



**Herramientas de inteligencia artificial para la prevención de enfermedad gingival y  
periodontal: revisión de alcance**

**Leonardo González Lozada - Julio Andrés Pinzón Murillo**

**Código: 13272119563 - 13272115564**

**Universidad Antonio Nariño**

Facultad de Odontología

Ciudad, Colombia

2023



**Herramientas de inteligencia artificial para la prevención de enfermedad gingival y  
periodontal: revisión de alcance**

**Leonardo González Lozada - Julio Andrés Pinzón Murillo**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Especialista en Periodoncia**

Director (a):

Magister, Dr. Hernán Santiago Garzón

Línea de Investigación:

Salud Pública

Promoción y prevención

Grupo de Investigación:

Salud Oral

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Especialización de Periodoncia

Facultad de Odontología

Ciudad, Colombia

2023



## NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado: Herramientas de inteligencia artificial para  
la prevención de enfermedad gingival y periodontal:  
revisión de alcance, Cumple con los requisitos para optar  
Al título de Especialista en Periodoncia

---

Firma del Tutor

---

Firma Jurado

---

Firma Jurado

Bogotá, 30 de octubre del 2023

## Tabla de contenido

	Pág.
<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Planteamiento del problema .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>8</b>
Objetivo general .....	8
<b>3. Justificación.....</b>	<b>9</b>
<b>4. Marco Teórico .....</b>	<b>11</b>
4.1 Inteligencia artificial (IA).....	11
4.2 Enfermedad periodontal .....	30
4.2.1 Gingivitis .....	30
4.2.2 Periodontitis.....	31
4.3 Inteligencia artificial y periodoncia.....	32
<b>5 Metodología .....</b>	<b>37</b>
5.1 Tipo de estudio del proyecto de investigación .....	37
5.2 Procedimientos:.....	37
5.2.1 Construcción de algoritmos de búsqueda.....	37
5.2.2 Selección de Base de datos.....	38
5.2.3 Criterios de selección .....	38
5.2.4 Preguntas orientadoras .....	38
5.2.5 Elección de estudios .....	39
5.2.6 Análisis de datos; síntesis y difusión de los resultados .....	39
5.2.7 Aspectos Éticos de la Investigación .....	39
<b>6.1 Análisis de resultados .....</b>	<b>42</b>

<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>55</b>
<b>8. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>57</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Cantidad de artículos en base a los algoritmos seleccionados</i> .....	46
<b>Tabla 2.</b> <i>Matriz de recopilación de revisión sistemática de literatura</i> .....	428
<b>Tabla 3.</b> <i>Matriz de organización según preguntas orientadoras:</i> .....	423



## Lista de figuras

**Figura #1.** *Diagrama de flujo proceso de selección de artículos ....* **¡Error! Marcador no definido.**

**Figura #2.** *Herramientas de inteligencia artificial usadas en los artículos seleccionados*  
..... 59

*Leonardo González Lozada – Julio Andres Pinzón Murillo*

*El presente trabajo está dedicado a mi familia, a mis padres, a mis hermanos, a mis docentes, y a todas las personas que han sido parte fundamental para la redacción de esta narrativa, a todos ellos quienes con sus aportes y su apoyo me dieron grandes enseñanzas para sacar adelante este proyecto*

*No es cierto que la gente deje de perseguir  
sus sueños porque envejece, más bien envejece  
cuando deja de perseguir sus sueños*

*Gabriel García Márquez*



## **Agradecimientos**

Agradecemos a todas las personas que nos han colaborado, con cada aporte desde un principio, momento en el que inicio el proyecto de grado, cada asesoría, cada tutor, personalmente un especial agradecimiento a nuestra familia que, con su amor incondicional, de igual manera a cada docente que nos guiaba por medio de sus clases teórico-prácticas, todos ellos nos ayudaron a generar conocimientos, con el fin de que cada aprendizaje fuera aplicado al proyecto.



## Resumen

La enfermedad periodontal (EP) afecta los tejidos de soporte del diente y es la segunda enfermedad más prevalente de cavidad oral, después de la caries dental. Sin embargo, al ser una enfermedad de naturaleza multifactorial su control resulta ser un reto. La introducción de las herramientas de Inteligencia artificial (IA) en el mundo, han desarrollado modelos para diagnóstico e incluso tratamientos individualizados para la enfermedad gingival y periodontal. Sin embargo, no se conoce la utilización de IA para la prevención de la enfermedad, puede llegar a tener un impacto aún mayor sobre la presentación de la enfermedad. Objetivo: Conocer el estado de publicación y la evidencia científica relacionada con herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la prevención individual de la enfermedad periodontal. Materiales y métodos: Se encontró una totalidad de 1537 artículos en las bases de datos, estos siendo de PubMed un total de 523 y de ScienceDirect 1014. Búsqueda realizada con los siguientes términos MESH: “periodontics”, “artificial intelligence”, “prevention”, “caries”, “tooth brush” “dentistry”. Se utilizarán los operadores booleanos AND – OR- NOT. Posteriormente se descartaron artículos duplicados y artículos que no tuvieran relación al tema del estudio, esto hecho con la herramienta *rayyan*. Resultados: En consecuencia, a la recopilación de información correspondiente al scoping review se obtiene un total de 13 documentos publicados entre el año 2019 al 2023. Conclusiones: A pesar de los desafíos identificados, como lo es la calidad de los datos y la interpretación clínica, el uso de inteligencia artificial ofrece ventajas significativas en la eficiencia y la atención a los pacientes, representando avances tecnológicos prometedores en la gestión de la atención odontológica moderna.

**Palabras clave:** *Artificial intelligence, periodontics, prevention, caries, tooth brush, dentistry*





## Abstract

Periodontal disease (PD) affects the supporting tissues of the tooth and is the second most prevalent disease of the oral cavity, after dental caries, having a high prevalence worldwide. The figures for PD in the world continue to attract attention, due to the fact that the generation of therapeutic programs has advanced considerably. However, being a disease of a multifactorial nature, its control turns out to be a challenge. The introduction of Artificial Intelligence (AI) tools in the world have developed models for diagnosis and even individualized treatments for gingival and periodontal disease. However, the use of AI for disease prevention may have an even greater impact on disease presentation. This can be very useful for the treating dentist-periodontist, since the AI can be aimed at educating the patient at any time or geographical location. Objective: To know the publication status and the scientific evidence related to artificial intelligence tools applied to the individual prevention of periodontal disease. Materials and methods: A total of 1537 articles were found in the databases, these being a total of 523 from PubMed and 1014 from ScienceDirect. Search carried out with the following MESH terms: "periodontics", "artificial intelligence", "prevention", "caries", "tooth brush" "dentistry". The boolean operators AND – OR- NOT will be used. Subsequently, duplicate articles and articles that were not related to the subject of the study were discarded, this was done with the *rayyan* tool. Results: Consequently, the collection of information corresponding to the scoping review resulted in a total of 13 documents published between 2019 and 2023. Conclusions: Despite the challenges identified, such as the quality of the data and the clinical interpretation, the use of artificial intelligence offers important advantages in efficiency and patient care, representing promising technological advances in the management of modern dental care.

**Keywords:** *Artificial intelligence, periodontics, prevention, caries, tooth brush, dentistry*

## Introducción

A nivel médico, la salud bucal se categoriza como un componente esencial para la calidad de vida y el bienestar de un individuo. La enfermedad periodontal (EP) afecta los tejidos de soporte del diente y es la segunda enfermedad más prevalente de cavidad oral, después de la caries dental; teniendo una prevalencia alta a nivel mundial principalmente en adultos jóvenes y adultos mayores (Nazir, 2017). Las cifras de EP en el mundo siguen llamando la atención, debido a que la generación de programas terapéuticos ha avanzado de forma considerable. Sin embargo, al ser una enfermedad de naturaleza multifactorial su control resulta ser un reto (Gutiérrez et al., 2022).

La periodoncia como especialidad odontológica se enfoca en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades de las encías y el hueso alveolar, es decir, todos los tejidos que soportan el diente. Para prevenir la pérdida de tejido de soporte de los dientes y mejorar la calidad de vida de los pacientes se debe realizar una detección temprana y un tratamiento oportuno (Albandar & Rams, 2002).

En este orden de ideas, la inteligencia artificial actualmente surge como una herramienta de interés en el abordaje de la prevención de la enfermedad periodontal por métodos más efectivos y personalizados, ya que, este instrumento ha demostrado la capacidad de análisis en grandes conjuntos de datos, la toma de decisiones informada y la identificación de patrones, facilitando no solo el proceso de detección temprana, sino también el seguimiento y mantenimiento de los tratamientos en los pacientes con enfermedad periodontal (Uzun Saylan et al., 2023; Vera et al., 2023).

Por esta razón, en la presente investigación se busca llevar a cabo una revisión de alcance con el propósito de investigar y analizar el estado actual de la aplicación de las herramientas de inteligencia artificial en la prevención de la enfermedad periodontal, el marco metodológico se puede encontrar en el capítulo de metodología donde por medio de la examinación de técnicas y algoritmos con mayor uso actual, evaluando la efectividad en comparación con enfoques tradicionales. concluyendo

Además, se propone la identificación de las diversas áreas de desarrollo futuras, permitiendo la emisión de para profesionales del área.

## 1. Planteamiento del problema

La periodoncia como especialidad odontológica se enfoca en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades de las encías y el hueso alveolar, es decir, todos los tejidos que soportan el diente. Para prevenir la pérdida de tejido de soporte de los dientes y mejorar la calidad de vida de los pacientes se debe realizar una detección temprana y un tratamiento oportuno (Albandar & Rams, 2002).

La inteligencia artificial (IA) es una herramienta de asistencia estadística que trabaja mediante el aprendizaje de distintos mecanismos de pensamiento y percepciones. Estos modelos se han aplicado en diferentes campos de la vida, con el fin de facilitar y ayudar algunos procesos, como, por ejemplo, el diagnóstico de enfermedades (Davenport & Kalakota, 2019). Esto ha desencadenado a su vez, que los profesionales de la salud puedan diagnosticar enfermedades y planificar tratamientos de manera más precisa y eficiente, e incluso individualizada (Topol, 2019). La IA actualmente se usa en muchas áreas en algunas especialidades médicas, por lo que la odontología no podría ser la excepción.

Los enfoques actuales se centran más en el diagnóstico e incluso tratamiento de la enfermedad, y los esfuerzos hacia la promoción y prevención de la enfermedad han sido relativamente reducidos. La prevención de la enfermedad debe ser el método más importante para combatir la periodontitis o la gingivitis, sin embargo, la mayoría de los estudios se centran en el monitoreo de pacientes con enfermedad periodontal o en su diagnóstico (Janakiram & Dye, 2020). Por ejemplo, algunos modelos de IA en donde por medio de cámaras de teléfonos inteligentes se realiza un escaneo y evaluación intraoral: de esta forma los pacientes saben el estado de su boca y en donde debe reforzar el cepillado. Esto sugiere que estos modelos pueden ser implementados para la prevención de la enfermedad periodontal (Shen et al., 2022).

