



Optimización de las decisiones clínicas en el tratamiento de la periodontitis mediante el modelado de superconjuntos neutrosóficos

Optimization of clinical decisions in periodontitis treatment through Neutrosophic SuperHyperSoft Sets Modeling

Estefanía Alexandra Chávez Mestanza ¹, José Luis Alcívar Rodríguez ², Marcos Javier Loor Tobar ³, and Diego Paul Pichucho Simbaña ⁴

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. us.estefaniacm04@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. josear19@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. marcoslt60@uniandes.edu.ec

⁴ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Santo Domingo. Ecuador. diegops74@uniandes.edu.ec

Resumen. Las enfermedades periodontales, como la periodontitis, requieren tratamientos efectivos para controlar la infección y mejorar la salud bucal. Por ello, esta investigación evaluó la efectividad de diferentes técnicas odontológicas mediante la modelación Neutrosophic SuperHyperSoft Sets, que facilitó la toma de decisiones según las fases de la enfermedad y los parámetros de cada método. Se encontró que la instrumentación manual es más eficaz para eliminar residuos en bolsas profundas, mientras que la instrumentación ultrasónica destaca por su rapidez y capacidad para acceder a zonas complejas. De hecho, la combinación de ambas técnicas resultó ser la más efectiva en fases iniciales y moderadas. Además, se identificó que tratamientos complementarios como láser, nanopartículas metálicas y probióticos también contribuyen al control de la periodontitis. En conclusión, la modelación basada en Neutrosophic SuperHyperSoft Sets permitió una selección precisa de las técnicas, al optimizar las decisiones clínicas para el tratamiento de la enfermedad periodontal.

Palabras Claves: Enfermedades periodontales, tratamientos odontológicos, neutrosofía, superhypersoft sets.

Abstract. Periodontal diseases, such as periodontitis, require effective treatments to control infection and improve oral health. Therefore, this study evaluated the effectiveness of different dental techniques using Neutrosophic SuperHyperSoft Sets modeling, which facilitated decision-making based on the stages of the disease and the parameters of each method. It was found that manual instrumentation is more effective in eliminating debris in deep pockets, while ultrasonic instrumentation stands out for its speed and ability to access complex areas. In fact, the combination of both techniques proved to be the most effective in the early and moderate stages. Additionally, complementary treatments such as laser therapy, metallic nanoparticles, and probiotics were identified as contributing factors in controlling periodontitis. In conclusion, the modeling based on Neutrosophic SuperHyperSoft Sets allowed for a precise selection of techniques, optimizing clinical decisions for the treatment of periodontal disease.

Keywords: Periodontal diseases, dental treatments, neutrosophic, superhypersoft sets.

1 Introducción

La gingivitis es una de las enfermedades periodontales más comunes, caracterizada por el enrojecimiento, sangrado, edema y alteraciones en el contorno y consistencia de los tejidos gingivales [1]. Su principal factor desencadenante es la deficiente higiene oral, que favorece la acumulación de placa bacteriana y cálculos dentales. Este proceso se convierte en un problema grave si no se trata a tiempo, debido que la placa bacteriana está directamente relacionada con la pérdida de inserción clínica.

Si no se realiza un tratamiento oportuno, la gingivitis progresa hacia una enfermedad periodontal más compleja, como la periodontitis [2]. Esta última es una enfermedad inflamatoria crónica, multifactorial, asociada a biopelículas de placa simbiótica, que se caracteriza por la destrucción progresiva del aparato de soporte del diente, lo que eventualmente conlleva a la pérdida dental [3] [4-20].

El tratamiento para los problemas periodontales incluye técnicas de desbridamiento, las cuales pueden realizarse mediante el uso de instrumentos manuales o ultrasónicos [5-21]. Entre los instrumentos manuales más utilizados se encuentran las curetas dentales, las cuales permiten acceder a la anatomía subgingival para remover los depósitos de cálculos residuales, alisar las superficies radiculares y realizar curetajes de tejidos blandos [6]. Las curetas son especialmente eficaces en superficies dentarias tanto supragingivales como subgingivales, aunque su eficacia disminuye en el tratamiento de bolsas profundas [7] [8-22].

Por otro lado, la instrumentación ultrasónica utiliza un campo magnético alterno que induce vibraciones en una punta de trabajo, la cual se refrigera mediante agua [9]. Esta tecnología presenta varias ventajas, como su facilidad de uso, alta eficacia y rapidez en el procedimiento [10-23]. Además, la instrumentación ultrasónica elimina la necesidad de afilar los instrumentos manuales y permite un acceso más efectivo a zonas difíciles de alcanzar [11].

Además de los métodos convencionales, existen varias técnicas complementarias que han demostrado ser efectivas en el tratamiento periodontal [12-24]. Entre ellas, se encuentra, el pulido con aire, al utilizar polvos abrasivos suaves como la glicina y el eritritol, que permite extender la limpieza supragingival hacia áreas subgingivales, destacándose por su rapidez y seguridad. Por otro lado, las terapias con láser, como el láser Er:YAG, son eficaces para la reducción de patógenos y la eliminación de tejido infectado, con mínima invasividad en los tejidos duros y blandos [13] [14-25]. Asimismo, las nanopartículas antibacterianas, especialmente las metálicas, ofrecen una potente acción antimicrobiana al atacar directamente el ADN bacteriano, al favorecer la regeneración del tejido periodontal [15]. Finalmente, los probióticos orales, en particular las cepas de *Lactobacillus*, se han integrado en tratamientos no quirúrgicos, al contribuir al equilibrio microbiano y al mejorar los resultados clínicos, así como la reducción de la inflamación y la formación de placas [16-26]. Estas técnicas, combinadas con las tradicionales, enriquecen las opciones terapéuticas disponibles para el manejo de la periodontitis.

Por tanto, en función de lo antes mencionado, la presente investigación tiene como objetivo evaluar cuál de estos métodos de tratamiento es más efectivo en la práctica odontológica, a partir de la recopilación de información de la literatura académica entre el 2019 al 2023 sobre el tema. Como complemento, se incorpora la modelación Neutrosophic SuperHyperSoft Sets, que facilita la integración de múltiples atributos, para optimizar la toma de decisiones según las fases de la enfermedad y los parámetros de medición para cada técnica o método en el tratamiento de esta afección.

2. Precedentes y bases de la neutrosofía

2.1. Neutrosophic SuperHyperSoft Sets

This section serves the purpose of remembering the basic notions of Fuzzy Extension SuperHyperSoft Sets and neutrosophic theory.

Definition 1. Given U is the initial universe set and E is the set of parameters. A pair (F, E) is called a *soft set* (over U) if and only if F is a mapping of E into the set of all subsets of U .

