



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: X

Número: Edición Especial.

Artículo no.:7

Período: Diciembre 2022.

TÍTULO: Una revisión sistemática de la aplicación de la inteligencia artificial en la implantología.

AUTORES:

1. Esp. Nathalie Steffy Ponce Reyes.
2. Esp. Myrian Margarita Grijalva Palacios.
3. Esp. Paulo Roberto Navas Boada.

RESUMEN: La investigación explica la aplicación de la inteligencia artificial, la cual ayuda a mejorar las técnicas de aplicación de un implante dental. Se usó la investigación documental, recolectando datos mediante el método de registro descriptivo y se analizaron con una técnica de análisis de contenido. El análisis bibliométrico ayudó a realizar la búsqueda de información en tres bases de datos: Scopus, Pubmed y World of Science. El trabajo está integrado por investigaciones que analizaron los modelos de inteligencia artificial, que reconocen el tipo de implante a ser usado. Se concluyó, que se desarrollaron modelos de inteligencia artificial que mejoran la tensión de la conexión implante-hueso, además de optimizar la porosidad, la longitud y el diámetro de los implantes dentales.

PALABRAS CLAVES: modelos, implante dental, inteligencia artificial, aplicación, tipos de implante.

TITLE: A systematic review of the application of artificial intelligence in implantology.

AUTHORS:

1. Spec. Nathalie Steffy Ponce Reyes.
2. Spec. Myrian Margarita Grijalva Palacios.
3. Spec. Paulo Roberto Navas Boada.

ABSTRACT: The research explains the application of artificial intelligence, which helps improve the application techniques of a dental implant. Documentary research was used, collecting data through the descriptive registration method and analyzed with a content analysis technique. The bibliometric analysis helped to search for information in three databases: Scopus, Pubmed and World of Science. The work is made up of research that analyzed artificial intelligence models, which recognize the type of implant to be used. It was concluded that artificial intelligence models were developed that improve the tension of the implant-bone connection, in addition to optimizing the porosity, length and diameter of dental implants.

KEY WORDS: models, dental implant, artificial intelligence, application, types of implant.

INTRODUCCIÓN.

Varios conocimientos de la ciencia en ingeniería han sido influenciados por la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático. Aunque la IA es un término general que se utiliza para el estudio desarrollo e investigación de cualquier sistema informático que muestra un "comportamiento inteligente " (Park & Park, 2018), el aprendizaje automático es una rama especial que proviene de la IA en la que el sistema tiene un patrón de aprendizaje estadístico, específico, para predecir el comportamiento de nuevas muestras de datos.

En la IA normalmente, se tratan "agentes inteligentes", que tienen tanto flexibilidad como autonomía de acción (Hadj et al., 2020). Como ejemplos de sistemas de IA son los sistemas expertos, los métodos de reducción de la dimensionalidad, y modelos probabilísticos que captan

algún aspecto importante del conjunto de datos. De ellos, los sistemas de aprendizaje automático ofrecen una extensa variedad de algoritmos y métodos especialmente adecuados para tareas de predicción complejas entrenando a los algoritmos para que reconozcan y capturen patrones estadísticos en un conjunto de datos (Karl & Irastroza-Landa, 2018).

El objetivo principal del aprendizaje automático es reconocer patrones similares en nuevos datos de prueba, para diversas aplicaciones, como la clasificación, la regresión y la agrupación. En los algoritmos de aprendizaje automático se utilizan dos tipos distintos de aprendizaje automático: supervisado y no supervisado (Baştanlar & Özuysal, 2014).

Tareas como la clasificación (determina la categoría de un punto de datos dado) y la regresión (encontrar una relación numérica entre un conjunto de variables independientes y dependientes) se consiguen normalmente a través de un entrenamiento supervisado, en el que el modelo de aprendizaje se alimenta de un conjunto de pares de datos de entrenamiento. Tareas como la agrupación y la reducción de la dimensionalidad; sin embargo, suelen realizarse mediante un entrenamiento no supervisado, en el que el objetivo es simplemente capturar las características importantes en un conjunto de datos (El-Hassoun et al., 2019).

Una clase especial de aprendizaje automático, que se ha hecho de mayor conocimiento recientemente, es el aprendizaje profundo, que es una metodología de avanzada basada en redes neuronales artificiales. El aprendizaje profundo ha encontrado aplicaciones en la ingeniería, la atención sanitaria y el análisis de datos en general, debido a su excepcional capacidad de generalización. En este artículo, se ofrece una revisión detallada de una amplia variedad de métodos de aprendizaje automático aplicados a la Implantología Dental.