Para diagnosticar la enfermedad actualmente se debe tener un examen clínico y el uso de radiografías, que permitan evaluar la pérdida de hueso, determinando lesiones de furca y defectos óseos que en un autoexamen no son posibles detectar. Es por esto, por lo que modelos de IA en donde se está tratando de evitar incluso un examen clínico, sean capaces de detectar la enfermedad con sólo un escaneo, se declara una ventaja. Sin embargo, es importante que los datos suministrados a la misma sean confiables sino realizará mal los cálculos para los diagnósticos (Krois et al., 2019).

La confiabilidad de la inteligencia artificial en periodoncia depende en gran medida de la calidad y cantidad de datos utilizados para entrenar los modelos, así como de la elección adecuada del algoritmo para el problema específico. Para garantizar la confiabilidad, es importante validar los modelos con datos independientes y ajustarlos si es necesario (Scott et al., 2023). En periodoncia, la IA se ha utilizado para mejorar la precisión del diagnóstico y pronóstico de enfermedades periodontales que serían claves para desarrollar métodos preventivos (Dhopte & Bagde, 2023).

Algunos artículos de revisión sistemática nos hablan de métodos diagnósticos para personas que ya tienen la EP, y existen programas como el DENTAL MONITORING® (DM) que junto con la inteligencia artificial presentó buenos resultados como ayuda al tratamiento de la enfermedad periodontal (Shen et al., 2022). Esto nos lleva a formularnos la pregunta ¿Qué muestra la literatura científica sobre las herramientas de IA para la prevención de enfermedad periodontal?

## **2. Objetivos**

### **Objetivo general**

Conocer el estado de publicación y la evidencia científica en PubMed y ScienceDirect relacionada con herramientas de inteligencia artificial aplicadas a la prevención individual de la enfermedad periodontal.

### **3. Justificación**

Este estudio hace parte de la línea de investigación de promoción y prevención del grupo de salud oral de la Universidad Antonio Nariño de la Facultad de Odontología, en donde se pretende evidenciar los avances tecnológicos de la inteligencia artificial en la periodoncia, su uso y efectividad en la prevención de la patología y el alcance que tiene dicha herramienta en la detección temprana.

La evidencia científica de forma general muestra los grandes logros de la IA mediante el desarrollo de algoritmos y estandarización de datos e imágenes que dan como resultado un análisis efectivo de la enfermedad periodontal ayudando no solo al odontólogo si no también al paciente a la mejora de esta patología. El enfoque ha sido principalmente hacia aquellos pacientes que ya tienen la enfermedad, lo cual hace que estas herramientas sigan una lógica de atención de la enfermedad.

Por esta razón, la recopilación de artículos de diferentes bases de datos proporciona la evidencia científica relacionada con las herramientas de IA enfocadas en promoción y prevención permitiendo no sólo la presentación de un análisis exhaustivo de esta, sino la posible aplicación en futuros trabajos relacionados con la prevención de la enfermedad, apoyando la innovación de este tipo de herramientas en el área de la odontología.

El enfoque del profesional odontológico debe estar guiado a la motivación y prevención de las patologías orales, evitando de esta manera la aplicación de tratamientos invasivos que podrían no implementarse si se incluye el uso de estos algoritmos en la prevención de la enfermedad periodontal.

El uso de la IA en periodoncia podría revolucionar la forma en la que los pacientes llevan su salud bucal, lo que generaría un gran impacto en la salud general de la población mejorando

de manera significativa la calidad de vida. En suma, es importante destacar que este tipo de investigaciones abordan de manera adyacente las cuestiones éticas y la privacidad de datos relacionadas con el uso de la inteligencia artificial en la atención a odontológica, lo cual permite garantizar prácticas seguras y éticas que propendan por la salud de los pacientes.



## **4. Marco Teórico**

### **4.1 Inteligencia artificial (IA)**

La inteligencia artificial (IA) hace referencia a los procesos de inteligencia demostrados por máquinas, con la capacidad de imitar en gran medida las acciones humanas (Shi et al., 2022).

La IA en sus procesos de aplicación anticipatorios puede predecir determinados eventos que van a afectar a los seres humanos, en ese sentido a través de la IA, se va a hacer previsión sino no ha llegado el evento, se puede prevenir si ya llegó el evento para frenar su expansión a través de procesos de sensibilización y formación, tanto a personal sanitario como a las personas en general y se puede diseñar mecanismos de control farmacológico y médico, cuando la evidencia muestra que el evento se puede expandir de tal forma que se convierta en epidemia, es decir la IA se constituye en una herramienta que se adelanta a los eventos o que actúa como mecanismo de control para estos cuando la situación lo amerite.

Hoy en día y de manera progresiva, las IA han empezado a implementarse en la vida cotidiana, en todos los aspectos de ésta, especialmente al hablar de la atención médica y el avance a la medicina personalizada, facilitando la creación de herramientas de asistencia para ayudar a los médicos a diagnosticar y tratar enfermedades (Adluru, 2023). Así la atención médica comienza el proceso de conversión de curativa a predictiva y preventiva, facilitándole fundamentalmente al paciente la comodidad de solo acudir al centro médico para el caso de una urgencia; la salud pública de esta forma hace el tránsito hacia una medicina preventiva e inicia de manera contundente el proceso de migrar de la mano de la IA, a otros laberintos del conocimiento a la vez que presta una atención personalizada al usuario y esto incluye a todo el sistema sanitario.

Esta razón es una de las cuales ha permitido hacer entender a la IA como un compilado de algoritmos que proporcionan de manera controlada la facilidad en la resolución de problemas, el reconocimiento de palabras y la toma de decisiones, llegando a incluirse en el campo de las operaciones y cirugías por su capacidad de identificación anatómica, como lo plantean (Witkowski & Ward, 2020).

Es pertinente tener en cuenta, que al hablar de inteligencia artificial se deben destacar las subdisciplinas y los enfoques que le permiten su correcto funcionamiento. Las IA tienen la capacidad de aprender automáticamente, mejorando el rendimiento a medida que reconoce patrones, facilitando las predicciones (Enholtm et al., 2022). Así mismo, estas inteligencias se inspiran en redes neuronales artificiales, simulando un cerebro humano, empleando capas de nodos interconectados que permiten procesar la información de manera similar a las neuronas cerebrales (Villegas-Ch et al., 2023).

Por otra parte, las inteligencias artificiales poseen un procesamiento del lenguaje natural facilitando los procesos de comprensión, interpretación y generación de lenguaje, permitiendo a su vez, dependencias como la visión por computadora, en donde se analizan imágenes y vídeos enseñando a la comprensión constante de las computadoras (Taye, 2023).

Un ejemplo de esto se puede apreciar en el estudio que evaluó las métricas de anisotropía fraccionada (FA), difusividad media (DM) y difusividad radial (RD) de imágenes con tensor de difusión (DTI) en menores con epilepsia secundaria a displasia cortical focal (FCD) para buscar la mejoría en la comprensión de los cambios estructurales en la red. Asociado con la epilepsia relacionada con FCD. Aquí se utilizó un enfoque de armonización de datos (DH) para minimizar los efectos de confusión inducidos por las diferencias en el protocolo de resonancia magnética, he aquí un ejemplo claro de la utilidad de la IA, pero también se puede evaluar las correlaciones

entre las métricas de DTI y las medidas neurocognitivas del índice de razonamiento fluido (FRI), el índice de comprensión verbal (VCI) y el índice visuoespacial (VSI), de esta manera se pueden analizar los datos (n=51) de pacientes con FCD y hacer controles de desarrollo típico (DT) escaneados clínicamente en resonancia magnética de calibre ancho 1.5T y 3T, para el análisis estadístico se pueden también utilizar estadísticas espaciales basadas en tractos (TBSS) con mejora de conglomerados sin umbral y pruebas de permutación hasta con 100.000 permutaciones.

La IA permite para tener en cuenta las diferencias en los protocolos de imágenes, empleando una armonización de datos no paramétrica antes de las pruebas de permutación, este análisis demostró que DH eliminó eficazmente las diferencias basadas en el protocolo de resonancia magnética típica en las adquisiciones clínicas, a la vez que preserva las diferencias grupales en las métricas de DTI entre las personas con FCD y TD, como también el DH fortaleció la asociación entre las métricas DTI y los índices neuro-cognitivos, como también las métricas de anisotropía fraccional, MD y RD, cuyo resultado mostró una correlación más fuerte con FRI y VSI que con VCI. Finalmente según la aplicación de IA al proceso, quedó evidenciado que la DH es un paso integral para reducir el efecto de confusión de las diferencias del protocolo de resonancia magnética durante el análisis de los tractos de materia blanca y resalta las diferencias biológicas entre la FCD y las personas de control sanos, que sirvieron de referente a la variable, por esto la caracterización de los cambios en la sustancia blanca asociados con la epilepsia relacionada con la FCD, informa de mejor manera el pronóstico y los enfoques de tratamiento.

Otro ejemplo de la utilización de la IA en el área de la salud, nos refiere a la investigación realizada para identificar el papel de los *Lactobacillus plantarum* 299v como

apoyo al tratamiento de enfermedades seleccionadas, (Rask *et al* 2013), en este estudio los interrogantes tuvieron que ver con las alteraciones en la composición del microbioma intestinal humano en casos de disbiosis, asociados a efectos secundarios gastrointestinales durante tratamientos de cáncer, validando el efecto positivo del consumo de *Lactobacillus plantarum* 299v sobre la microflora intestinal. Aquí el ejercicio realizado validó a través de la aplicación de IA el papel de *L. plantarum* 299v, como apoyo al tratamiento de enfermedades seleccionadas, en este caso el cáncer, pero también al síndrome del intestino irritable (SII) y la infección por *Clostridium difficile*, resaltando las propiedades inmunomoduladoras del *L. plantarum* 299v, que para el caso del cáncer incluyeron un aumento en el nivel de citocinas antiinflamatorias, que a la vez reducen los riesgos de cáncer y mejoran también la eficacia de los tratamientos.