That is to say, having a set E of parameters and fixing a parameter $\varepsilon \in E$, then $F(\varepsilon) \in \mathcal{P}(U)$, where $\mathcal{P}(U)$ denotes the power set of U and $F(\varepsilon)$ is considered the set of ε -elements of the Soft Set (F, E) or the set of ε -approximate elements of the Soft Set [17].

It is not difficult to realize that fuzzy sets are soft sets, this is a consequence of the α -levels definition of a membership function μ_A where we have the following:

$F(\alpha) = \{x \in U \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$, $\alpha \in [0, 1]$. Thus, if we know the family F , then we can reconstruct the function μ_A by using the following formula:

$$\mu_A(x) = \sup_{\substack{\alpha \in [0, 1] \\ x \in F(\alpha)}} \alpha$$

Thus, a fuzzy set is a $(F, [0, 1])$ soft set.

Given a binary operation $*$ for subsets of the set U , where (F, A) and (G, B) are soft sets over U . Then, the operation $*$ for soft sets is defined as follows:

$(F, A) * (G, B) = (J, A \times B)$, where $J(\alpha, \beta) = F(\alpha) * G(\beta)$; $\alpha \in A$, $\beta \in B$, and $A \times B$ is the Cartesian product of the sets A and B .

Definition 2. Let U be a universe set, $\mathcal{P}(U)$ the power set of U . Let $a_1, a_2, \dots, a_n$, for $n \geq 1$, be n distinct attributes, whose corresponding attribute values are respectively the sets $A_1, A_2, \dots, A_n$, with $A_i \cap A_j = \emptyset$, for

$i \neq j$, and $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Then the pair $(F, A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n)$, where: $F: A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n \rightarrow \mathcal{P}(U)$ is called a *HyperSoft Set* over U .

Definition 3. Let U be a universe set, $\mathcal{P}(U)$ the power set of U . Let $a_1, a_2, \dots, a_n$, for $n \geq 1$, be n distinct attributes, whose corresponding attribute values are respectively the sets $A_1, A_2, \dots, A_n$, with $A_i \cap A_j = \emptyset$, for $i \neq j$, and $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Then the pair $(F, \mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2) \times \dots \times \mathcal{P}(A_n))$, where:

$F: \mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2) \times \dots \times \mathcal{P}(A_n) \rightarrow \mathcal{P}(U)$ is called a *SuperHyperSoft Set* over U .

Definition 4. Let U be a universe set, $\mathcal{P}(U)$ the power set of U . Let $a_1, a_2, \dots, a_n$, for $n \geq 1$, be n distinct attributes, whose corresponding attribute values are respectively the sets $A_1, A_2, \dots, A_n$, with $A_i \cap A_j = \emptyset$, for $i \neq j$, and $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$. Then the pair $(F, \mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2) \times \dots \times \mathcal{P}(A_n))$, where:

$F: \mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2) \times \dots \times \mathcal{P}(A_n) \rightarrow \mathcal{P}(U(x(d^0)))$ is called a *Fuzzy_Extension SuperHyperSoft Set* over U .

Where $x(d^0)$ is the fuzzy or any fuzzy extension degree of appurtenance of the element x to the set U . Fuzzy extension means Fuzzy Set or Intuitionistic Fuzzy Set, Pythagorean Fuzzy Set, Fermatean Fuzzy Set, Neutrosophic Fuzzy Set, Plithogenic Fuzzy Set, etc [18].

Before concluding, let us recall some fundamental definitions of neutrosophic sets:

Definition 5. The *Neutrosophic set* N is characterized by three membership functions, which are the truth-membership function T_A , indeterminacy-membership function I_A , and falsity-membership function F_A , where U is the Universe of Discourse and $\forall x \in U$, $T_A(x), I_A(x), F_A(x) \subseteq]^{-}0, 1^{+}[$, and $^{-}0 \leq \inf T_A(x) + \inf I_A(x) + \inf F_A(x) \leq \sup T_A(x) + \sup I_A(x) + \sup F_A(x) \leq 3^{+}$ [19].

See that according to the definition, $T_A(x)$, $I_A(x)$, and $F_A(x)$ are real standard or non-standard subsets of $]^{-}0, 1^{+}[$ and hence, $T_A(x)$, $I_A(x)$ and $F_A(x)$ can be sub-intervals of $[0, 1]$. $^{-}0$ and 1^{+} belong to the set of hyperreal numbers.

Definition 6. The *Single-Valued Neutrosophic Set* (SVNS) A over U is $A = \{ \langle x, T_A(x), I_A(x), F_A(x) \rangle : x \in U \}$, where $T_A: U \rightarrow [0, 1]$, $I_A: U \rightarrow [0, 1]$ and $F_A: U \rightarrow [0, 1]$. $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

Los CNVU surgieron con la idea de aplicar los conjuntos neutrosóficos con fines prácticos. Algunas operaciones entre NNVU se expresan a continuación:

Dados $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ y $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$ dos NNVU se tiene que la suma entre A_1 y A_2 se define como:

$$A_1 \oplus A_2 = (a_1 + a_2 - a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2) \quad (1)$$

Dados $A_1 = (a_1, b_1, c_1)$ y $A_2 = (a_2, b_2, c_2)$ dos NNVU se tiene que la multiplicación entre A_1 y A_2 se define como:

$$A_1 \otimes A_2 = (a_1 a_2, b_1 + b_2 - b_1 b_2, c_1 + c_2 - c_1 c_2) \quad (2)$$

El producto por un escalar positivo con un NNVU, $A = (a, b, c)$ se define por:

$$A = (1 - (1 - a), b, c) \quad (3)$$

The *Single-Valued Neutrosophic Number* (SVNN) is symbolized by

$N = (t, i, f)$, such that $0 \leq t, i, f \leq 1$ and $0 \leq t + i + f \leq 3$.

2.2. Término lingüístico usado para cada atributo o parámetro.

Para la evaluación de cada atributo o parámetro asociado se propone un término lingüístico para definir estados de los elementos dentro del conjunto neutrosófico de valor único (NNVU). El decisor es capaz de dar, para cada uno de los criterios considerados y para cada tratamiento un valor dentro del conjunto neutrosófico de elección (ver tabla 1).

Tabla 1: Relación entre rangos de medición y las escalas neutrosóficas. Fuente: Elaboración propia.

