicos que evalúen el éxito del tratamiento en un grupo de pacientes a lo largo del tiempo.

c_2 Radiografías: El uso de radiografías periapicales puede ser un criterio para determinar la prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA, ya que permite evaluar la integridad y estabilidad del sellado a nivel apical.

c_3 Evaluación histológica: La evaluación histológica de muestras obtenidas de pacientes tratados con Biodentine® y MTA puede proporcionar información sobre la formación de tejido mineralizado y la respuesta biológica en el área de la perforación apical.

c_4 Seguimiento a largo plazo: El seguimiento a largo plazo de pacientes tratados con Biodentine® y MTA puede ser un criterio importante para determinar la prevalencia del sellado de perforaciones apicales, ya que permite evaluar la durabilidad y estabilidad del tratamiento a lo largo del tiempo.

c_5 Revisión de la literatura científica: La revisión de la literatura científica sobre estudios clínicos, ensayos controlados aleatorizados y metanálisis relacionados con el sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA puede proporcionar una visión general de la prevalencia y el éxito del tratamiento en diferentes contextos clínicos.

A partir del trabajo realizado por los expertos se obtuvieron los vectores de importancia W atribuidos a cada indicador. La Tabla 5 muestra los valores resultantes de la actividad.

Tabla 5: Pesos determinado para los criterios.

Indicadores	Pesos W
1	[0.75,0.25,0.30]
2	[0.9, 0.1, 0.1]
3	[0.8,0,15,0.20]
4	[0.75,0.25,0.30]
5	[0.9, 0.1, 0.1]

Paso 4. Procesamiento de las evaluaciones sobre el cumplimiento de los criterios.

A partir de las evaluaciones expresadas por los expertos sobre el comportamiento de los indicadores en el caso de estudio se obtienen las preferencias promediadas por indicadores tal como expresa la Tabla 7.

Tabla 6. Resultado de las preferencias.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5
Evaluación	MMB	MMB	B	B	MMB

A partir del resultado de las preferencias se obtuvo un vector de preferencia tal como se expresa:

$$S=[0.70, 0.90, 0.7, 0.90; 0.90]$$

Finalmente, para el caso de estudio se obtuvo una prevalencia de: $E = 0.92$. El resultado expresa que prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® posee alto índice de presencia, por encima de MTA.

Discusiones

Una perforación apical puede darse en cualquier momento durante su tratamiento endodóntico, como consecuencia producirá una reacción inflamatoria causando molestias al paciente [46] [47] [48]. En estudios recientes se evaluaron 40 dientes en un trascurso de 35 días, donde se pudo observar que el 17% de los dientes sellados con MTA mostraron microfiliación bacteriana, con capacidad de sellado menor y fuerza de unión menor que el Biodentine® [49]. Mientras que Soares [50], menciona que en un estudio de 64 casos el 86% fue reparado con éxito. El MTA presenta biocompatibilidad, osteoconductividad, promoción de regeneración del cemento, antibacteriano, antifúngico y radiopacidad, como desventajas el largo tiempo de fraguado, el potencial de decoloración, contaminación con sangre del MTA, además que requiere práctica y dos visitas al odontólogo considerándolos inconvenientes. Mientras que Biodentine® se puede usar en una sola visita, sellado biocompatible y osteoconductividad igual que el MTA, efectivo en ambiente ácido. En perforaciones apicales accidentales, es fácil de manejar incluso si el tratamiento fue realizado por un profesional inexperto, independientemente de la ubicación, tamaño y tiempo

de evolución de la perforación. Biodentine® es altamente efectivo en una sola visita, con una tasa de éxito del 94%, mientras que MTA tiene una tasa del 90% [46] [48][51][50].

Mancino y colegas [48] menciona que Biodentine® tiene un período corto de fraguado de 10 a 12 minutos haciendo que el operador tenga mejor manipulación de este. Boetto y Martínez [50], investigadores comunicaron sobre del excelente comportamiento del Biodentine® en diferentes situaciones clínicas y sobre todo en presencia de perforación de conductos. Biodentine® tiene menor nivel de porosidad y mayor resistencia mecánica, aumentando su resistencia a la compresión y flexión que el MTA, conocer sus características es importante ya que además de sellar perforaciones, refuerza las estructuras radiculares y coronales debilitadas, siendo de gran ayuda para futuras rehabilitaciones. Casa y Anllo. [52]. La incidencia de perforaciones radiculares es del 2,3% un estudio reportó que el 47% de las perforaciones ocurren durante el tratamiento endodóntico, y el 53% ocurre en la fase protésica. MTA promueve éxitos a largo plazo, mientras que Biodentine tiene mejores pronósticos a corto plazo [53].

Conclusión

La propuesta implementó en su procesamiento un método neutrosófico mediante criterio de experto para determinar prevalencia del sellado de perforaciones apicales con Biodentine® y MTA. Se modeló el grado de incertidumbre mediante números neutrosóficos para la evaluación. El método implementado permitió comparar de manera específica las propiedades físicas, mecánicas del Biodentine® y el MTA en presencia de perforaciones apicales para conocimiento personal y futuras generaciones.