Pero también a través de la IA se valoró que la ingesta de *L. plantarum* 299v proporciona beneficios a los pacientes con SII, debido a la normalización de la producción de heces y el alivio del dolor abdominal, lo que mejora de manera importante la calidad de vida de los pacientes con SII, pero también su ingesta previene la diarrea asociada a *C. difficile* entre los pacientes que reciben tratamiento con antibióticos, en razón a las complicaciones del tratamiento del cáncer, pero la IA no para ahí su beneficio hoy se plantean otros retos de aplicabilidad como las nuevas estrategias terapéuticas. Los ensayos sugieren que el consumo de *L. plantarum* 299v, puede mejorar el estado inmunológico de la mucosa intestinal, aunque los estudios deben ser multicéntricos adicionales y mucho más amplios para confirmar el efecto de los resultados clínicos.

En todo sentido la IA proporciona grandes beneficios que son transformadores en el mundo actual, especialmente a organizaciones de todas las industrias y a los sectores (Alshahrani *et al.*, [2021](#) ; Dennehy *et al.*, [2022](#) ; Dwivedi *et al.*, [2021](#) ; Elbanna *et al.*, [2020](#) ; Vassilakopoulou

et al., [2022](#) ). En estudios recientes se conoce que la IA puede conducir de hecho a nuevas formas de valor agregado empresarial (Enholm et al., [2022](#) ; Mikalef y Gupta, [2021](#) ), relaciones dinámicas que se generan entre las empresas (Dwivedi y Wang, [2022](#) ; Keegan et al., [2022](#) ). , experiencias con clientes enriquecidas (Jain et al., [2022](#) ; Griva et al., [2021](#) ; Kautish y Khare, [2022](#) ), capacidades en el personal y el talento humano, mejoradas (Dwivedi et al., [2021](#) ), en el comercio aporta a las cadenas de suministro resilientes (Zamani et al., [2022](#) ) y mejora de la seguridad en el lugar de trabajo, generando espacios seguros (Gangadhari et al., [2022](#) ).

De igual manera, existe un impulso a la creciente toma de conciencia de los riesgos y lo ético que rodean a la IA como lo plantea (Bryson, [2018](#) ; Jobin et al., [2019](#) ) y la necesidad imperiosa de transitar de principios éticos a las prácticas implementables (Schneiderman, 2021; Mäntymäki et al., [2022a](#) ; Seppälä et al., [2021](#) ) a través del diseño responsable (Dennehy et al., [2021](#) ) y la gobernabilidad (Mäntymäki et al., [2022b](#) ) de los sistemas de IA.

En la industria de hoy, las organizaciones invierten cada vez más en procesos que tienen que ver con la IA ética y en la IA responsable (RAI) (Zimmer et al., [2022](#) ), existen informes recientes que sugieren que esto tiene un costo y puede provocar agotamiento en los equipos de IA responsable (Heikkilä, [2022](#) ). Por lo tanto, es fundamental considerar cómo educamos sobre RAI (Grøder et al., [2022](#) ) y volver a pensar en nuevos diseños de aprendizaje tradicionales (Pappas & Giannakos, [2021](#) ), en la medida en que esta situación, puede influir en las percepciones de los usuarios finales hacia las aplicaciones de IA (Schmager et al. , [2023](#) ), así como el postulado de cómo los futuros empleados abordarán el diseño y la implementación de aplicaciones de IA (Rakova et al., [2021](#) ; Vassilakopoulou et al., [2022](#) ).

En la estrategia del uso de procesos algorítmicos de toma de decisiones y de apoyo a las decisiones, en lo gerencial de una empresa y en la administración pública, en particular la IA, se

está volviendo cada vez más generalizada en el sector empresarial de alto rendimiento y en el sector público, en lo que se conoce como las oficinas inteligentes y los procesos de reingeniería, también se utiliza en áreas de aplicaciones de alto riesgo como la atención sanitaria, el tráfico y las finanzas (Comisión Europea, 2020).

Pero como todo lo innovador, aún existen dudas, así en este contexto, existe una creciente preocupación por el uso ético y la seguridad de la IA, alimentada por informes de aplicaciones militares no gobernadas (Butcher y Beridze, 2019 ; Dignum, 2020 ), las violaciones de la privacidad atribuidas a las tecnologías de reconocimiento facial utilizadas por la policía (Rezende, 2022 ), los sesgos no deseados exhibidos por las aplicaciones de IA utilizadas por los tribunales (Imai et al., 2020 ) y los sesgos raciales en los algoritmos clínicos (Vyas et al. 2020 ).

#### **4.1.1 Algunos sesgos existentes en el diseño y aplicabilidad de la IA**

Las dudas y la falta de aplicabilidad frecuentemente atribuidas a los sistemas de IA, propician que evaluar la confiabilidad de las decisiones algorítmicas sea un desafío incluso para los expertos técnicos, y mucho menos se da para el público. Junto con la proliferación de información errónea, incitación al odio y contenido polarizador impulsada por algoritmos en las plataformas de redes sociales, en este sentido existe un alto riesgo de erosión de la confianza en los sistemas algorítmicos utilizados por el sector público especialmente (Janssen et al., 2020 ). Así es que garantizar que las personas puedan confiar en los procesos algorítmicos es esencial no solo para aprovechar los beneficios potenciales de la IA (Dignum, 2020 ), sino también para fomentar la confianza y la resiliencia a nivel social, lo que le abriría las puertas a la aceptación definitiva, explicable solo desde el resquemor a lo nuevo, característico de lo que se torna como el temor al reemplazo de lo nuevo por lo viejo y el acomodamiento que se va teniendo a los procesos ya conocidos y de alguna manera manejados por la experiencia cotidiana.

Los investigadores, innovadores y profesionales de la IA, siempre expresan sus temores sobre el desarrollo de sistemas de IA que no son inclusivos y aumentan las desigualdades. En este sentido hay que sobre poner la ética a los procesos y garantizar que estos no generen distancias ni exclusiones sociales. Se han referenciado casos en los que los sistemas de IA no siempre toman decisiones éticas o precisas (Babic et al., [2021](#) ) lo mismo que la utilización de datos sesgados o inexactos para entrenar los algoritmos de IA que aumentan el riesgo de desigualdades e injusticias (Agrawal et al., [2020](#) ). Por ejemplo, que Amazon entrene su herramienta de reclutamiento de IA usando lenguaje masculino y de esta forma sea excluyente hacia otras poblaciones tanto femenina como LGTBIQ+, esto ha hecho que la herramienta herede un sesgo contra el currículum vitae presentado por mujeres y el resto de población. Dicho "sesgo hacia adentro y hacia afuera" en los modelos de IA implica el peligro de tener un sesgo que es la inclusión.

Otro ejemplo lo constituye, Nikon, que ilustra este sesgo de inclusión. La empresa entrenó su modelo de IA que identificaba a las personas que parpadeaban, de esa forma resultó excluyendo a las personas asiáticas. Existen varios ejemplos de discriminación en las aplicaciones de IA que imponen y motivan la necesidad de un pensamiento crítico y amplio para cuestionar los resultados de la IA, en la medida en que parece inevitable regular completamente las IA, que son en esencia opiniones humanas integradas en algoritmos y ahí podría estar el problema del asunto discriminador.

Por su parte Dattathrani y cols ([2023](#)) argumentan firmemente que con la nueva generación de tecnologías, como la IA, también se transforman otras nociones entre ellas, la noción de agencia debe diferenciar entre las acciones de la IA de las de los sistemas de información tradicionales y las de los humanos. En consecuencia, la agencia humana y material

ha sido investigada y renovada en la literatura de SI para comprender cómo la tecnología y los humanos se influyen mutuamente e interactúan. Pero, algunos marcos de agencia tratan a los humanos y la tecnología de manera simétrica, ellos privilegian la agencia de los humanos sobre la tecnología y otros no atribuyen agencia ni a los humanos ni a los no humanos. Estos autores introducen las dimensiones de agencia para diferenciarlas eclécticamente sin privilegiar a ningún actor. De esa forma ilustran la aplicación de dimensiones, haciendo uso de ellas como lente para estudiar el caso de un técnico que utiliza una solución de inteligencia artificial para detectar pacientes con cáncer de mama en etapa temprana. Esto aplicado a la medicina preventiva. Mediante el uso de las dimensiones de agencia, ilustran cómo la influencia de la IA sobre la práctica humana, también como la detección del cáncer de mama en etapa temprana, es mayor que la influencia de la tecnología tradicional, en esto se aplica lo preventivo, mencionado al comienzo de este marco teórico, como elemento fundamental de la IA, pero a la vez lo preventivo. Su estudio hace contribuciones a la teoría de la agencia y concluye con una discusión sobre posibles aplicaciones prácticas del marco. (Harfouche et al. 2023) destacan que, a pesar del revuelo que rodea a la IA, hay escasez de investigaciones que se centren en el papel potencial de la IA para enriquecer y aumentar el conocimiento organizacional. En esto es importante agregar que como todo lo innovador, aún tiene muchas cosas que resolver, pero paso a paso y con la orientación de resolver los sesgos que hoy pueda tener, se va avanzando.

Algunos autores han desarrollado una teoría recursiva sobre el aumento del conocimiento en las organizaciones (el modelo KAM) basada ésta, en una síntesis de la literatura existente y un proyecto de investigación de acción canónica revisado de cuatro años. Dicho proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar una IA centrada en el ser humano y lo han propuesto como (llamado Proyecto) buscando resolver la falta de integración del conocimiento tácito y explícito



en un centro de investigación científica (SRC). Para explorar nuevos patrones de aumento del conocimiento en las organizaciones, dicho estudio busca ampliar el modelo de gestión del conocimiento de Nonaka, que incluye socialización, externalización, combinación e internalización, incorporando el enfoque de Inteligencia Artificial Informada (IAI) humano-in-the-loop. Este diseño que proponen ofrece la posibilidad de integrar la intuición de los expertos, es decir validar la experiencia y el conocimiento del dominio en IA de una manera explicable, la aplicación de tecnología. Sus hallazgos han mostrado que el conocimiento organizacional se ve beneficiado y puede aumentar a través de un proceso recursivo habilitado por el diseño y la implementación de IAI con participación humana. El estudio tiene implicaciones importantes tanto para la investigación como para la práctica. Por su parte (Koniakou 2023) aborda el discurso sobre la gobernanza de la IA desde tres ángulos basados éstos, en el derecho internacional de los Derechos Humanos, de la siguiente manera, el derecho y la tecnología; los estudios de ciencia y tecnología (CTS) y las teorías de la tecnología. Este autor plantea que, al centrarse en el cambio de la ética a la gobernanza, se ofrece una visión panorámica de los avances ésta en la IA, así centrándose en la comparación entre principios éticos y reglas vinculantes para la gobernanza de la IA, y revisando críticamente las últimas regulaciones regulatorias, generar nuevos desarrollos. Además, al centrarse en el papel de los Derechos Humanos, se adelanta al argumento de que los Derechos Humanos ofrecen un marco más sólido y eficaz, argumentando de paso la necesidad de ampliar las obligaciones de Derechos Humanos para que también se apliquen directamente a los actores privados en el contexto de la IA.