Atributos (a_i) / tratamientos	NNVU	Atributos (b_i)
Muy importante (MI)	(0.94,0,0)	Extremadamente alto (EA)
	(0.84,0.06,0.12)	Muy muy alto (MMA)
Importante (I)	(0.74,0.16,0.22)	Muy alto (MA)
	(0.64,0.26,0.32)	Alto (A)
	(0.54,0.36,0.42)	Medianamente moderad (MM)o
Media (M)	(0.44,0.46,0.52)	Moderado (M)
	(0.34,0.56,0.62)	Medianamente bajo (MeB)

Atributos (a_i) / tratamientos	NNVU	Atributos (b_i)
No importante (NI)	(0.24,0.66,0.72) (0.14,0.76,0.82)	Bajo (B) Muy bajo (MB)
Muy no importante (MNI)	(0.04,0.86,0.92) (0,0.96,1)	Muy muy bajo (MMB) Extremadamente bajo (EB)

3. Periodontitis.

3.1 Revisión de la literatura.

Para el desarrollo del estudio, se revisaron y clasificaron cada uno de los documentos obtenidos, al seleccionar aquellos que contenían información relevante sobre el uso de instrumentación manual y ultrasónica, así como de otras técnicas complementarias, con datos concluyentes relacionados con el tratamiento de la gingivitis y la periodontitis. Este proceso de selección incluyó 15 artículos científicos, revisiones bibliográficas y casos clínicos, al garantizar que los documentos seleccionados estuvieran estrechamente relacionados con el tema de estudio (ver tabla 2).

Tabla 2: Revisión de la literatura referente a la gingivitis y periodontitis. Fuente: Elaboración propia.

País	Año	Autor	Título	Revista
Londres	2019	Suvan, Jeanie; Leira, Yago Leira; Moreno Sancho, Federico Manuel; Graziani, Filippo; Derks, Jan; Tomasi, cristiano;	Subgingival instrumentation for treatment of periodontitis. A systematic review	Wiley Online Library
Australia	2019	Baliga, Vidya; Baliga, Sudhindra; Sharma, Varsha; Oza, Ranu; Balsara, Khushbu; Multani, Priyanka	Comparing the effectiveness of ultrasonic instruments over the manual instruments for scaling and root planing in improving the periodontal parameters in patients with chronic periodontitis: a systematic review protocol	ResearchGate Logo
Brasil	2020	Gomes Muniz Francisco Wilker Mustafa, Gerson Pedro José Langa, Pereira Pimente Roberto, Martins João Roig, Haubman Pereira Daniela, Cassiano Kuchenbecker Rösing	Comparison Between Hand and Sonic/ Ultrasonic Instruments for Periodontal Treatment: Systematic Review with Meta-Analysis	BMC Oral Health
China	2020	Xin Zhang, Zixuan Hu, Xuesong Zhu, Wenjie Li, Jun Chen	Treating periodontitis-a systematic review and meta-analysis comparing ultrasonic and manual subgingival scaling at different probing pocket depths	BMC Oral Health
Brazil	2020	Pimentel de Oliveira Roberta, Melo Alencar de Cristie, Alves Silva Fábio, Baraúna Magno Marcela, Cople Maia Lucianne, Martins Silva Cecy Nascimento, Gustavo G.; Leite, Fabio R. M.; Camargos Pennisi, Pedro Rogério; Rodrigo López; Paranhos, Luiz Renato	Effect of desensitizing agents on dentin hypersensitivity after non-surgical periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis	Elsevier
Dinamarca	2020	R. M.; Camargos Pennisi, Pedro Rogério; Rodrigo López; Paranhos, Luiz Renato	Use of air polishing for supra- and subgingival biofilm removal for treatment of residual periodontal pockets and supportive periodontal care: a systematic review	SpringerLink
Suecia	2020	Lin, Zhikai; Strauss, Franz J.; Lang, Niklaus P.; Sculean, Anton; Salvi E, Giovanni.; Stähli, Alexandra	Efficacy of laser monotherapy or non-surgical mechanical instrumentation in the management of untreated periodontitis patients. A systematic review and meta-analysis	SpringerLink
India	2021	Ebarghya Pal, Farha Nasim, Himadri Chakrabarty, Abhijit Chakraborty	Non-Surgical Periodontal Therapy: An evidence-based perspective	The Journal of Dental Panacea
China	2021	Zhu M, Zhao M, Hu B, Wang Y, Li Y, Song J.	Efficacy of glycine powder air-polishing in supportive periodontal therapy: a systematic review and meta-analysis	PubMed
Kuwait	2021	Hilal Ahmad Shah, Abdul Aziz Khalid Al-Qabandi, Amani Haikal	Non-Surgical Periodontal Therapy in treatment of Periodontal Disease: A Brief Review	MAR Dental Sciences

País	Año	Autor	Título	Revista
India	2022	Ranu R. Oza, Varsha Sharma, Priyanka Multani, Khushbu Balsara, Pavan Bajaj, Prasad Dhadse	Comparing the Effectiveness of Ultrasonic Instruments Over Manual Instruments for Scaling and Root Planing in Patients with Chronic Periodontitis: A Systematic Review and MetaAnalysis	Sharad Pawar Dental College and Hospital
Pakistan	2022	Muhammad Hamza Shaikh, Syed Ibrar Hussain Humayun, Muhammad Nadeem, Nuvaia Ijaz, Maria Tanveer, Nabeela Tariq	Full mouth scaling and using local adjunctives, Comparing the outcomes: a systematic review	Pakistan Oral & Dental Journal
México	2023	García Pulido Paula, Elizondo Cantu Omar, I Rodríguez Norma Franco dalia, Rodríguez Pulido Jesús Israel, Martínez González Gustavo Israel z, Cruz Palma Guillermo, Martínez Sandoval Gloria	The use of oral probiotics in non-surgical periodontal therapy: Literature Review	International Journal of Applied Dental sciences
Iran	2023	Nasiri Kamyar, Masoumi Seyed Mohammadreza, Amini Sara, Goudarzi Mina, Tafreshi Seyed Mobin, Abbas Bagheri, Saman Yasamineh, Mariem Alwan, Churampi Arellano Meryelem Tania & Gholizadeh Omid	Recent advances in metal nanoparticles to treat periodontitis	Springer link
Suecia	2023	Tomasi, Cristiano; Abrahamsson, Kajsa H; Apatzidou, Danae	Subgingival instrumentation	Wiley, online library

3.2 Análisis terapéuticos y consideraciones clínicas

La periodontitis es una enfermedad infecciosa multifactorial que se caracteriza por la inflamación y destrucción progresiva de los tejidos que sostienen los dientes, como el ligamento periodontal y el hueso alveolar. Aunque inicialmente se consideró que la actividad bacteriana era el principal factor desencadenante, estudios recientes han evidenciado que la respuesta inmune inflamatoria del huésped desempeña un papel determinante en el desarrollo y progresión de esta patología.

El principal signo clínico de la periodontitis es la formación de bolsas periodontales, resultado de la pérdida de soporte del tejido periodontal. A nivel radiográfico, se observa una pérdida significativa del hueso alveolar, al conducir, en casos avanzados, a la pérdida dentaria. Esta enfermedad se considera una de las principales causas de pérdida dental en adultos.