Se han desarrollado diferentes modelos de Inteligencia Artificial (IA) para el reconocimiento de imágenes del tipo de implante, utilizando las diferentes técnicas radiográficas periapicales y panorámicas; además, los modelos de IA también han utilizado radiografías dentales para

diagnosticar diferentes lesiones, como la enfermedad periodontal o la caries dental; asimismo, se han descrito aplicaciones de la IA para desarrollar modelos de predicción que determinen el éxito de la osteointegración o el pronóstico de los implantes.

Este estudio tiene como objetivo analizar el rendimiento de los modelos de IA en la Implantología para identificar el tipo de implante mediante el uso de radiografías periapicales y panorámicas, desarrollar modelos de predicción de la osteointegración, y predecir el éxito de los implantes, así como diseños de implantes, para lo cual se acude a la revisión sistemática con las diferentes técnicas de recolección de datos con el análisis de contenidos, documental y bibliométrico.

DESARROLLO.

Materiales y métodos.

La metodología empleada fue la modalidad cualitativa con el estudio de caso (método que permite profundizar en el abordaje del objeto de investigación), la técnica de recolección de datos fue el análisis documental y el análisis bibliométrico descriptivo en las tres bases de datos académicas que fueron: Scopus, Pubmed, Web of Science. La técnica de análisis de datos empleada fue el análisis de contenido. Los términos de búsqueda se realizaron usando descriptores como recolección de datos, análisis de contenidos, e investigación cualitativa. La selección se estableció a partir de criterios específicos, el año de estudio establecido fue 5 años (2018-2022).

Los instrumentos utilizados fueron registros descriptivos y matrices de contenido que permitieron desarrollar los siguientes indicadores: artículos relacionados a la inteligencia artificial en implantología, el tipo de investigación, la técnica y herramienta de recolección de datos, el método de recolección de datos, y el año de publicación. El corpus documental se integró a 206 artículos, basados en las publicaciones relacionadas al periodo del 2018 al 2022.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda en Pubmed, número de artículos encontrados: 43.

Términos de búsqueda en PubMed NCBI Año 2018 – 2022
1. Implant-supported, Alveolar bone loss.
2. Dentistry, Machine Intelligence, NeuralNetworks, Computer.
3. Implantología, hueso alveolar, osteointegración.

Tabla 2. Estrategia de búsqueda en Scopus, número de artículos encontrados: 61.

Términos de búsqueda en Scopus Año 2018 –2022
1. Computer Reasoning, Natural Language Processing.
2. Dentistry, Dental, Health Education, Dental Materials, Computational Intelligence.
3. Inteligencia artificial, implantología, implante dental.