La gobernanza, concepto también nuevo, oferta ideas para la gobernanza de la IA, tomando en préstamo de la historia de la gobernanza de Internet y del campo más amplio de la gobernanza tecnológica. (Minkkinen et al., 2023) por su parte, se centran en abordarla desde la

brecha en el conocimiento relacionado con la IA gobernante que requiere cooperación, a cuñan el concepto de cooperación, pero esta forma de la colaboración sigue sin estar clara.

Los marcos tecnológicos han proporcionado una perspectiva teórica para entender cómo los actores interpretan la tecnología y actúan sobre su desarrollo, uso y gobernanza. Pero, existe un conocimiento limitado sobre cómo los actores dan forma a los marcos tecnológicos. Estos autores han examinado la configuración del marco tecnológico del ecosistema europeo para una IA responsable (RAI) y a través de un análisis de muchos documentos de la UE, identificaron cuatro expectativas que conforman el marco tecnológico de la UE para el ecosistema RAI. Además, apoyaron el estudio con entrevistas a actores de la RAI, de esa manera dieron a conocer cinco tipos de trabajo de expectativas que responden a este marco, así: reproducir, traducir y ampliar (trabajo de expectativas congruentes), y escudriñar y enraizar (trabajo de expectativas incongruentes). Para ellos, la conceptualización del trabajo de expectativas como acciones intencionadas de los actores al crear y negociar expectativas, se constituye en lo más importante. Este estudio aporta a la literatura sobre marcos tecnológicos, ecosistemas centrados en la tecnología y RAI, al mismo tiempo que aclara las dimensiones y la configuración conjunta de los marcos tecnológicos.

Por su parte Papagiannidis et al., (2023) destacan que a pesar del uso de la IA, las empresas todavía enfrentan desafíos y no pueden obtener rápidamente mejoras en el desempeño, esto posiblemente debido a que las innovaciones son muy lentas en ser comprendidas. Además de lo anterior, las empresas deben introducir sistemas sólidos de IA y minimizar los riesgos de la IA, lo que pone un fuerte énfasis en el establecimiento de prácticas apropiadas de gobernanza de la IA. Se basan en un análisis de caso comparativo de tres empresas del sector energético y

examinan cómo se implementa la gobernanza de la IA para facilitar el desarrollo de aplicaciones de IA sólidas que no introduzcan efectos negativos.

Para el caso del comercio, a pesar de las preocupaciones planteadas por académicos y profesionales sobre la IA, la omnipresencia de los sistemas de recomendación social (SRS) en las plataformas de comercio electrónico se hace visible una tendencia y es la de que los consumidores estén dispuestos a delegar sus decisiones en algoritmos (Schneider & Leyer, 2019 ). Los SRS están cada vez más integrados en los ecosistemas de comercio electrónico debido a su capacidad para reducir el tiempo y el esfuerzo de decisión de los consumidores al filtrar el exceso de información y brindar recomendaciones personalizadas (Tsai y Brusilovsky, 2021). Como falencias es necesario decir que los estudios anteriores se han centrado en gran medida en los aspectos técnicos de los sistemas de recomendación, existe entonces una comprensión limitada sobre la naturaleza de la información social que mejora el desempeño de la recomendación (Shokeen y Rana, 2020 ). En sintonía con lo anterior, Bawack & Bonhoure ( 2023 ) investigan este fenómeno para identificar los factores de comportamiento que influyen en la intención de los consumidores de comprar productos o marcas recomendadas por los SRS. Sería como una aplicación de lo que se conoce en economía como la estrategia del Toyotismo. Estos autores adoptan un enfoque de investigación meta-analítico para realizar una revisión agregativa de la literatura que utiliza métodos cuantitativos para probar hipótesis de investigación específicas basadas en hallazgos empíricos previos. Es importante resaltar que como estudio tiene importantes implicaciones para la investigación, allí, los autores proporcionan una agenda para futuras investigaciones que podrían promover los esfuerzos de construcción de teorías y los diseños basados en teorías en la investigación y la práctica de la SRS.

Estudios recientes (p. ej., Akter et al., [2021](#) ; Bankins et al., [2022](#) ; Gupta et al., [2022](#) ; Shneiderman, [2021](#) ) han avanzado en el conocimiento sobre las cuestiones éticas y gobernanza de la IA. Haciendo importantes contribuciones, a un aprendizaje significativo sobre cómo utilizar la IA para el bien social (Ashok et al., [2022](#) ; Coombs et al., [2021](#) ; Dwivedi et al., [2021](#) ; Kumar et al., [2021](#) ; Fossa Wamba et al. , [2021](#) ). Hacen un llamado a futuras investigaciones, para que, en primer lugar, sea necesario un esfuerzo concertado dentro y entre las disciplinas académicas y colocan como ejemplo de SI, en artes e ingeniería, también a los formuladores de políticas, los gobiernos y la sociedad en general para descubrir formas innovadoras de utilizar la IA para lograr los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

Si bien se ha prestado la atención a la comprensión de la aplicación de la IA en una variedad de contextos, aún existe un discurso limitado sobre cómo usar la IA para investigaciones orientadas al futuro, de esta forma se elude los elementos previsivos documentados al comienzo del marco teórico, los investigadores de SI pueden y deben explorar escenarios futuros, es decir hacer predicción exploratoria a través de experiencias virtuales inmersivas que permitan comprender mejor, cómo diseñar SI resilientes e incorporar estos conocimientos en investigaciones orientadas al futuro como lo plantean (Brooks & Saveri, [2017](#) ; Chiasson et al. [2018](#) ). Lo mismo que los estudios futuros sobre la gobernanza de la IA podrían investigar la auditoría de los sistemas de IA (Minkkinen et al., [2022](#) b) como mecanismo para fomentar la transparencia, la rendición de cuentas y la confianza, en todos los escenarios públicos y privados.

Se plantean retos importantes, por un lado, bajo la influencia de la creciente competencia digital en las condiciones de la Cuarta Revolución Industrial, las empresas deben estar interesadas en pasar a un orden tecnológico superior, es decir asumir la innovación como un

compromiso. Esto va acompañado de una automatización "inteligente" basada en inteligencia artificial, en la que el trabajo humano queda excluido de una variedad de operaciones comerciales (Akter et al., 2022; Leszkiewicz et al., 2022; Polak, 2021; Washburn, 2019) y esto se debe interpretar positivamente en el marco del desarrollo sostenible, que nos exige el mundo de hoy, porque apoya la implementación práctica del Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (ODS 9), en el marco de los Objetivos del Milenio, que se formula como "industrialización, innovación e infraestructura" sostenible.

Es importante centrar la disertación en el papel de los intermediarios digitales en la configuración de la tecnología, la sociedad y la economía bajo lo que Casilli y Posada, llaman "el paradigma de la plataforma". En el que rastrean la relación histórica entre plataformas, mercados y empresas para demostrar el papel de los algoritmos a la hora de hacer coincidir usuarios, piezas de software, bienes y servicios, y cómo las plataformas pueden crear valor agregado a partir de sus aportes en innovación. Incluyendo la discusión y el análisis en el impacto de la automatización, las computadoras y la robótica en el trabajo, el personal profesional y la sociedad. Asumiendo la automatización como un medio eficaz para mejorar la productividad y fortalecer la economía. Y el resultado neto será aumentar el empleo en lugar de disminuirlo, si se aplica al área de la salud se facilitan los procesos predictivos y se previene más ágilmente los procesos curativos e incluso la prevención frente a las enfermedades.

De esta forma se puede comprender la Inteligencia Artificial (IA) como un amplio conjunto de tecnologías que generan ventajas para las organizaciones en términos de valor comercial agregado, tanto en lo público como en lo privado, abarcando a todas ramas de la ciencia y su aplicabilidad y en este caso la salud y los procesos sanitarios, no son la

excepción. En los últimos años, las organizaciones están recurriendo cada vez más a la IA para ganar valor comercial luego de una avalancha de datos y un fuerte aumento en la capacidad computacional. Sin embargo, las organizaciones todavía luchan por adoptar y aprovechar la IA en sus operaciones. Por lo tanto, la falta de una comprensión coherente de cómo las tecnologías de inteligencia artificial crean valor comercial y qué tipo de valor comercial se espera requiere una comprensión holística. Pero lo más importante tiene que ver con el ser humano, su bienestar, su morbilidad, su calidad de vida, en ese sentido más importante que el valor agregado que se pueda dar al comercio y a la industria, está el valor agregado que se proporcione a la salud, al bienestar humano y al cuidado ambiental para que la permanencia del ser humano en este planeta sea una realidad.

La Inteligencia Artificial (IA) no es algo nuevo, pero ha ganado mucha atención en los últimos años (Ransbotham et al., 2018 ). Se ha argumentado que la IA es una fuerza disruptiva para las empresas de todo el mundo y en una amplia gama de sectores (Davenport & Ronanki, 2018 ). Se espera que las organizaciones que implementan aplicaciones de IA obtengan ganancias en términos de valor comercial agregado, como mayores ingresos, reducción de costos y una mayor eficiencia comercial (AlSheibani et al., 2020 ).

Hoy se ve la IA como una oportunidad estratégica y como una forma de lograr una ventaja competitiva (Ransbotham et al., 2017 ). En la búsqueda de una ventaja competitiva, muchas organizaciones están invirtiendo en tecnologías de IA. Y se da un creciente interés en la IA, muchas empresas actuales luchan por sacar provecho de la IA (Fountain et al., 2019 ). Sin embargo, los beneficios esperados de la IA pueden no existir a pesar de que las empresas inviertan tiempo, esfuerzo y recursos en el proceso de adopción (Makarius et al., 2020 ). De todas maneras la introducción de la IA en las operaciones organizacionales señala un nuevo

conjunto de barreras y desafíos (Duan et al., [2019](#) ) y algunos de ellos incluyen la necesidad de unir conocimientos entre dominios para desarrollar modelos que sean precisos y significativos (Duan et al., [2019](#) ), lo mismo que identificar, integrar y limpiar diversas fuentes de datos (Mikalef & Gupta, [2021](#) ) a la vez que integrar aplicaciones de IA con procesos existentes y con sistemas (Davenport & Ronanki, [2018](#) ).

Para captar el valor real y el potencial de la IA, las organizaciones deben comprender cómo superar estos desafíos, así como el potencial de valor agregado de estas tecnologías. Sin embargo, hay investigaciones recientes sobre IA que se centran más en una comprensión tecnológica de la adopción de la IA que en identificar los desafíos organizacionales asociados con su implementación (Alsheibani et al., [2020](#) ). Pero todavía falta una comprensión holística de cómo se adopta la IA y utilizarlos en las organizaciones además de cuáles son los principales mecanismos generadores de valor.