El tratamiento de la periodontitis se centra en la eliminación de depósitos mineralizados y biopelícula dental mediante procedimientos de raspado y alisado radicular. Las investigaciones han demostrado que este tratamiento no quirúrgico contribuye significativamente a mejorar los índices clínicos y microbiológicos en personas con periodontitis. De hecho, el tratamiento aplicado se debe enfocar en controlar la infección mediante la reducción de la carga bacteriana.

3.2.1 Estrategias terapéuticas

El manejo de la periodontitis se fundamenta en la reducción del biofilm microbiano tanto supragingival como subgingival, además de brindar al paciente orientación sobre prácticas de higiene bucal y control de factores de riesgo. El raspado subgingival ha demostrado ser una terapia periodontal no quirúrgica eficaz, aunque no existe un protocolo universalmente aceptado para seleccionar una técnica específica en función del caso clínico.

Las principales técnicas empleadas en el tratamiento periodontal incluyen el desbridamiento, el raspado y el alisado radicular. El desbridamiento consiste en la eliminación de la película microbiana muerta; el raspado se enfoca en la eliminación de depósitos mineralizados de sarro, y el alisado radicular implica la remoción de cemento y dentina contaminada. Estas técnicas se realizan mediante instrumentación manual como con dispositivos ultrasónicos. Entre ellas, se observan:

- Instrumentación manual: La instrumentación manual es una técnica tradicional ampliamente utilizada en el tratamiento periodontal. Para la limpieza supragingival y subgingival se emplean instrumentos específicos como curetas, azadas y raspadores. Esta técnica forma parte del tratamiento no quirúrgico

estándar, al ser el “raspado y alisado radicular” una de las principales intervenciones. Si bien esta técnica resulta eficaz por sí sola, su efectividad se optimiza al combinarse con otros métodos.

- Instrumentación ultrasónica: La instrumentación ultrasónica se ha convertido en una alternativa eficaz para el tratamiento periodontal, especialmente tras los avances tecnológicos en este ámbito. Los escaladores ultrasónicos convierten la corriente eléctrica en energía mecánica, al generar vibraciones de alta frecuencia en la punta del instrumento. Es fundamental controlar periódicamente el estado de la punta, ya que su desgaste afecta el rendimiento del tratamiento.
Se ha observado que la instrumentación ultrasónica proporciona resultados clínicos similares a los obtenidos mediante técnicas manuales en pacientes con periodontitis avanzada. Entre sus ventajas destaca la reducción del tiempo requerido para el procedimiento y su diseño ergonómico, que facilita su aplicación.
- Pulido con aire: El pulido con aire es un procedimiento eficaz para la limpieza supragingival, ya que requiere menos tiempo que otros métodos de pulido convencionales. El uso de polvos poco abrasivos como la glicina y el eritritol, junto con boquillas diseñadas para la instrumentación subgingival, ha permitido extender su aplicación a esta zona.
El eritritol, en particular, ha demostrado ser un compuesto seguro debido a su carácter no cariogénico y a su sabor agradable. Esta sustancia no causa daños en los tejidos blandos ni en las estructuras dentarias, lo que lo convierte en una alternativa atractiva para el control del biofilm periodontal.
- Terapias con láser: El uso de láseres en odontología ha ganado relevancia por sus múltiples aplicaciones en el tratamiento periodontal. Estas tecnologías se emplean tanto en procedimientos no quirúrgicos (como la reducción de patógenos y la eliminación de acumulaciones superficiales), como en intervenciones quirúrgicas sobre tejidos blandos y estructuras óseas.
El láser Er:YAG se destaca por su alta absorción en tejidos blandos ricos en agua, lo que permite minimizar el daño en los tejidos duros. Esta propiedad, sumada a su precisión en la remoción de tejido infectado, lo convierte en una herramienta eficaz para la descontaminación periodontal y el manejo de lesiones avanzadas.
- Nanopartículas antibacterianas: Las nanopartículas metálicas se han posicionado como una alternativa prometedora en el tratamiento periodontal debido a su potente efecto antimicrobiano. Estas partículas actúan directamente sobre el ADN bacteriano y las proteínas celulares, al inhibir el crecimiento microbiano y favorecer la reducción de la inflamación. Esta propiedad ha permitido el desarrollo de plataformas terapéuticas con efectos antiinflamatorios y antibacterianos eficaces.
- Probióticos orales: Los probióticos han demostrado ser una estrategia complementaria eficaz en el tratamiento periodontal, especialmente para controlar el desequilibrio microbiano asociado a la formación de placa dental. En particular, las cepas del género *Lactobacillus* se han utilizado como coadyuvantes en la terapia periodontal no quirúrgica. De hecho, se ha comprobado que la combinación de probióticos con terapia mecánica periodontal reduce los parámetros clínicos asociados a la periodontitis.

3.3. Modeling with Neutrosophic SuperHyperSoft Sets. Selección del tratamiento óptimo.

Cada uno de estos tratamientos analizados en la revisión de la literatura presenta sus aplicaciones específicas según la gravedad de la enfermedad periodontal y la respuesta del paciente. Los profesionales de la odontología seleccionan el más adecuado según las necesidades y el estado clínico del paciente. No obstante, se deben tener presentes otros elementos a tener en cuenta, como por ejemplo los factores económicos, el tipo de procedimiento, los riesgos y complicaciones que inciden en la selección de un tratamiento óptimo.

Para ello, se incorporó la modelación del Neutrosophic SuperHyperSoft Sets que constituye una herramienta que permite integrar las múltiples relaciones asociadas entre los atributos del estudio, así como los grados de pertenencia neutrosófico en la evaluación de cada tratamiento con sus pares identificados. De hecho, cada fase de la periodontitis requiere un procedimiento diferente en su tratamiento, desde la higiene oral básica en la gingivitis hasta intervenciones más avanzadas y quirúrgicas en las etapas posteriores (ver tabla 3).