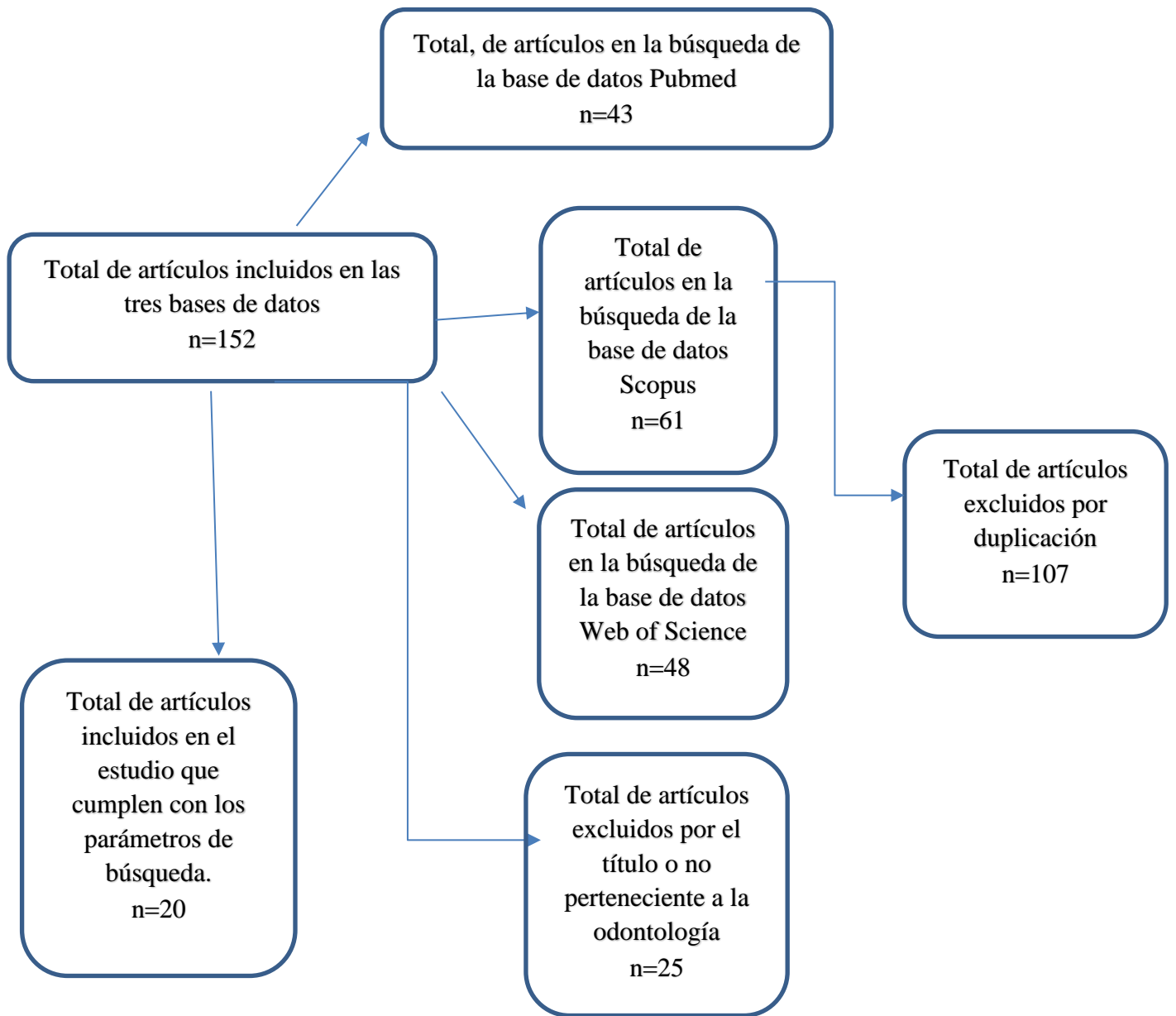
Tabla 3. Estrategia de búsqueda en Web of Science, número de artículos encontrados: 48.

Términos de búsqueda en Web of Science Año 2018 – 2022
1. Dental implants, dental prostheses implant supported
2. Dentistry, Education, Dental, teeth
3. Inteligencia artificial, hueso alveolar, inteligencia computadora

Resultados.

La siguiente figura detalla los resultados obtenidos una vez seleccionados y analizados 152 artículos de investigaciones realizadas en diferentes países y bases de datos, que se publicaron en el periodo del 2018-2022.

Figura 1. Esquema del proceso de búsqueda y resultados.



Como se observa en la figura 1, lo que se caracteriza son las técnicas de recolección y análisis de datos, en el cual predomina en el artículo con la búsqueda de las tres bases de datos combinadas, que dio como resultado 152 artículos, de los cuales se excluyeron 107 por estar duplicados.

Durante la búsqueda por el encabezado (Inteligencia artificial en Implantología), se excluyeron otros 25 artículos, porque no cumplían los criterios de inclusión para esta revisión y abarcaban otras diferentes ramas como la medicina y otras cátedras como la robótica y avances tecnológicos.

En total se incluyeron 20 artículos en esta revisión sistemática para la síntesis cualitativa.

Tabla 4. Distribución de artículos encontrados relacionados a la Inteligencia Artificial (IA) en la especialidad de Implantología.

Número de Artículos	Tipo de Implantes (IA)	Modelos de Predicción (IA)	Optimización en los diseños de Implantes (IA)	Referencias Bibliográficas (2018–2022)
7	X			(Park et al., 2018) (Hung et al., 2020) (El-Hassoun et al., 2019) (Roy et al., 2018) (Li et al., 2019) (Liu et al., 2018) (Karl & Irastorza-Landa, 2018)
7		X		(Zhang et al., 2020) (Yang et al., 2018) (Lee & Jeong, 2020) (Chang et al., 2020) (Takahashi et al., 2020) (Hadj et al., 2020) (Liu et al., 2018)
6			X	(Jaskari et al., 2020) (Li et al., 2019) (Liu et al., 2018) (Faes et al., 2019) (Cha et al., 2021)