#### **4.1.2 Aprendizaje supervisado y no supervisado**

El aprendizaje supervisado hace referencia a un enfoque de aprendizaje automático por parte de las inteligencias artificiales en donde por medio de un conjunto de datos se realiza un entrenamiento asociado a una salida deseada. El propósito inicial de este tipo de aprendizaje es aprender a organizar correctamente la información teniendo en cuenta el conjunto de datos, el tipo de entrenamiento, los resultados de predicción y evaluación y las posibles aplicaciones en contextos como la enfermedad periodontal (Kar et al., [2022](#)).

Por otro lado, al hablar de aprendizaje supervisado se hace referencia al entrenamiento de modelos con datos no etiquetados, es decir, con el uso únicamente de entradas como imágenes o características, en donde se busca encontrar patrones ocultos dentro de un conjunto de datos sin

guía. Además, se incluyen características como la agrupación de datos, el descubrimiento de patrones y la reducción de la dimensionalidad (Taye, 2023).

Los investigadores y los profesionales, que buscan innovar en este sentido, afirman que estos temores pueden abordarse de manera crítica y que la IA puede ser más inclusiva mediante el diseño de "híbridos humano-IA" como lo plantea (Rai et al., 2019). En este contexto, se destaca la necesidad de crear nuevos y permanentemente otros sistemas de IA, ambientalmente inteligentes (AmI) para amplificar la colaboración entre IA y humanos (Gams et al., 2019). En los que el sistema de IA interactúe con los humanos, que reciba información y aprenda de ellos y de los entornos (Ramos et al., 2008). Pero desde una perspectiva diferente, también se plantea convertir las "cajas negras" de la IA en "cajas de cristal", haciendo una comparación con las cajas negras de los aviones (Rai, 2020) y crear nuevas aplicaciones de IA que hereden características explicables (XAI), como también puedan facilitar la inclusión en la IA, en la medida en que esta transparencia va a facilitar la reducción de los sesgos y perfeccionará la herramienta de IA.

La IA, como toda la tecnología de avanzada, se puede utilizar y aplicar de muchas maneras y los usuarios pueden apropiarse de la tecnología en medios que los diseñadores no pretendían, cuando las crearon (Zamani y Pouloudi, 2020). Por esto mismo, los diseñadores del sistema como herramienta deben considerar las consecuencias previstas y no deseadas, buscando alternativas de solución anticipada (Ransbotham et al., 2016; Majchrzak et al., 2016), fundamentalmente centrándose en la responsabilidad y los aspectos éticos para respaldar este proceso. En este sentido la disciplina de Sistemas de Información (SI) tiene un historial sostenido de plantear y abordar preocupaciones éticas sobre SI y las tecnologías en general (por ejemplo, en Mason, 1986; Banerjee et al., 1998; Smith & Hasnas, 1999; Davison, 2000; Mingers &



Walsham, 2010 ; Niederman, 2021 ). Se sigue una tradición acumulativa de discurso y conocimiento académico al ver perspectivas más allá de la tecnología (Stoodley et al., 2010 ), específicamente la IA, es decir de manera prospectiva.

Últimamente la academia ha estado interesada en hacer estudios de construcción de teorías y teorizaciones empíricamente fundamentadas, relacionadas con la IA como tecnología para una sociedad ética e inclusiva. Este avance inclusivo se ha dado después de un riguroso proceso de revisión que incluye de un mínimo de dos y un máximo de cuatro ejercicios de revisión, en el proceso se seleccionan unos artículos para incluirlos, cada uno de los artículos seleccionados debe aportar una perspectiva distinta al discurso emergente de SI sobre la gobernanza, la ética y la sociedad de la IA. Así en conjunto, los artículos promueven la comprensión de los aspectos sociotécnicos de la IA y sus implicaciones para la sociedad.

Para autores como Niederman & Baker (2023) que brindan una perspectiva reflexiva sobre cómo las cuestiones éticas relacionadas con la IA se diferencian de otras tecnologías y propician innovaciones, específicamente, ellos diferencian las cuestiones éticas de la IA de las preocupaciones planteadas por todas las aplicaciones de SI al presentar tres categorías distintas de las cuales se pueden considerar las cuestiones éticas de la IA. Se puede ver la IA como otra aplicación de SI como cualquier otra. Se examinan esta categoría de aplicaciones de IA centrándose principalmente en el marco PAPA de Mason (1986), compuesto por los siguientes elementos: privacidad, precisión, propiedad y accesibilidad, buscando posicionar la ética de la IA dentro del dominio de SI. De versa manera también se considera que la IA agrega una capacidad generativa para producir resultados que no pueden ser predeterminados a partir de entradas y códigos. Al examinar, se añade "inferencia" a la pirámide informativa y se explora sus implicaciones.

La IA es tan polifacética que puede utilizarse como una base para reexaminar cuestiones sobre la naturaleza de fenómenos mentales como el razonamiento y la imaginación, aplicada a la psicología y a la psiquiatría.

En este momento, los sistemas basados en IA parecen estar lejos de replicar o reemplazar las capacidades humanas, y de eso no se trata la IA, pero sí de convertirse en una herramienta muy útil para agilizar procesos y mostrar opciones de análisis, si tales habilidades surgen a medida que la maquinaria informática continúa creciendo en capacidad y calidad, lo podríamos comparar con el surgimiento de la calculadora como instrumento facilitador de operaciones que la persona maneja y sabe su proceso pero que le agiliza la operación en circunstancias en que se necesita ser operativamente rápido y dar solución a un problema, de esa manera será útil también, haber anticipado los problemas éticos que surgirán y haber desarrollado planes para evitarlos, detectarlos y resolverlos en la medida de lo posible.

El estudio realizado ilustra también qué prácticas se utilizan para producir conocimientos que ayuden en la toma de decisiones y, al mismo tiempo, superar los desafíos con acciones recomendadas que conduzcan a los resultados deseados, contribuyendo y explorando las principales dimensiones importantes para la gobernanza de la IA en las organizaciones y descubriendo las prácticas que las sustentan. Para Polyviou y Zamani ( [2023](#) ) la IA promete en el futuro inmediato, redefinir y alterar varios sectores y plantear desafíos para los formuladores de políticas y tomadores de decisiones, particularmente en lo que respecta a la formulación de estrategias y regulaciones para abordar las necesidades y percepciones de sus partes interesadas. También exploran las percepciones de las partes interesadas, expresadas a través de su participación en la formulación de la estrategia europea de IA y arrojan luces sobre los desafíos de la IA en Europa y las expectativas para el futuro. Sus hallazgos revelan seis

dimensiones de una estrategia de IA, estas son: ecosistemas, educación, responsabilidad, disponibilidad y protección de datos, gobernanza y autonomía. Estas dimensiones las plantearon para construir un marco de deseos-realidades para la estrategia de IA en Europa y así proporcionar una agenda de investigación para abordar las realidades existentes.

Otra aplicación interesante de la IA, aunque aun teóricamente poco desarrollada, describe el uso de chatbots impulsados por IA en el contexto de la educación y las experiencias de los estudiantes que los utilizan. En este sentido Chen et al. (2023), argumentan que los chatbots se utilizan cada vez más en diversos escenarios, en el comercio por ejemplo en el servicio al cliente, en los hospitales en el servicio al usuario, en la productividad laboral y la atención médica, propiamente dicha ya en el consultorio médico, lo que podría constituirse en una forma de ayudar a los instructores, médicos y comerciantes, a satisfacer mejor las necesidades de los estudiantes, pacientes y compradores.

Es importante resaltar que pocos estudios empíricos en el campo de SI se han dedicado a investigar la eficacia pedagógica de los chatbots en la educación superior, y menos aún discuten sus posibles desafíos e inconvenientes. En esta investigación, los autores abordan esta brecha en la literatura sobre SI explorando las oportunidades, los desafíos, la eficacia y las preocupaciones éticas del uso de chatbots como herramientas pedagógicas en la educación empresarial y más aún en la cotidianidad de la vida hospitalaria y sanitaria.

Los resultados del estudio proporcionan elementos importantes en los que los chatbots pueden ser herramientas de aprendizaje conversacional atractivas y receptivas para enseñar conceptos básicos y proporcionar recursos educativos, lo mismo que indagadores de los problemas médicos en la consulta externa. Los autores analizan las posibles oportunidades

prometedoras y las implicaciones éticas del uso de chatbots para apoyar el aprendizaje inclusivo, auscultación sanitaria entre otros.

## **4.2 Enfermedad periodontal**

La salud periodontal se define por la ausencia de inflamación clínicamente detectable, la salud gingival clínica se puede encontrar en un periodonto intacto, es decir, sin pérdida de inserción clínica ni pérdida ósea, y en un periodonto reducido en un paciente sin periodontitis (Chapple et al., 2018).

La enfermedad periodontal es un término general que engloba un grupo de patologías inflamatorias que incluyen principalmente la gingivitis y la periodontitis, es un término que a menudo lo abarca todo y se utiliza para referirse a cualquiera del amplio espectro de enfermedades inflamatorias que pueden afectar el periodonto lo que comprende varias estructuras diferentes que sostienen los dientes: encía, cemento, ligamento periodontal y hueso alveolar (Martínez-García & Hernández-Lemus, 2021)

Las enfermedades gingivales inducidas por biopelículas de placa no dental incluyen una variedad de afecciones que no son causadas por la placa y estas lesiones pueden ser manifestaciones de una afección sistémica o pueden estar localizadas en la cavidad bucal. La gingivitis inducida por placa dental tiene una variedad de signos y síntomas clínicos, y tanto los factores predisponentes locales como los factores modificadores sistémicos pueden afectar su extensión, gravedad y progresión (Chapple et al., 2018).

### **4.2.1 Gingivitis**

La gingivitis es una inflamación producida por la producción de citoquinas generada por la placa bacteriana acumulada en las encías. Esta patología afecta directamente a la encía

generando enrojecimiento, sangrado, inflamación y cambios en el contorno de la encía, sin existir pérdida ósea (Intan et al., 2020).

La gingivitis se puede encontrar en un periodonto intacto o reducido y su patología puede ser afectada por enfermedades sistémicas y multifactoriales generadas por desbalances en los niveles biológicos inmunes; incluso pueden presentarse posterior a diversas cirugías relacionadas con la boca (Chapple et al., 2018).

*Imagen #1: Visualización de gingivitis*



Imagen tomada de: <https://www.propdental.es/enfermedad-periodontal/periodontitis/diferencias-entre-la-gingivitis-y-periodontitis>

#### **4.2.2 Periodontitis**

Por otra parte, la periodontitis se caracteriza por una inflamación asociada a bacterias y mediada por el huésped, que provoca una activación de proteinasas permitiendo la pérdida del ligamento periodontal, hueso alveolar, migración apical bacteriana, propagación en la raíz y pérdida dental (Martínez-García & Hernández-Lemus, 2021).