Tabla 3: Fase de la enfermedad. Fuente: Elaboración propia.

a_i	Atributo	Sub-tributo	Descripción
a_1	Gingivitis	-	Etapla inicial de la enfermedad periodontal, caracterizada por inflamación de las encías sin pérdida de hueso o inserción. La causa principal es la acumulación de placa bacteriana. Los síntomas incluyen enrojecimiento, hinchazón y sangrado al cepillarse.
a_2	Periodontitis	Leve	En esta fase, la infección ha avanzado más allá de las encías, al afectar a las fibras de soporte del diente y comenzar a destruir el hueso alveolar. La pérdida de inserción es menor (menos del 3 mm). Los síntomas pueden incluir mal aliento, encías retraídas y dientes flojos.
		Modera-	La destrucción del hueso es más pronunciada, con una pérdida de inserción de entre 3 mm y 5 mm, en donde la movilidad de los dientes es más evidente.
		Avanzada	La pérdida ósea es severa, con pérdida de inserción mayor a 5 mm, en donde los dientes pueden moverse significativamente o incluso caerse. Se presenta una destrucción considerable de los tejidos de soporte, al conllevar a la pérdida de dientes.
a_3	Mantenimiento (Post-tratamiento)	-	Una vez que el tratamiento principal se ha completado, es fundamental mantener la salud periodontal y evitar la recidiva de la enfermedad. El tratamiento se centra en el mantenimiento y la prevención de la progresión de la enfermedad.

En la tabla 3 se identificaron cada fase del conjunto A_i con $i \in \{1,2,3\}$ en correspondencia para cada a_i . Una vez definido cada elemento, se procede a seleccionar las técnicas o métodos a desarrollar, según los conjuntos que se definen como tratamientos a evaluar en el estudio. A continuación, en la tabla 4 se proponen los siguientes tratamientos (L_i , donde $i \in \{1,2, \dots, 9\}$).

Tabla 4: Técnica o método identificados para tratar las fases de la enfermedad. Fuente: Elaboración propia.

l_i	Técnica o método	Descripción
l_1	Raspado y alisado radicular (RPA)	Procedimiento mecánico que implica la eliminación de placa y cálculos de las superficies radiculares para reducir la inflamación y promover la curación.
l_2	Instrumentación ultrasónica	Uso de dispositivos ultrasónicos para eliminar depósitos subgingivales y bacterias. Además, la vibración mejora la limpieza y el acceso a las bolsas profundas.
l_3	Láser de Diode	Tratamiento con láser para eliminar tejido inflamado, desinfectar bolsas periodontales y estimular la regeneración de los tejidos.
l_4	Láser de Erbio	Láser de alta potencia usado para eliminar depósitos duros y blandos de las bolsas periodontales, con la ventaja de estimular la curación.
l_5	Nanopartículas antibacterianas	Utilización de partículas a nivel nanométrico de plata u oro para eliminar bacterias y reducir la carga microbiana en las bolsas periodontales.
l_6	Probióticos orales	Administración de cepas beneficiosas de bacterias, como Lactobacillus, para equilibrar el microbiota oral y reducir la inflamación.
l_7	Pulido con aire	Uso de partículas abrasivas de bicarbonato de sodio o glicina para eliminar biopelículas y restos subgingivales sin dañar las superficies radiculares.
l_8	Terapia quirúrgica (colgajo)	Procedimiento quirúrgico en el que se levantan las encías para eliminar depósitos y permitir una limpieza más profunda de las raíces.
l_9	Terapia fotodinámica (PDT)	Aplicación de un agente fotosensibilizante seguido de exposición a una luz láser para destruir las bacterias patógenas y reducir la inflamación.

Para determinar la mejor técnica o método, se procede a evaluar a partir de los siguientes atributos (b_i) o parámetros representados en la tabla 5. Cada técnica o método es evaluada por los b_i , que se encuentra compuesto por grupos de parámetros donde $i \in \{1,2, \dots, 6\}$. Además, permite representar cada valor mediante una evaluación a través de un término lingüístico para uno o varios conjuntos, al determinar los grados de pertenencia neutrosófico (ver tabla 5).

Tabla 5: Atributos de medición para cada técnica o método. Fuente: Elaboración propia.

No.Superatributo	Atributo	NNVU ($x(d^0)$)
b_1 Eficacia	Eficacia en reducción de la inflamación(MNI, NI, M, I, MI)	Eficacia en regeneración de tejido
b_2 Factores económicos	Costo del tratamiento	Accesibilidad
	Duración del tratamiento	Frecuencia de sesiones

No.Superatributo	Atributo	NNVU ($x(d^0)$)
b4 Tipo de procedimiento	No quirúrgico Quirúrgico	
b5 Riesgo y complicaciones	Posibilidad de efectos secundarios Riesgo de recidiva	
b6 Aceptación del paciente	Comodidad del paciente Cumplimiento del paciente	

Cada grupo de atributo determinado forma un Neutrosophic SuperHyperSoft, que se encuentra formado por $(F, \mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2))$, así como $(G, \mathcal{P}(B_1) \times \mathcal{P}(B_2) \times \dots \times \mathcal{P}(B_4))$. De modo que ambas funciones devuelven $\mathcal{P}(L_n(U(x(d^0))))$ neutrosófico para cada técnica o método identificados. Por tanto, se proponen el siguiente Neutrosophic SuperHyperSoft $(H, (\mathcal{P}(A_1) \times \mathcal{P}(A_2)) \times (\mathcal{P}(B_1) \times \mathcal{P}(B_2) \times \dots \times \mathcal{P}(B_4)))$, así como un nuevo grado de pertenencia neutrosófico $x(d^0)$, obtenido de la intersección de los atributos $(a_i \cap b_i)$. A continuación, se proponen la siguiente función para evaluar cada tratamiento según los parámetros a_i y b_i (ver tabla 6 y 7):

$$\bullet F: (a_i \cap b_i) = \{P_i\}, \{L_n(x_{a_i}(d^0)) \cap L_n(x_{b_i}(d^0))\}$$

Tabla 6: Imagen obtenida de cada elemento l_i del conjunto potencia a partir de los atributos b_i . Fuente: Elaboración propia.

Parámetros	Efectividad	Factores económicos		Tiempo de tratamiento	
		Costo del tratamiento	Accesibilidad	Duración del tratamiento	Frecuencia de sesiones
	b1	b2		b3	
l_1	(0.84,0.06,0.12)	(0.54,0.36,0.42)	(0.84,0.06,0.12)	(0.64,0.26,0.32)	(0.74,0.16,0.22)
l_2	(0.94,0,0)	(0.54,0.36,0.42)	(0.84,0.06,0.12)	(0.84,0.06,0.12)	(0.84,0.06,0.12)
l_3	(0.84,0.06,0.12)	(0.24,0.66,0.72)	(0.54,0.36,0.42)	(0.64,0.26,0.32)	(0.64,0.26,0.32)
l_4	(0.94,0,0)	(0.24,0.66,0.72)	(0.54,0.36,0.42)	(0.84,0.06,0.12)	(0.64,0.26,0.32)
l_5	(0.74,0.16,0.22)	(0.14,0.76,0.82)	(0.34,0.56,0.62)	(0.64,0.26,0.32)	(0.64,0.26,0.32)
l_6	(0.54,0.36,0.42)	(0.84,0.06,0.12)	(0.94,0,0)	(0.84,0.06,0.12)	(0.94,0,0)
l_7	(0.64,0.26,0.32)	(0.54,0.36,0.42)	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.94,0,0)
l_8	(0.94,0,0)	(0.14,0.76,0.82)	(0.44,0.46,0.52)	(0.44,0.46,0.52)	(0.44,0.46,0.52)
l_9	(0.84,0.06,0.12)	(0.24,0.66,0.72)	(0.54,0.36,0.42)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)

Tabla 7: Imagen obtenida de cada elemento l_i del conjunto potencia a partir de los atributos b_i . (continuación). Fuente: Elaboración propia.