En el documento se evidencia como actúa el Biodentine® y el MTA se los ha tomado de manera separada ya que Biodentine® al ser un material nuevo en el mercado no posee numerosas comparaciones con el MTA, pero se ha adquirido información relevante que ayuda en este tema.

Este estudio permite conocer de manera fácil y sencilla cómo la tecnología ha ido avanzando e innovándonos de nuevos materiales que ayuden con la práctica médica diaria y posibles complicaciones en la misma, dejando conocer que Biodentine® es un material novedoso con propiedades que facilitan la manipulación del operador en medios de difícil acceso; permitiéndonos conseguir una correcta terapéutica en períodos cortos de tiempo, mientras que MTA es un buen material que nos ayuda con el proceso de recuperación pero a largo plazo.

Finalmente, se puede decir que actualmente en la industria médica se han desarrollado materiales capaces de facilitar los tratamientos odontológicos de manera menos invasiva y cómodas, tanto para el paciente como para el odontólogo.

Referencias

- [1] C. Estrela, D. d. A. Decurcio, G. Rossi-Fedele, J. A. Silva, O. A. Guedes, and Á. H. Borges, "Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials," *Brazilian oral research*, vol. 32, 2018.
- [2] S. S. Raghavendra, G. R. Jadhav, K. M. Gathani, and P. Kotadia, "Bioceramics in endodontics—a review," *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, vol. 51, no. 3 Suppl 1, pp. 128-137, 2017.
- [3] C. A. Ojeda, "Perforaciones Radiculares: una revisión," *Ustasalud*, vol. 3, no. 2, pp. 92-99, 2004.
- [4] S. Shin, I. Chen, B. Karabucak, S. Baek, and S. Kim, "MTA and bioceramic root end filling materials," *Microsurgery in Endodontics*, pp. 91-99, 2017.
- [5] A. E. Dawood, P. Parashos, R. H. Wong, E. C. Reynolds, and D. J. Manton, "Calcium silicate-based cements: composition, properties, and clinical applications," *Journal of investigative and clinical dentistry*, vol. 8, no. 2, pp. e12195, 2017.
- [6] H. Aksel, and S. Küçükkaya Eren, "Askerbeyli Örs S, Karaismailoğlu E. Surface and vertical dimensional changes of mineral trioxide aggregate and biodentine in different environmental conditions," *J Appl Oral Sci*, vol. 27, no. 0, pp. 1-8, 2018.
- [7] D. Subramanyam, and M. Vasantharajan, "Effect of oral tissue fluids on compressive strength of MTA and biodentine: an in vitro study," *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, vol. 11, no. 4, pp. ZC94, 2017.
- [8] K. Zafar, S. Jamal, and R. Ghafoor, "Bio-active cements-Mineral Trioxide Aggregate based calcium silicate materials: a narrative review," *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, vol. 70, no. 3, pp. 497, 2020.
- [9] W. M. M. Zamora, T. Y. G. Ponce, M. I. D. Chávez, and I. M. B. Cedeño, "El control interno y su influencia en la gestión administrativa del sector público," *Dominio de las Ciencias*, vol. 4, no. 4, pp. 206-240, 2018.
- [10] L. Gil, and D. Pascual, "La metodología Delphi como técnica de estudio de la validez de contenido," *Anales de Psicología*, vol. 28, no. 3, pp. 1011-1020, 2012.
- [11] M. Varela, L. Díaz, and R. García, "Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud," *Investigación en Educación Médica*, vol. 1, no. 2, pp. 90-95, 2012.
- [12] R. Abella Rubio, "COSO II y la gestión integral de riesgos del negocio," *estrategia financiera*, vol. 21, 2006.