Aquí, la formación de biofilm inicia el proceso inflamatorio, pero su progresión depende enteramente de la disbiosis del microbiota la cual puede verse afectada en mayor medida por enfermedades multifactoriales, como el tabaquismo (Tonetti et al., 2018).

Esta respuesta inflamatoria está relacionada con los agentes patógenos, ya activan el sistema inmunológico adquirido contribuyendo a una progresión exacerbada de la condición inflamatoria (Martínez-García & Hernández-Lemus, 2021).

*Imagen #2: Visualización de periodontitis*

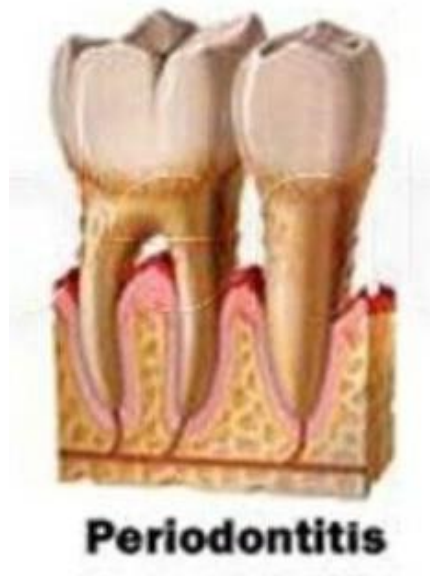


Imagen tomada de: <https://www.propdental.es/enfermedad-periodontal/periodontitis/diferencias-entre-la-gingivitis-y-periodontitis>

### **4.3 Inteligencia artificial y periodoncia**

La IA es un conjunto de técnicas que permiten que las computadoras puedan simular algunos aspectos del comportamiento humano, como el aprendizaje y la resolución de problemas (Russell & Norvig, 2010). La IA en odontología general puede llegar a superar errores humanos en el diagnóstico. La ventaja de la inteligencia artificial se encuentra su alto poder para detectar

estos defectos en imágenes de dos dimensiones, o en el caso de la periodoncia la visualización de los análisis en imágenes de 3D (Scott et al., 2023).

En odontología, la inteligencia artificial se ha utilizado para mejorar el diagnóstico y tratamiento de diversas enfermedades, incluyendo la caries dental, la enfermedad periodontal y el cáncer oral (Patil et al., 2022; Vodanović et al., 2023). A nivel de prevención es posible visualizar la existencia programas computarizados, modelos robotizados y aplicaciones que en si no han sido empleados para prevenir la enfermedad periodontal (EP), sino para controlar la enfermedad (Acherkouk et al., 2022; Shen et al., 2022).

La enfermedad periodontal es una afección común que afecta a una gran cantidad de personas en todo el mundo. A pesar de que existen tratamientos efectivos para la enfermedad, su detección temprana es fundamental para prevenir la pérdida de dientes y la progresión de la enfermedad (Nazir, 2017).

La inteligencia artificial se ha utilizado para mejorar la precisión del diagnóstico y pronóstico de la enfermedad periodontal, lo que puede mejorar el tratamiento y los resultados para los pacientes (Lee et al., 2022) .Sin embargo, el uso de la IA en odontología también presenta desafíos, como la necesidad de grandes conjuntos de datos de alta calidad y la dificultad para integrar los sistemas de inteligencia artificial en la práctica clínica (Agrawal & Nikhade, 2022). A pesar de la ausencia de investigaciones para que la inteligencia artificial sea totalmente sensible los estudios muestran altos porcentajes de confiabilidad, además está demostrado que cada día se mejora el aprendizaje profundo.

En términos de implementación, es crucial involucrar a profesionales de la periodoncia y expertos en inteligencia artificial en el desarrollo de los modelos para asegurar su relevancia y aplicabilidad en la práctica clínica. Además, se deben considerar los aspectos éticos y legales,

como la privacidad de los datos de los pacientes y el acceso a la información generada. (Dhopte & Bagde, 2023; Vodanović et al., 2023).

La inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una herramienta tecnológica transformadora en diversas industrias y su potencial en odontología está atrayendo mucha atención. Hoy el reto es explorar las perspectivas futuras de la IA en odontología, destacando su potencial para revolucionar la práctica clínica, mejorar los resultados de los pacientes y mejorar la eficiencia general de la atención dental. Partiendo de los elementos esenciales de previsión, prevención y control permanente de higiene oral, asistencia oportuna al centro odontológico y la revisión periódica por parte del odontólogo.

La aplicación de la IA en odontología hoy tiene varias áreas, incluido el diagnóstico, que hace parte de lo preventivo, la planificación del tratamiento, el análisis de imágenes, la gestión de pacientes y la atención personalizada, para el caso del control sanitario (Vodanović et al., 2023)

Los algoritmos de IA han mostrado resultados prometedores en la detección y el diagnóstico automatizados de afecciones dentales, como caries, enfermedades periodontales y cánceres bucales, ayudando a los médicos en la intervención temprana y mejorando los resultados del tratamiento. En este sentido los tratamientos implican estudios en los que la IA, aporta de manera asertiva a la ciencia de la odontología de forma definitiva y se constituye en una innovación para aplicarla a los tratamientos odontológicos. Además, los sistemas de planificación de tratamientos basados en inteligencia artificial utilizan técnicas de aprendizaje automático para analizar grandes cantidades de datos de pacientes, considerando factores decisivos e importantes como el historial médico, las variaciones anatómicas y las tasas de éxito del tratamiento (Dhopte & Bagde, 2023).



Estos sistemas de IA, brindan a los odontólogos, información valiosa y apoyo para tomar decisiones de tratamiento basadas en la evidencia, lo que conduce a la aplicación de enfoques de tratamiento más predecibles y personalizados. En este sentido el potencial de la IA en odontología es inmenso y variado, de todas maneras, es esencial abordar ciertos desafíos o retos que se presentan, incluida la privacidad de los datos, el sesgo de los algoritmos y las consideraciones regulatorias. Los esfuerzos de cooperación y colaboración entre profesionales de la salud y entre ellos los odontólogos, los expertos en IA y los formuladores de políticas públicas en salud, son cruciales para desarrollar marcos sólidos que garanticen la implementación responsable y ética de la IA en odontología (Lee et al., 2022).

Es importante resaltar la robótica, impulsada por IA que ha introducido enfoques innovadores en la cirugía dental, permitiendo procedimientos precisos y mínimamente invasivos y reduciendo las molestias del paciente y el tiempo de recuperación, en esto el avance ha sido significativo, dado el terror que experimentan los pacientes a la fresa y en general a las citas odontológicas. Las aplicaciones de realidad virtual (VR) y realidad aumentada (AR) mejoran aún más la educación y la formación dental, facilitando y permitiendo a los profesionales estomatólogos, perfeccionar sus habilidades en un entorno realista e inmersivo. La IA es muy prometedora al futuro de la odontología.

La IA, a través de la capacidad para analizar grandes cantidades de datos, proporcionar diagnósticos precisos, facilitar la planificación del tratamiento, mejorar el análisis de imágenes, optimizar la gestión de pacientes y permitir una atención personalizada, tiene el potencial de mejorar la práctica dental y mejorar significativamente los resultados de los pacientes. La adopción de esta herramienta tecnológica y su potencial desarrollo futuro sin duda marcará un

hito y revolucionará el campo de la odontología, fomentando un enfoque de la atención de la salud bucal más eficiente, precisa y centrada en el paciente (Agrawal & Nikhade, 2022).

En general, la IA representa una herramienta poderosa que tiene el potencial de revolucionar varios aspectos de la sociedad, desde mejorar los resultados de la atención médica, hablando de la medicina en general como de la medicina bucal, hasta optimizar las operaciones comerciales. La investigación, el desarrollo y la implementación responsable continuos permanentes de tecnologías de IA, que darán forma al futuro sanitario, abriendo nuevas posibilidades y transformando la forma en que se vive y se trabaja (Lee et al., 2022).

## **5 Metodología**

### **5.1 Tipo de estudio del proyecto de investigación**

Se definió como un Scoping review debido a que lo que se busca es conocer el estado de publicación de los temas en mención del proyecto como lo es inteligencia artificial, periodoncia, prevención de la enfermedad y promoción de la salud.

### **5.2 Procedimientos:**

La metodología que sirvió como guía y que sería utilizada en el proyecto es la de Gómez & Suarez del año 2020, una vez observado este estudio, fue el que más se asemejaba a lo que nos podría servir como orientación para poder desarrollar el estudio, claramente realizado las adaptaciones adecuadas con respecto a nuestros objetivos y demás, partiendo de esto y teniendo en cuenta lo anterior, nuestros pasos planteados y a seguir fueron los siguientes:

- Construcción de algoritmos de búsqueda
- Selección base de datos
- Criterios de selección
- Preguntas orientadoras
- Elección de estudios
- Análisis, síntesis y difusión de resultados
- Aspectos éticos de la investigación

#### **5.2.1 Construcción de algoritmos de búsqueda**

Se empleó la búsqueda con los siguientes términos MESH: “periodontics”, “artificial intelligence”, “prevention”, “caries”, “tooth brush” “dentistry”, en conjunto con los operadores booleanos AND – OR- NOT.

### **5.2.2 Selección de Base de datos**

La búsqueda se realizó mediante la metodología de revisión de alcance con una estrategia de búsqueda sistemática de estudios publicados entre el año 2010 y 2023. Se procedió a una búsqueda según ecuaciones utilizando las palabras MESH, en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, Ebsco, Scopus, por medio de dos operadores diferentes (LG y JP). Este proceso se acompañó de la revisión y solución de desacuerdos (SG) por parte de un revisor experto.

### **5.2.3 Criterios de selección**

En relación con los criterios de selección, es necesario destacar que se incluyeron artículos y documentos todos aquellos:

- Estudios en inglés y español
- Uso de la inteligencia artificial relacionada a la prevención en la periodoncia o la odontología

A su vez, se excluyeron:

- Los que no tenían sin resumen o diseño metodológico que permitieran la emisión de resultados confiables asociados a la inteligencia artificial y la enfermedad periodontal.
- Publicaciones en los años inferiores al 2010.

Documentos sin publicación en revista científica indexada, puesto que esta permite un aumento en la confiabilidad de los datos y una eliminación del sesgo en relación con la revisión sistemática de literatura.

### **5.2.4 Preguntas orientadoras**

Estas surgieron con el fin de dar cumplimiento al objetivo general propuesto en el proyecto de investigación, siendo así planteadas de la siguiente manera:

- ¿Cuáles son las herramientas de inteligencia artificial enfocadas en la prevención de la enfermedad y promoción de la salud periodontal?