Parámetros	Tipo de procedimiento	Riesgo y complicaciones		Aceptación del paciente	
		Posibilidad de efectos secundarios	Riesgo de recidiva	Comodidad del paciente	Cumplimiento del paciente
	b4	b5		b6	
l_1	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)	(0.84,0.06,0.12)	(0.84,0.06,0.12)
l_2	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)	(0.84,0.06,0.12)	(0.84,0.06,0.12)
l_3	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.54,0.36,0.42)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)
l_4	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.54,0.36,0.42)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)
l_5	(0.84,0.06,0.12)	(0.64,0.26,0.32)	(0.74,0.16,0.22)	(0.64,0.26,0.32)	(0.64,0.26,0.32)
l_6	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)
l_7	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)	(0.84,0.06,0.12)	(0.84,0.06,0.12)
l_8	(0.24,0.66,0.72)	(0,0.96,1)	(0.14,0.76,0.82)	(0.24,0.66,0.72)	(0.34,0.56,0.62)
l_9	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.54,0.36,0.42)	(0.74,0.16,0.22)	(0.74,0.16,0.22)

Los resultados obtenidos del conjunto potencia indican que las técnicas o métodos presentan un grado de importancia entre *medio* a *muy no importante* (ver tabla 8). Esto se debe a que cada técnica o método es evaluado por cada parámetro b_i independientemente de la fase de la enfermedad. De hecho, esta imagen resultante define que cada l_i tiene un impacto y un grado de importancia neutrosófica según las fases en que se implementen. Por tanto, se debe hallar la imagen del conjunto potencia identificado en la función $F: (a_i \cap b_i)$ (ver tabla 9).

Tabla 8: Grado de importancia neutrosófica de cada técnica o método (según la tabla 1). Fuente: Elaboración propia.

l_n / b_n	$G: (b_1, b_2, \dots, b_n) \rightarrow P(l_n(x(d^0)))$	Posición
l_1	(0.54,0.36,0.42)	M
l_2	(0.54,0.36,0.42)	M
l_3	(0.24,0.66,0.72)	NI
l_4	(0.24,0.66,0.72)	NI
l_5	(0.14,0.76,0.82)	NI
l_6	(0.54,0.36,0.42)	M
l_7	(0.54,0.36,0.42)	M
l_8	(0,0.96,1)	MNI
l_9	(0.24,0.66,0.72)	NI

Tabla 9: Imagen obtenida del conjunto potencia a partir de la función $F: (a_i \cap b_i)$. Fuente: Elaboración propia.

Tratamientos	a_1		a_2		a_3
$G: (b_1, b_2, \dots, b_n)$	Gingivitis	Periodontitis leve	Periodontitis moderada	Periodontitis avanzada	Mantenimiento (post-tratamiento)
l_1	(0.74,0.16,0.22)	(0.84,0.06,0.12)	(0.74,0.16,0.22)	(0.24,0.66,0.72)	(0.14,0.76,0.82)
l_2	(0.64,0.26,0.32)	(0.74,0.16,0.22)	(0.44,0.46,0.52)	(0.14,0.76,0.82)	(0.84,0.06,0.12)
l_3	(0.14,0.76,0.82)	(0.14,0.76,0.82)	(0.34,0.56,0.62)	(0.64,0.26,0.32)	(0.14,0.76,0.82)
l_4	(0.14,0.76,0.82)	(0,0.96,1)	(0.24,0.66,0.72)	(0.54,0.36,0.42)	(0,0.96,1)
l_5	(0.34,0.56,0.62)	(0.34,0.56,0.62)	(0.44,0.46,0.52)	(0.14,0.76,0.82)	(0.34,0.56,0.62)
l_6	(0.44,0.46,0.52)	(0.44,0.46,0.52)	(0,0.96,1)	(0,0.96,1)	(0.54,0.36,0.42)
l_7	(0.34,0.56,0.62)	(0,0.96,1)	(0,0.96,1)	(0,0.96,1)	(0.44,0.46,0.52)
l_8	(0,0.96,1)	(0,0.96,1)	(0.64,0.26,0.32)	(0.94,0,0)	(0,0.96,1)
l_9	(0,0.96,1)	(0.54,0.36,0.42)	(0.54,0.36,0.42)	(0.44,0.46,0.52)	(0.24,0.66,0.72)

Análisis de los resultados: En la tabla 9 se observa que para cada fase de la enfermedad a_i y para cada parámetro b_i se ha obtenido un nivel de pertenencia para cada tratamiento del conjunto potencia resultante. Por ejemplo, el tratamiento raspado y alisado radicular (RPA) e instrumentación ultrasónica (l_1 y l_2), obtuvieron una clasificación neutrosófica de *importante* en el tratamiento de la Gingivitis. Así como de tratamientos complementario a los probióticos orales, de modo que determinan el par o conjunto alternativo $\{\{l_1, l_2\}, l_6\}$ en el tratamiento de esta fase. Por consiguiente, para optimizar el tratamiento de la enfermedad periodontal en cada fase, se proponen las siguientes combinaciones técnicas que tratan tanto la eliminación del agente causal como la regeneración y estabilización de los tejidos (ver tabla 10).

Tabla 10: Combinación de técnicas por fase para optimizar el tratamiento. Fuente: Elaboración propia.