Como se observa en la tabla 4, lo que caracteriza a la técnica de recolección y análisis de los contenidos, el resultado que se obtuvo fue de 20 artículos en el corpus, el análisis bibliométrica y el análisis documental de los artículos con criterios de inclusión tanto como periodo de publicación y título referente a la Inteligencia Artificial en la especialidad de Implantología odontológica, con la distribución de los resultados de la siguiente manera: Tipo de Implantes (IA) (7) artículos que hacen

referencia a la identificación del tipo de implante mediante el uso de radiografías periapicales y panorámicas; Modelos de Predicción (IA) (7) artículos con criterios de investigación parecen coincidir en la aplicabilidad de los modelos de IA para mejorar la tensión en la interfaz implante-hueso; la predicción de la colocación de los implantes sí fue un fracaso o un éxito, y en la optimización en los diseños de Implantes(IA) (6) artículos que hacen su estudio específicamente en la porosidad, longitud, y el diámetro en la interfaz implante-hueso.

Discusión.

Esta investigación tuvo como objetivo el estudio de la revisión sistemática con las diferentes técnicas de recolección de datos, con el análisis de contenidos documental y bibliométrico para desarrollar un conocimiento general de las diferentes iniciativas de la inteligencia artificial empleada en la especialidad de la Implantología, abordando en el tipo de implante, modelos de predicción y la optimización en los diseños a nivel de la interfaz implante hueso.

El número de publicaciones que utilizan tipos de implantes con IA para aplicaciones en la especialidad de Implantología se investiga desde el año 2018 hasta el año 2022, en el cual en el presente estudio tuvo los criterios de inclusión de 7 artículos.

Clasificar el tipo de implante en las radiografías periapicales con gran precisión es importante para el mantenimiento, especialmente cuando no se dispone de registros médicos precisos; sin embargo, este ejercicio no se ha intentado debido a las dificultades en el procesamiento de imágenes y la extracción de características.

Este estudio muestra que un algoritmo de aprendizaje profundo puede resolver este problema mediante el aprendizaje de características en un estilo de extremo a extremo utilizando datos de imágenes de entrenamiento y sin la necesidad de un preprocesamiento de imágenes complicado. Además, las interpretaciones visuales por parte de las redes proporcionan una explicación razonable de la alta precisión obtenida por los modelos de aprendizaje profundo.

Se podría conducir al desarrollo de un software de diagnóstico y clínicamente útil para las complicaciones relacionadas con los implantes. También es muy importante identificar con precisión el diámetro del implante, porque este parámetro está estrechamente relacionado con el tipo de conexión del implante.

Los implantes pueden tener una gran variedad de conexiones en función del diámetro, y como son muy diferentes (dependiendo del sistema de implante), pueden tener conexiones estrechas, regulares o anchas, lo que está estrechamente relacionado con la compatibilidad de los componentes del sistema de prótesis de implante (Karl & Irastorza-Landa, 2018). Si se desarrolla una red que clasifique con precisión el diámetro del implante, se podrá identificar automáticamente el sistema de implantes y se podrá saber qué componentes deben prepararse para su reparación y mantenimiento cuando se produzcan complicaciones mecánicas.

Los implantólogos también podrán obtener información sobre otros sistemas de implantes que sean compatibles con el sistema empleado, y aunque actualmente sea difícil obtener información sobre un sistema de implantes, debido a la suspensión de la producción y venta, se puede establecer un sistema que ayude a los clínicos a obtener y responder fácilmente a la información proporcionada.

Todos los artículos seleccionados desarrollaron una red neuronal convolucional (CNN) de un algoritmo de red neuronal profunda para reconocimiento y clasificación de imágenes, utilizando como entrada datos radiográficos como imágenes periapicales y panorámicas (Hadj et al., 2020) o el tipo de datos radiográficos.

Las comparaciones de eficacia entre los diferentes modelos de IA utilizados son difíciles, debido a la entrada de datos o a los métodos utilizados en los estudios aplicados. Aunque cada estudio intentó estandarizar los datos radiográficos, se identificaron diferencias entre los estudios, incluyendo la geometría de la proyección, los factores de exposición, el contraste de la película y la velocidad de la película. Además, las variaciones en la información radiográfica difieren entre los

estudios revisados en los que el implante por sí mismo posee (un tornillo o un pilar de cicatrización) o con la parte protésica era visible en las imágenes radiográficas; por lo tanto, las comparaciones entre los estudios son difíciles.