- ¿Cuál es la utilidad de la inteligencia artificial relacionada con las medidas de higiene oral como los aditamentos y técnicas de cepillado?

### **5.2.5 Elección de estudios**

Esta selección de artículos se realizó por diferentes etapas, iniciando con la elección de los operadores booleanos, posteriormente se realizó la búsqueda en las diferentes bases de datos con los operadores elegidos, en cuanto a las bases de datos también se tuvieron las de mayor relevancia, esto debido a que se encontraban más cantidad de publicaciones en ellas.

Luego de ello se fue haciendo una reducción de la búsqueda inicial, leyendo solamente el título y el resumen de los artículos, donde se seleccionaban los que tuvieran más relación con el tema del proyecto, igualmente, se aplicó la reducción utilizando los criterios de selección, posteriormente también se descartaron más artículos con el uso la herramienta *rayyan*, como lo fue eliminando estudios duplicados.

Finalmente teniendo los artículos que más tuvieran esa relación con respecto al tema y objetivos del estudio, se decidió que ese total que dio posterior a la reducción sería leído a texto completo con el fin de ir respondiendo esas preguntas orientadoras.

### **5.2.6 Análisis de datos; síntesis y difusión de los resultados**

Se hizo un análisis de datos de acuerdo con las preguntas orientadoras.

### **5.2.7 Aspectos Éticos de la Investigación**

Es importante aclarar, que la presente investigación se considera **sin riesgo** a nivel ético según el Artículo 11 de la Resolución 8430 de 1993.

## 1. Resultados

A partir de la búsqueda inicial se encontraron una totalidad de 1537 artículos en las bases de datos. Estudios recopilados de PubMed un total de 523 y de ScienceDirect 1014 documentos. El algoritmo que más predominó fue el de "artificial intelligence AND caries" en ScienceDirect con un resultado de 861 y en PubMed fue "periodontics AND artificial intelligence" con 186 resultados, como se puede evidenciar en la Tabla #1. *Cantidad de artículos en base a los algoritmos seleccionados.*

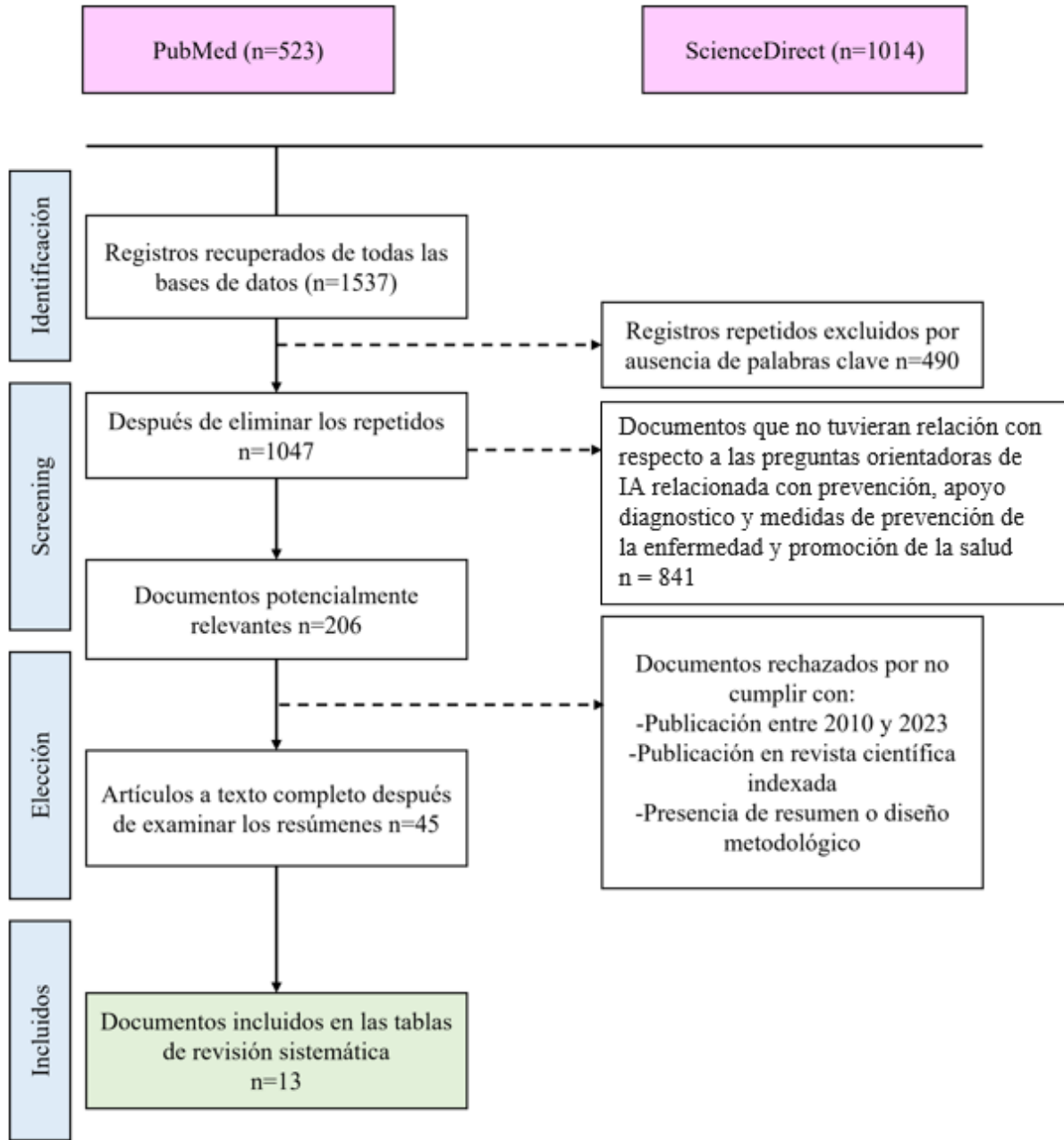
**Tabla #1.** *Cantidad de artículos en base a los algoritmos seleccionados*

<b>Algoritmos</b>	<b>Base de datos ScienceDirect</b>	<b>Base de datos PubMed</b>
Periodontics AND Artificial Intelligence	18	186
Artificial Intelligence AND Caries	861	147
Artificial Intelligence AND Tooth Brush	26	0
Artificial Intelligence AND Periodontology And Prevention	26	27
Artificial Intelligence AND Dentistry AND Periodontics	55	137
Artificial Intelligence AND Dentistry AND Periodontics AND Prevention	22	26
Artificial Intelligence AND Dentistry AND Prevention AND Tooth Brush	6	0
<b>Total:</b>	1014	523

Luego del total de los artículos encontrados, se empleó la herramienta *rayyan* donde se fueron descartando artículos duplicados, e incluso artículos donde con base a su título y objetivos no tenían relevancia respecto a los objetivos de la investigación, obteniendo así un total de 46 artículos, lo cuales pasaron por un proceso de selección manual posterior a su lectura a texto completo de los cuales dio como resultado un total de 13 artículos, donde podemos verlos detalladamente según su autor, año de publicación, revista y numeración asignada en la *Tabla #2*, adicional a ello el resumen de toda esta información y su paso a paso se puede apreciar en la

Figura 1 Diagrama de flujo proceso de selección de artículos.

**Figura 1.** Diagrama de flujo proceso de selección de artículos



## 6.1 Análisis de resultados

- **Tabla 2.** Matriz de recopilación de revisión sistemática de literatura

#	Año	Autor	Título	Revista
1	2019	(Huang et al., 2020)	Developing a periodontal disease antibody array for the prediction of severe periodontal disease using machine learning classifiers	<i>Journal of Periodontology</i>
2	2020	(Shimpi et al., 2020)	Development of a periodontitis risk assessment model for primary care providers in an interdisciplinary setting	<i>Technology and Health Care</i>
3	2020	(Bao et al., 2020)	Pressure Cycling Technology Assisted Mass Spectrometric Quantification of Gingival Tissue Reveals Proteome Dynamics during the Initiation and Progression of Inflammatory Periodontal Disease	<i>PROTEOMICS</i>
4	2022	(Shen et al., 2022)	Effects of artificial intelligence-assisted dental monitoring intervention in patients with periodontitis: A randomized controlled trial	<i>Journal of Clinical Periodontology</i>
5	2022	(Mohammad-Rahimi et al., 2022)	Deep learning in periodontology and oral implantology: A scoping review	<i>Journal of Periodontal Research</i>
6	2022	(Monsarrat et al., 2022)	Systemic Periodontal Risk Score Using an Innovative Machine Learning Strategy: An Observational Study	<i>Journal of Personalized Medicine</i>
7	2022	(Bashir et al., 2022)	Systematic comparison of machine learning algorithms to develop and validate predictive models for periodontitis	<i>Journal of Clinical Periodontology</i>



8	2022	(Al-Jallad et al., 2022)	Artificial intelligence-powered smartphone application, AICaries, improves at-home dental caries screening in children: Moderated and unmoderated usability test	<i>PLOS Digital Health</i>
9	2022	(Acherkouk et al., 2022)	Robot and mechanical testing of a specialist manual toothbrush for cleaning efficacy and improved force control	<i>BMC Oral Health</i>
10	2023	(Dhopte&Bagde , 2023)	Smart Smile: Revolutionizing Dentistry With Artificial Intelligence	<i>Cureus</i>
11	2023	(Andrade et al., 2023)	Automatic dental biofilm detection based on deep learning	<i>Journal of Clinical Periodontology</i>
12	2023	(Snider et al., 2023)	Effectiveness of AI-driven remote monitoring technology in improving oral hygiene during orthodontic treatment	<i>Orthodontics &amp; Craniofacial Research</i>
13	2023	(Mahdi et al., 2023)	How does artificial intelligence impact digital healthcare initiatives? A review of AI applications in dental healthcare	<i>International Journal of Information Management Data Insights</i>

Seguido de ello, se realiza una clasificación de los estudios seleccionados, por medio o estando enfocados según las preguntas orientadoras, esto se puede apreciar a mayor detalle en la tabla #3 *Matriz de clasificación según preguntas orientadoras*.