Fase	Objetivo	Conjunto alternativo	Combinación recomendada	Justificación
Gingivitis	Eliminar la acumulación de placa bacteriana y controlar la inflamación.	$\{\{l_1, l_2\}, l_6\}$	- Raspado y Alisado Radicular (RPA) + Instrumentación Ultrasónica - Probióticos orales como terapia coadyuvante para equilibrar el microbiota oral.	La combinación del RPA y la instrumentación ultrasónica asegura una limpieza de la placa bacteriana. Mientras que los probióticos refuerzan la defensa inmunológica bucal y reducen el riesgo de recidiva.
Periodontitis leve	Eliminar el biofilm subgingival y prevenir la progresión de la infección.	$\{\{l_1, l_2\}, l_9\}$	- Raspado y Alisado Radicular (RPA) + Instrumentación Ultrasónica - Terapia Fotodinámica (PDT) para destruir bacterias resistentes.	La PDT complementa al RPA y la instrumentación ultrasónica, aumentando la eliminación bacteriana en zonas de difícil acceso y mejorando la cicatrización.
Periodontitis moderada	Reducir la destrucción ósea y favorecer la regeneración periodontal.	$\{\{l_1, l_9\}, l_8\}$	- Raspado y Alisado Radicular (RPA) + Terapia Fotodinámica (PDT) - Injerto óseo en zonas con pérdida moderada de hueso.	Esta combinación permite controlar la infección activa y, simultáneamente, al regenerar el tejido óseo afectado.
Periodontitis avanzada	Restaurar los tejidos de soporte	$\{l_8, \{l_3, l_4\}\}$	Terapia Quirúrgica (Colgajo Periodontal) +	La cirugía de colgajo expone las áreas dañadas para una limpieza efectiva,

Fase	Objetivo	Conjunto alternativo	Combinación recomendada	Justificación
	y prevenir la pérdida dental.		Láser de Diodo para desinfección profunda	mientras que el láser y la RTG facilitan la regeneración controlada de tejidos.
			▪ Regeneración Tisular Guiada (RTG) con membranas biocompatibles para fomentar la reparación de los tejidos.	
Mantenimiento (post-tratamiento)	Controlar la acumulación de placa y prevenir la recidiva.	$\{l_2, l_6, l_7\}$	▪ Instrumentación Ultrasónica + Probióticos Orales	Esta combinación garantiza una limpieza eficaz sin dañar los tejidos, mientras que los probióticos ayudan a mantener un equilibrio bacteriano saludable.
			▪ Pulido con aire para reducir la formación de biofilm.	

4. Discusión

El presente estudio comparó la eficacia de la instrumentación ultrasónica y manual en el tratamiento de la periodontitis, al evidenciar sus respectivas ventajas y limitaciones. Se observó que el raspado y alisado radicular (RPA) es más efectivo cuando se realiza en dos sesiones dentro de un lapso menor a 48 horas, con el fin de evitar la contaminación cruzada. Este procedimiento ayuda a que las bacterias presentes en las bolsas periodontales se integren en el cemento radicular, el fluido crevicular y el epitelio, al dificultar así el control de la infección.

En cuanto a la eficacia temporal, se identificó que la instrumentación ultrasónica requiere menos tiempo que el método manual, lo que representa una ventaja significativa en la práctica clínica. Sin embargo, mientras que los raspadores manuales permiten una mayor eliminación de residuos en bolsas periodontales, los dispositivos ultrasónicos resultan más eficaces para acceder a estas zonas complejas y limpiar completamente las superficies radiculares, al superar en este aspecto a la técnica manual.

Ambos métodos, manual y ultrasónico, se han utilizado de forma combinada o independiente según el criterio del profesional tratante. No obstante, se identificó que la instrumentación ultrasónica presenta una desventaja asociada a la formación de aerosoles contaminados, al demandar medidas adicionales de bioseguridad en el entorno clínico.

Además de estos métodos convencionales, se exploraron alternativas terapéuticas complementarias para el control de la periodontitis. Entre ellas, el uso de láser ha demostrado ser una herramienta eficaz para reducir infecciones bacterianas, minimizar el sangrado, facilitar el acceso a estructuras anatómicas complejas y promover la regeneración tisular. Esta tecnología se destaca como una alternativa segura y precisa que contribuye al éxito del tratamiento periodontal.

Por otro lado, el empleo de nanopartículas metálicas, especialmente de oro y plata, ha mostrado resultados prometedores debido a su potente acción antibacteriana. Estas nanopartículas, al ser inyectadas en las encías afectadas, destruyen el ADN y las proteínas de las bacterias responsables de la enfermedad, al inhibir así el crecimiento microbiano y favorecer la recuperación del tejido periodontal.

Asimismo, se identificó que el uso de probióticos orales, en particular la cepa *Lactobacillus*, constituye una estrategia efectiva en terapias periodontales no quirúrgicas. La combinación de probióticos con el tratamiento mecánico periodontal ha demostrado reducir significativamente los signos inflamatorios en pacientes con gingivitis, al optimizar los resultados clínicos.

Los resultados de la modelación del Neutrosophic SuperHyperSoft Sets ha permitido una selección de los tratamientos más adecuados según la fase de la enfermedad periodontal, así como la integración de seis conjuntos alternativos a implementar. Sin embargo, se observa que el raspado y alisado radicular y la instrumentación ultrasónica se encuentra sugerido para fases iniciales y moderadas. Mientras que para la fase avanzada destacan técnicas quirúrgicas y láser, en cambio, para el mantenimiento, se recomienda la instrumentación ultrasónica.

5. Conclusión

La modelación basada en Neutrosophic SuperHyperSoft Sets ha permitido una selección objetiva de las técnicas terapéuticas más adecuadas según la fase de la enfermedad periodontal. En este sentido, se ha observado que el raspado y alisado radicular, junto con la instrumentación ultrasónica, son recomendados en fases iniciales y moderadas de la enfermedad. Para etapas avanzadas, se ha identificado que el uso de técnicas quirúrgicas y láser resulta más eficaz, mientras que la instrumentación ultrasónica destaca como la alternativa más efectiva durante la fase de mantenimiento. De hecho, la modelación ha identificado que los pares l_1 y l_2 se han observado como una herramienta clave en la gran mayoría de las fases de la enfermedad. Inclusive, se ha considerado que la combinación de ambas técnicas es más efectiva que su aplicación individual, ya que su uso conjunto optimiza la limpieza

de biopelículas y cálculos. Asimismo, se ha sugerido que el profesional valore la incorporación de terapias complementarias, como el láser, las nanopartículas metálicas, los probióticos y el pulido con aire, al contribuir al control eficaz de la enfermedad periodontal y a la reducción de la inflamación.