Todos los estudios revisados que desarrollaron modelos de IA para el reconocimiento del tipo de implante utilizaron radiografías bidimensionales (2D) (panorámicas y periapicales) como conjunto de datos de entrada. Se han dedicado y entrenado diversas arquitecturas de CNN profundas, y se han dedicado y entrenado, utilizando imágenes tomográficas computarizadas tridimensionales (3D) (Jaskari et al., 2020).

Las imágenes bidimensionales que incluyen radiografías periapicales y panorámicas están más distorsionadas que las imágenes tridimensionales. Aunque los clínicos normalmente obtienen radiografías periapicales para la evaluación radiográfica de los implantes dentales, la inclusión de imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) podría ayudar en el desarrollo de la IA para el reconocimiento de los tipos de implantes dentales. Todos los estudios incluidos utilizaron imágenes de tomografía computarizada de haz cónico para desarrollar el modelo de Inteligencia Artificial.

Teniendo en cuenta la variedad de tipos de implantes disponibles en el mercado, 10 tipos de implantes limitados fueron analizados en diferentes estudios revisados. Además, los diseños de los implantes pueden ser diferentes entre sí, lo que facilita el reconocimiento de la IA entre los distintos tipos de implantes analizados en un estudio, mientras que otros diseños de implantes son similares, lo que puede requerir una base de datos lo suficientemente grande como para entrenar el modelo de IA para diferenciarlos; sin embargo, el resultado global de la precisión de los modelos de IA desarrollados en el diferencial de los estudios revisados oscilaron entre el 93,8% y el 98% (Takahashi et al., 2020).

Lee y Jeong utilizaron un conjunto de datos de 10.770 imágenes radiográficas de 3 tipos de implantes diferentes para entrenar un modelo de CNN profunda. Los autores compararon las capacidades de reconocimiento de implantes de los clínicos (periodoncias certificadas y el modelo de IA) y de la imagen radiográfica periapical, panorámica o ambas imágenes. La precisión en el reconocimiento de los implantes tuvo variaciones entre los 3 tipos de implantes probados, pero la especificidad y la sensibilidad cuando se utilizaron imágenes periapicales y panorámicas, tanto para el modelo de IA como para las periodoncias (Lee et al., 2020).

Una de las limitaciones actuales en la implantología es la ausencia de registros de datos disponibles que pueden facilitar la IA del desarrollo de modelos y entrenamiento en el reconocimiento de implantes; sin embargo, la aplicabilidad clínica de una aplicación de IA de este tipo ayudaría a los implantólogos que intenten colocar un implante desconocido. Además, los implantólogos que tienen menos experiencia en la práctica de la colocación de implantes puede obtener ayuda, utilizando un software de reconocimiento de implantes.

En el número de publicaciones que utilizan modelos de IA para aplicaciones de odontología de implantes, un total de 7 artículos incluidos en esta investigación pretendían desarrollar modelos de IA para predecir el éxito de los implantes, utilizando un mayor número de modelos de IA en comparación con la aplicación de IA de reconocimiento de implantes, el cual ha aumentado notablemente desde el año 2018 hasta el año 2022.

Los modelos de IA utilizados con mayor frecuencia fueron de análisis de regresión (clasificación de máquinas de vectores de apoyo), de decisión, de la regresión logística y las redes neuronales de clasificación (Zhang et al., 2020); sin embargo, debido a la gran variación de las metodologías entre los distintos estudios, las comparaciones entre los resultados obtenidos son difíciles.

Los modelos de predicción se basan en la agrupación de datos que investigan las propiedades estructurales de la red de datos generada por exhaustivas relaciones de variables demográficas,

radiográficas y clínicas; por lo tanto, el algoritmo de predicción de la IA se construye a partir de los datos de entrada proporcionados.

La mayoría de los estudios incluidos utilizaron datos demográficos, condiciones físicas e intraorales, estilo de vida anatómica de la zona que recibe el implante, la colocación con o sin procedimientos de injerto óseo, niveles óseos alrededor del implante medidos mediante radiografías periapicales, o las características de la prótesis. La dificultad de obtener datos para desarrollar y entrenar modelos de IA es un reto para los investigadores de los modelos de IA en la odontología de implantes.