- [13] L. B. Reyes, J. E. Suárez, and O. M. Cornelio, "Técnicas de Inteligencia artificial para el diagnóstico de pulsioximetría de apnea de sueño," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 16, no. 4, pp. 1-10, 2023.
- [14] O. M. Cornelio, and B. B. Fonseca, "Procedimiento multicriterio multiexperto para determinar el índice de control de una organización," *Scientia et Technica*, vol. 21, no. 3, pp. 234-238, 2016.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] O. M. Cornelio, I. S. Ching, B. B. Fonseca, and P. M. P. Díaz, "Herramienta para la simulación de sistemas dinámicos integrado al sistema de laboratorios virtuales ya distancia."
- [20] J. L. G. González, and O. Mar Cornelio, "Propuesta de algoritmo de clasificación genética," *Revista Cubana de Ingeniería*, vol. 4, no. 2, pp. 37-42, 2013.
- [21] J. E. Ricardo, M. E. L. Poma, A. M. Argüello, A. Pazmiño, L. M. Estévez, and N. Batista, "Neutrosophic model to determine the degree of comprehension of higher education students in Ecuador," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 26, pp. 54-61, 2019.
- [22] G. A. Á. Gómez, M. Y. L. Vázquez, and J. E. Ricardo, "Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 52, pp. 215-224, 2022.
- [23] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "Investigación científica: perspectiva desde la neutrosofía y productividad," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S5, pp. 640-649., 2022.
- [24] M. Y. L. Vázquez, J. E. Ricardo, and V. Vega-Falcón, "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.
- [25] V. V. Falcón, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Desarrollo y validación de un cuestionario para evaluar el conocimiento en Metodología de la Investigación," *Revista Conrado*, vol. 19, no. S2, pp. 51-60., 2023.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] F. Smarandache, M. Şahin, and A. Kargin, "Neutrosophic triplet G-module," *Mathematics*, vol. 6, no. 4, pp. 53, 2018.
- [29] F. Smarandache, M. A. Quiroz-Martínez, J. E. Ricardo, N. B. Hernández, and M. Y. L. Vázquez, *Application of neutrosophic offsets for digital image processing: Infinite Study*, 2020.
- [30] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, *Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment: Infinite Study*, 2020.
- [31] M. Y. Leyva Vázquez, J. R. Viteri Moya, J. Estupiñán Ricardo, and R. E. Hernández Cevallos, "Diagnosis of the challenges of post-pandemic scientific research in Ecuador," *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9, no. spe1, 2021.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] R. Şahin, and M. Yiğider, "A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection," *arXiv preprint arXiv:1412.5077*, 2014.
- [35] H. Wang, F. Smarandache, Y. Zhang, and R. Sunderraman, "Single valued neutrosophic sets," *Review of the Air Force Academy*, no. 1, pp. 10, 2010.
- [36] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeuroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [37] 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.

- [38] J. E. Ricardo, A. J. Fernández, and M. Y. Vázquez, "Compensatory Fuzzy Logic with Single Valued Neutrosophic Numbers in the Analysis of University Strategic Management," *International Journal of Neutrosophic Science (IJNS)*, vol. 18, no. 4, 2022.
- [39] S. S. Bonham, *IT project portfolio management*: Artech House, 2005.
- [40] B. Zhou, "Enterprise information technology project portfolio selection through system dynamics simulations," Massachusetts Institute of Technology, 2007.
- [41] J. E. Ricardo, A. J. R. Fernández, T. T. C. Martínez, and W. A. C. Calle, "Analysis of Sustainable Development Indicators through Neutrosophic Correlation Coefficients," 2022.
- [42] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, "Impacto de la investigación jurídica a los problemas sociales postpandemia en Ecuador," *Universidad y Sociedad*, vol. 14, no. S5, pp. 542-551., 2022.
- [43] 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.
- [44] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [45] J. M. Moreno-Jiménez, and L. G. Vargas, "Cognitive Multiple Criteria Decision Making and the Legacy of the Analytic Hierarchy Process/Decisión Multicriterio Cognitiva y el Legado del Proceso Analítico Jerárquico," *Estudios de Economía Aplicada*, vol. 36, pp. 67-80, 2018.
- [46] R. A. A. Alves, A. L. G. Morais, T. F. Izelli, C. R. Estrela, and C. Estrela, "A conservative approach to surgical management of root canal perforation," *Case reports in dentistry*, vol. 2021, 2021.
- [47] M. D. Evans, "A contemporary treatment of an iatrogenic root perforation: a case report," *Journal of Endodontics*, vol. 47, no. 3, pp. 520-525, 2021.
- [48] D. Mancino, F. Meyer, and Y. Haikel, "Improved single visit management of old infected iatrogenic root perforations using Biodentine®," *Giornale italiano di endodonzia*, vol. 32, no. 1, pp. 17-24, 2018.
- [49] O. Alzahrani, and F. Alghamdi, "Nonsurgical Management of Apical Root Perforation Using Mineral Trioxide Aggregate," *Case reports in dentistry*, vol. 2021, 2021.
- [50] J. M. Ortega Guerrero, "Sellado de perforaciones apicales con biodentine y mta: estudio comparativo. revisión sistemática," 2023.
- [51] F. G. Gorni, A. C. Ionescu, F. Ambrogi, E. Brambilla, and M. M. Gagliani, "Prognostic factors and primary healing on root perforation repaired with MTA: a 14-year longitudinal study," *Journal of Endodontics*, vol. 48, no. 9, pp. 1092-1099, 2022.
- [52] M. Casa-Herzmann, and J. Anllo, "Silicato Tricálcico en Endodoncia Compleja," *International journal of odontostomatology*, vol. 15, no. 4, pp. 948-952, 2021.
- [53] M. Palomino-Delgado, H. Coaguila-Llerena, C. Mendiola-Aquino, and G. Faria, "Manejo de perforaciones iatrogénicas desfavorables durante colocación de poste usando agregado de trióxido mineral: reporte de dos casos," *Revista Estomatológica Herediana*, vol. 31, no. 4, pp. 311-316, 2021.

Recibido: noviembre 29, 2023. **Aceptado:** diciembre 20, 2023