Referencias

- [1] C. Wen, X. Bai, J. Yang, S. Li, X. Wang, and D. Yang, "Deep learning based approach: automated gingival inflammation grading model using gingival removal strategy," *Scientific Reports*, vol. 14, no. 1, p. 19780, 2024. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-70311-y>.
- [2] A. Wilensky, N. Frank, G. Mizraji, D. Tzur, C. Goldstein, and G. Almozno, "Periodontitis and metabolic syndrome: statistical and Machine Learning Analytics of a nationwide study," *Bioengineering*, vol. 10, no. 12, p. 1384, 2023. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2306-5354/10/12/1384>.
- [3] Z. Cheng *et al.*, "Self - Assembled Eutectogel with Cell Permeation and Multiple Anti - Inflammatory Abilities for Treating Chronic Periodontitis," *Advanced Materials*, vol. 37, no. 3, pp. 1-5, 2025. [Online]. Available: <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/adma.202412866>.
- [4] F. Teles *et al.*, "Gingival Crevicular Fluid Biomarkers During Periodontitis Progression and After Periodontal Treatment," *Journal of clinical periodontology*, vol. 52, no. 1, pp. 40-55, 2025. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jcpe.14061>.
- [5] R. Puglisi, A. Santos, A. Pujol, M. Ferrari, J. Nart, and A. Pascual, "Clinical comparison of instrumentation systems for periodontal debridement: a randomized clinical trial," *International Journal of Dental Hygiene*, vol. 20, no. 2, pp. 328-338, 2022. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/idh.12520>.
- [6] J. Perussolo, N. Cavalli, E. Calciolari, M. Goldoni, and N. Donos, "Clinical efficacy of hand and power-driven instruments for subgingival instrumentation during periodontal surgical therapy: a systematic review," *Clinical Oral Investigations*, vol. 27, no. 1, pp. 1-13, 2023. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-022-04759-5>.
- [7] N. Kaur, "Analysing periodontal treatment modalities: clinical outcome, time efficiency, and cost," *British dental journal*, vol. 234, no. 7, p. 514, 2023. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41415-023-5742-8>.
- [8] U. Ayub, F. Pisani, Z. Qayyum, S. A. Malik, and S. Khan, "Non-surgical periodontal Therapy-A beginning," *Journal of Women Medical & Dental College*, vol. 1, no. 2, pp. 37-42, 2022. [Online]. Available: <https://clock.uclan.ac.uk/44224/>.
- [9] C. A. Figueredo, R. Q. Catunda, M. P. Gibson, P. W. Major, and F. T. Almeida, "Use of ultrasound imaging for assessment of the periodontium: A systematic review," *Journal of Periodontal Research*, vol. 59, no. 1, pp. 3-17, 2024. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jre.13194>.
- [10] Y. Yan, Y. Zhan, X. e. Wang, and J. Hou, "Clinical evaluation of ultrasonic subgingival debridement versus ultrasonic subgingival scaling combined with manual root planing in the treatment of periodontitis: study protocol for a randomized controlled trial," *Trials*, vol. 21, no. 113, pp. 1-7, 2020. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1186/s13063-019-4031-y>.
- [11] S. Sabatini *et al.*, "Effectiveness of Ultrasonic and Manual Instrumentation in Nonsurgical Periodontal Therapy: Are Additional Therapies More Effective? A Systematic Review," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 5, p. 1950, 2024. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/5/1950>.
- [12] D. Pal, F. Nasim, H. Chakrabarty, and A. Chakraborty, "Non Surgical Periodontal Therapy: An evidence-based perspective," *J. Dent. Panacea*, vol. 3, no. 2, pp. 1-4, 2021. [Online]. Available: <https://www.jdentalpanacea.org/html-article/14539>.
- [13] D. J. Coluzzi, A. Aoki, and N. Chiniforush, "Non-surgical laser therapy for periodontal and peri-implant disease," *Clinical Dentistry Reviewed*, vol. 6, no. 1, p. 6, 2022. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s41894-022-00120-x>.
- [14] Z. Lin, F. J. Strauss, N. P. Lang, A. Sculean, G. E. Salvi, and A. Stähli, "Efficacy of laser monotherapy or non-surgical mechanical instrumentation in the management of untreated periodontitis patients. A systematic review and meta-analysis," *Clinical oral investigations*, vol. 25, no. November pp. 375-391, 2021. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-020-03584-y>.
- [15] K. Nasiri *et al.*, "Recent advances in metal nanoparticles to treat periodontitis," *Journal of nanobiotechnology*, vol. 21, no. 1, p. 283, 2023. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12951-023-02042-7>.
- [16] W. Van Holm *et al.*, "Antimicrobial potential of known and novel probiotics on in vitro periodontitis biofilms," *NPJ biofilms and microbiomes*, vol. 9, no. 1, p. 3, 2023. [Online]. Available: <https://www.nature.com/articles/s41522-023-00370-y>.
- [17] F. Smarandache, "Soft set product extended to hypersoft set and indeterminsoft set cartesian product extended to indeterminhypersoft set," *Journal of fuzzy extension and applications*, vol. 3, no. 4, pp. 313-316, 2022. [Online]. Available: https://www.journal-fea.com/article_157982.html.

- [18] F. Smarandache, "Foundation of the SuperHyperSoft Set and the Fuzzy Extension SuperHyperSoft Set: A New Vision," *Neutrosophic Systems with Applications*, vol. 11, no. November, pp. 48-51, 2023. [Online]. Available: <https://sciencesforce.com/index.php/nswa/article/view/172>.
- [19] E. González Caballero, M. Leyva Vázquez, and F. Smarandache, "On neutrosophic uninorms," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 45, no. 2021, pp. 340-348, 2021. [Online]. Available: https://digitalrepository.unm.edu/nss_journal/vol45/iss1/22.
- [20] de León, E. R., Marqués, L. L., Poleo, A., & von Feigenblatt, O. F. "El estilo del liderazgo educativo en el proceso de enseñanza: una revisión de la literatura". In *Anales de la Real Academia de Doctores*. vol. 9, num. 2, pp. 289-308, 2024
- [21] Márquez Carriel, D. C., Oña Garcés, L., Vergara Romero, A., & Márquez Sánchez, F. "Assessing the need for a feminist foreign policy in Ecuador through a sentiment analysis based on neutroAlgebra". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 71, num. 1, pp. 16, 2024.
- [22] Romero, A. V., Sánchez, F. M., & Estupiñán, C. P. "Inteligencia artificial en gestión hotelera: aplicaciones en atención al cliente". *El patrimonio y su perspectiva turística*, pp. 409-423, 2024.
- [23] von Feigenblatt, O. F. "Research Ethics in Education. In *Ethics in Social Science Research: Current Insights and Practical Strategies*", pp. 97-105. Singapore: Springer Nature Singapore, 2025.
- [24] von Feigenblatt, O. F. "Immediacy and Sustainable Development: The Perspective of Youth". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, vol. 19, num 2, 2024
- [25] Vásquez, Á. B. M., Carpio, D. M. R., Faytong, F. A. B., & Lara, A. R. "Evaluación de la satisfacción de los estudiantes en los entornos virtuales de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes". *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2024.
- [26] Vergara-Romero, A., Macas-Acosta, G., Márquez-Sánchez, F., & Arencibia-Montero, O. "Child Labor, Informality, and Poverty: Leveraging Logistic Regression, Indeterminate Likert Scales, and Similarity Measures for Insightful Analysis in Ecuador". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol 66, pp 136-145, 2024

Recibido: febrero 28, 2025. Aceptado: marzo 19, 2025