Tres artículos incluidos en el estudio aplicaron modelos de IA para la optimización del diseño de implantes mediante métodos de análisis de elementos finitos (FEA). Li et al. (2019) sustituyeron el modelo FEA con un algoritmo de IA para calcular la tensión en la interfaz implante-hueso, considerando 3 variables de diseño del implante, a saber, la longitud del implante, la longitud de la rosca y el paso de rosca. En el presente estudio se incluyen publicaciones que utilizan la optimización de IA en los diseños de implantes a nivel de la interfaz implante hueso para aplicaciones en la odontología. Se incluyeron un total de 6 artículos en esta investigación.

El modelo de IA buscaba optimizar las variables de diseño del implante para minimizar la tensión en la interfaz implante-hueso. Los resultados de este estudio mostraron una reducción del 36,6% de la tensión en la interfaz implante-hueso en comparación con el modelo de AEF. Roy et al. (2018) se propusieron optimizar la porosidad, la longitud y el diámetro del implante, utilizando una red neuronal artificial (RNA) combinada con algoritmos genéticos sustituyendo los cálculos de los elementos finitos.

El algoritmo de IA propuesto fue de calcular con precisión el módulo elástico de la interfaz implante-hueso. Todos los estudios coincidieron en la aplicabilidad de los modelos de IA para optimizar el diseño de los implantes; sin embargo, es necesario seguir investigando para mejorar los

cálculos de IA en el diseño de implantes y evaluar los resultados en estudios in vitro, animales y clínicos.

Las direcciones futuras en la odontología de implantes podrían combinar los escaneos CBCT con los datos de las imágenes radiográficas para datos y aumentar la precisión del reconocimiento del tipo de implantes. La implementación de una clase especial de aprendizaje profundo, como el aprendizaje de un disparo y el aprendizaje de que requieren menos puntos de datos que los modelos de redes neuronales podrían facilitar la implementación de modelos de IA para aplicaciones en la Implantología. Además, la estandarización de datos podría aumentar la precisión de los modelos de IA para identificar el tipo de implante o predecir éxito de los implantes. La disponibilidad de conjuntos de datos abiertos fomentará el crecimiento de los modelos de IA.

En el futuro, la red debería ser capaz no sólo de clasificar los tipos de implantes, sino también sus diámetros y longitudes. Si se puede detectar automáticamente la longitud del implante, se podrá comprobar fácilmente el grado de pérdida de hueso marginal alrededor del implante, lo que a su vez puede conducir al desarrollo de un algoritmo para estimar la salud y el pronóstico del implante, así como para diagnosticar la perimplantitis (Karl & Irastorza-Landa, 2018).

CONCLUSIONES.

La Inteligencia Artificial (IA) se viene practicando ampliamente en la Odontología con resultados exitosos, ya que la toma de decisiones es un aspecto imprescindible en las diferentes especialidades, como lo es la Implantología dental. Estas investigaciones tienen la ventaja de mejorar los errores en las diferentes técnicas empleadas por el Odontólogo, demostrando excelentes resultados.

Según los estudios incluidos en el presente artículo, los modelos de IA desarrollados para reconocer el tipo de implante mediante imágenes radiográficas periapicales o panorámicas (2D) fueron los más desarrollados en su aplicación a la IA en la implantología, obteniendo una precisión general de los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones.

Los modelos de Inteligencia Artificial tienen el potencial de reconocer el tipo de implante, predecir el éxito de los implantes utilizando factores de riesgo del paciente, criterios odontológicos, y optimizar los diseños de los implantes, pero todavía se están desarrollando y precisando sus rangos de error, con su aplicación en la colocación de implantes, la eficacia y la fiabilidad de los modelos de IA antes de recomendarlos para su ejecución en la práctica clínica.

Los estudios que desarrollaren modelos de IA para optimizar diseños de implantes parecen coincidir con la aplicabilidad de los modelos de IA que mejoran los diseños de los implantes, minimizando la tensión, y se obtiene precisión y determina el módulo elástico de la interfaz implante-hueso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Baştanlar, Y., & Özuysal, M. (2014). Introduction to machine learning. *miRNomics: MicroRNA biology and computational analysis*, 105-128.
2. Cha, J., Yoon, H., Yeo, I., Huh, K., & Han, J. (2021). Peri-implant bone loss measurement using a region-based convolutional neural network on dental periapical radiographs. *Journal of Clinical Medicine*, 10(5), 1009.
3. Chang, H., Lee, S., Yong, T., Shin, N., Jang, B, Kim, J.,& Yi, W. J. (2020). Deep learning hybrid method to automatically diagnose periodontal bone loss and stage periodontitis. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.
4. El-Hassoun, O., Maruscakova, L., Valaskova, Z., Bucova, M., Polak, S., & Hulin, I. (2019). Artificial intelligence in service of medicine. *Bratislavske Lekarske Listy*, 120(3), 218-222.
<https://europepmc.org/article/med/31023041>
5. Faes, L., Wagner, S. K., Fu, D. J., Liu, X., Korot, E., Ledsam, J. R., ... & Keane, P. A. (2019). Automated deep learning design for medical image classification by health-care professionals with no coding experience: a feasibility study. *The Lancet Digital Health*, 1(5), e232-e242.

6. Hadj, M., Le, M., Catherine, J., & Lan, R. (2020). Development of an Artificial Intelligence Model to Identify a Dental Implant from a Radiograph. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 35(6), 1077-108
7. Hung, K., Montalvao, C., Tanaka, R., Kawai, T., & Bornstein, M. M. (2020). The use and performance of artificial intelligence applications in dental and maxillofacial radiology: A systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, 49(1), 20190107.
<https://www.birpublications.org/doi/epub/10.1259/dmfr.20190107>
8. Jaskari, J., Sahlsten, J., Järnstedt, J., Mehtonen, H., Karhu, K., Sundqvist, O., ... & Kaski, K. (2020). Deep learning method for mandibular canal segmentation in dental cone beam computed tomography volumes. *Scientific reports*, 10(1), 1-8.
9. Karl, M., & Irastorza-Landa, A. (2018). In Vitro Characterization of Original and Nonoriginal Implant Abutments. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 33(6), 1229-1239.
10. Lee, J., & Jeong, S. (2020). Efficacy of deep convolutional neural network algorithm for the identification and classification of dental implant systems, using panoramic and periapical radiographs: A pilot study. *Medicine*, 99(26).
11. Li, H., Shi, M., Liu, X., & Shi, Y. (2019). Uncertainty optimization of dental implant based on finite element method, global sensitivity analysis and support vector regression. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 233(2), 232-243.
12. Li, H., Shi, M., Liu, X., & Shi, Y. (2019). Uncertainty optimization of dental implant based on finite element method, global sensitivity analysis and support vector regression. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 233(2), 232-243.

13. Liu, C., Lin, C., Hu, Y., & You, Z. (2018). Predicting the failure of dental implants using supervised learning techniques. *Applied Sciences*, 8(5), 698. <https://www.mdpi.com/2076-3417/8/5/698>
14. Park, W., & Park, J. (2018). History and application of artificial neural networks in dentistry. *European journal of dentistry*, 12(04), 594-601. https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.4103/ejd.ejd_325_18.pdf
15. Roy, S., Dey, S., Khutia, N., Chowdhury, A. R., & Datta, S. (2018). Design of patient specific dental implant using FE analysis and computational intelligence techniques. *Applied Soft Computing*, 65, 272-279.
16. Takahashi, T., Nozaki, K., Gonda, T., Mameno, T., Wada, M., & Ikebe, K. (2020). Identification of dental implants using deep learning—pilot study. *International journal of implant dentistry*, 6(1), 1
17. Yang, H., Liang, K., Zhang, L., Kang, K., & Xing, Y. (2018). Improve 3D cone-beam CT reconstruction by slice-wise deep learning. In *2018 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Proceedings (NSS/MIC)* (pp. 1-3). IEEE.
18. Zhang, H., Shan, J., Zhang, P., Chen, X., & Jiang, H. (2020). Trabeculae microstructure parameters serve as effective predictors for marginal bone loss of dental implant in the mandible. *Scientific reports*, 10(1), 1-9.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Nathalie Steffy Ponce Reyes.** Especialista en Odontología. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes Ibarra, Ecuador. E-mail: ui.nathaliepr73@uniandes.edu.ec
2. **Myrian Margarita Grijalva Palacios.** Especialista en Endodoncia. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes Ibarra, Ecuador. E-mail: ui.miryangp00@uniandes.edu.ec

3. Paulo Roberto Navas Boada. Especialista en Medicina Critica y Terapia Intensiva. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes Ibarra, Ecuador. E-mail: ui.paulonb61@uniandes.edu.ec

RECIBIDO: 28 de septiembre del 2022.

APROBADO: 11 de noviembre del 2022.