- **Tabla #3.** *Matriz de clasificación según preguntas orientadoras*

**¿Cuáles son las herramientas de inteligencia artificial enfocadas en la prevención de la enfermedad y promoción de la salud periodontal?**

<i>Developing a periodontal disease antibody array for the prediction of severe periodontal disease using machine learning classifiers</i>	<i>Development of a periodontitis risk assessment model for primary care providers in an interdisciplinary setting</i>	<i>Pressure Cycling Technology Assisted Mass Spectrometric Quantification of Gingival Tissue Reveals Proteome Dynamics during the Initiation and Progression of Inflammatory Periodontal Disease</i>
<i>Deep learning in periodontology and oral implantology: A scoping review</i>	<i>Systemic Periodontal Risk Score Using an Innovative Machine Learning Strategy: An Observational Study</i>	<i>Systematic comparison of machine learning algorithms to develop and validate predictive models for periodontitis</i>
<i>Artificial intelligence-powered smartphone application, AICaries, improves at-home dental caries screening in children: Moderated and unmoderated usability test</i>	<i>Smart Smile: Revolutionizing Dentistry With Artificial Intelligence</i>	<i>Automatic dental biofilm detection based on deep learning</i>
<b>¿Cuál es la utilidad de la inteligencia artificial relacionada con las medidas de higiene oral como los aditamentos y técnicas de cepillado?</b>		
<i>Robot and mechanical testing of a specialist manual toothbrush for cleaning efficacy and improved force control</i>	<i>Effectiveness of AI-driven remote monitoring technology in improving oral hygiene during orthodontic treatment</i>	<i>How does artificial intelligence impact digital healthcare initiatives? A review of AI applications in dental healthcare</i>
<i>Effects of artificial intelligence-assisted dental monitoring intervention in patients with periodontitis: A randomized controlled trial</i>		

## 7. Discusión

En consecuencia, a la recopilación de información correspondiente al scoping review se obtiene un total de 13 documentos publicados entre el año 2019 al 2023. De esta información, es importante tener en cuenta:

### **¿Cuáles son las herramientas de inteligencia artificial enfocadas en la prevención de la enfermedad y promoción de la salud periodontal?**

La utilización de herramientas de inteligencia artificial aplicadas a las ciencias de la salud se ha extendido ampliamente debido a las diferentes utilidades que puede presentar tanto para el diagnóstico e incluso tratamiento de las enfermedades. Un ejemplo de ello es el uso de Machine Learning para predecir la severidad de la enfermedad periodontal.

Huang et al., 2020 realizó un estudio donde tomó muestras de líquido crevicular en pacientes con enfermedad periodontal estadio III o IV grado B o C para poder comparar cinco modelos de clasificación de machine learning, entre los cuales encontramos: Support Vector Machine (SVM), Random Forest (RF), k Nearest Neighbor (kNN), Linear Discriminant Analysis (LDA) and Classification and Regression Trees (CART). Se encontró que las matrices de anticuerpos tienen capacidad para comprender y diagnosticar la enfermedad periodontal por medio de proteínas, dentro de estas se determina una densidad alta de proteínas donde una de las más precisas en la detección fueron la proteína C reactiva, IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-8, metaloproteinasa 13, osteoprotegerina y osteoactivina. Esto permitiría entonces utilizarlo de forma rutinaria en la consulta dental para que con una muestra de fluido crevicular que resulta ser de fácil obtención y acceso, permita la detección temprana de la enfermedad y pueda llegar a predecir, utilizando IA, la severidad futura de la enfermedad.

Del mismo modo, Shimpi et al., 2020, realizó la propuesta y la puesta en prueba de un nuevo modelo el cual por medio de aprendizaje automático supervisado evaluando los riesgos de

la enfermedad periodontal, para esto compararon 5 algoritmos determinados anteriormente efectivos para la predicción de enfermedad periodontal, como lo son: Naïve Bayes (NB), Logistic Regression (LR), Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), and Decision Tree (DT).

Con resultados encontraron que DT y ANN demostraron mayor precisión en la clasificación de pacientes con alto o bajo riesgo de enfermedad periodontal en comparación con NB, LR y SVM, siendo el modelo resultante con DT como de mayor sensibilidad y especificidad para la clasificación, concluyendo que un modelo capaz de predecir y estratificar los pacientes según su riesgo de enfermedad periodontal sirviendo como una importante herramienta para el diagnóstico validando una aplicación en sentido positivo para la toma de decisiones para determinados pacientes.

Por otra parte, Bao et al., 2020, estudiaron en ratones de laboratorio, las posibles vías de señalización existentes y su relación proteómica entre enfermedades sistémicas y la periodontitis, debido al actuar de la producción de biofilm y su aporte para establecer la enfermedad, manejando dos grupos los cuales le producían una periodontitis por medio de ligaduras y otro el cual estaba sin las ligaduras, una vez teniendo la muestra por medio de cromatografía líquida y espectrometría de masas en tándem, las cuales fueron posteriormente analizadas respectivamente en Progenesis QI, METACORE, STRING y WebGestalt, concluyeron que existe una fina relación en cuanto a respuesta inmune refiere entre las vías de señalización, homeostasis y demás que si es posible clasificar proteínicamente los cuales son capaces de perturbar el huésped durante su progresión, sirviendo como apoyo para posiblemente prevenir un desarrollo o incluso el que se llegue a establecer una enfermedad periodontal en pacientes sistémicamente comprometidos.

Igualmente, Mohammad-Rahimi et al., 2022, realizaron una revisión sistemática con publicaciones que usaran la herramienta Deep learning (DL) pero específicamente con fines periodontales y/o implantológicos, para esto tuvieron como criterios de selección estudios posteriores al 2010 en diferentes base de datos sin importar el idioma, adicionalmente como herramienta de sesgo usaron la QUADAS-2 tool, aunque mencionaban que no fue de mucha fiabilidad debido a su poca solides para la comparación de los mismos, posteriormente dejaron así como resultados 47 estudios, en donde evidenciaron que el uso de DL como una herramienta de aprendizaje profundo por medio de datos en imágenes a grandes rasgos en áreas de periodoncia como lo la diversidad en sus patologías por ejemplo de tipo periodontitis o gingivitis y a su vez también predecir parcialmente resultados de tratamientos con implantes dentales en el área de implantología.

Al mismo tiempo Monsarrat et al., 2022, proponían un algoritmo de aprendizaje automático, personalizado, este basado en una herramienta poca invasiva y de fácil uso alimentada por datos recopilados en la parte clínica con el fin de identificar pacientes con enfermedades periodontales y así poder reducir su progresión, hasta tal punto de poder del mismo modo contrarrestar su afecciones sistémicas, para esto tuvieron en cuenta 532 pacientes usando Machine Learning (ML), igualmente se usaron unas herramientas complementarias como lo fueron multilayer perceptrón y SHapley Additive exPlanations (SHAP) explainability, con el fin de sintetizar más la información, como resultado concluyeron que los datos recopilados como lo es la edad, índice de masa corporal, hábitos de tabaquismo, la dieta, el consumo de bebidas alcohólicas, la presencia de enfermedades sistémicas, el nivel educativo e incluso hasta el estado hormonal, tenían contribución en la determinación de la salud periodontal de determinado paciente, ya como dato relevante si mencionaron que una edad para ser más propensos por

ejemplo a la inflamación periodontal el número es de 35 años en adelante, así del mismo modo hay probabilidad de mayor progresión en que aumente la gravedad de la patología periodontal. Finalmente mencionan que la determinación de estos perfiles de probabilidad en desarrollo de enfermedad periodontal sería de gran utilidad para intervenir tempranamente sea cual sea la alteración.

De la misma forma Bashir et al., 2022, hicieron un estudio donde realizaron una comparación de algoritmos usados para predecir la periodontitis, para esto usaron una recopilación de información por medio de 7.138 encuestas, luego fueron validadas por bootstrap sampling y alternative country's dataset, luego de ello se compararon bajo métricas de rendimiento: área bajo la curva para la característica operativa del receptor [AUC], precisión, sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo), adicionalmente se usaron dos métodos de preprocesamiento de datos que fueron el de selección de características basada en aprendizaje automático y reducción de dimensionalidad en componentes principales.

Como resultados varios algoritmos evidenciaron un rendimiento bastante sólido durante la validación interna, aunque no se reflejó en la validación externa, también en el rendimiento predictivo se evidenció una disminución de los algoritmos, lo que da como conclusión para ellos que se debe tener en cuenta un mayor tamaño de muestra, para poder analizar más y así determinar o explotar todo el potencial de la información.

Por otro lado, Al-Jallad et al., 2022, también realizaron un estudio donde por medio de una aplicación en teléfonos inteligentes, podría mejorar la detección de caries infantil temprana en el hogar de los pacientes sin importar su situación económica, para esto el equipo de investigación desarrolló AICaries, la cual es una aplicación impulsada por inteligencia artificial que recopila información por medio de fotografías dentales en la infancia, esta aplicación fue

puesta en prueba en pacientes (niños) y sus acudientes los cuales no han podido contar con una atención odontológica, para probar su efectividad, tuvieron en cuenta, su aceptación, su conocimiento adquirido en la aplicación y a su vez su uso.

Como resultado la aplicación recibió una muy buena aceptación, adicionalmente la recopilación por parte de los acudientes contaba con fotografías de buena calidad que permitieran un mejor desarrollo de la misma aplicación, facilitado el uso, igualmente comentaban los acudientes que no estaría mal el tener apoyo de algunos trabajadores de la salud como capacitando y así mismo sacar todo el mayor provecho a la aplicación, finalmente concluyen que esta herramienta favorece a la detección temprana de la caries infantil, a su vez instruye de conocimiento a sus acudientes en la educación respecto a caries refiere y así mismo el poder prevenir en todos los aspectos posibles que se puedan abordar para reducir a futuro los altos índices de caries, más que todo en esas poblaciones que no cuentan con el fácil acceso a una atención odontológica.

De igual importancia Dhopte&Bagde en el 2023, realizan una publicación donde comentan como la inteligencia artificial se ha convertido en una tecnología que puede explorar futuras perspectivas en áreas de odontología sacando su máximo potencial, todo con el fin de ser o lograr una eficiencia total en cuanto a la atención en general del paciente refiere. Para esto recorren todas las áreas y/o especialidades de la odontología donde destacan como la IA ha aportado significativamente en cada una de ellas, en cuanto a periodoncia refiere menciona como por medio de datos como por ejemplo, nivel de inserción, sangrado al sondaje, profundidad al sondaje, cantidad de diente extraídos, etc., es posible detectar en una etapa temprana de la aparición de una futura enfermedad que afecta los tejidos periodontales y a su vez el poder abordarla con el fin de frenar su progresión, también por medio de la planificación de

tratamientos e incluso una vez se presenta la pérdida dental, el cómo se puede predecir la colocación del implante dental anatómicamente hablando, sea por su medida y/o el permitir calcular las angulaciones, teniendo como finalidad reducir las complicaciones o riesgos que se puedan llegar a presentar en un futuro y así mismo mantener todo lo que es la salud periodontal, dentro de lo que se pueda tener estable. También concluyen como herramientas como AR/VR, and IoT pueden potencializar aún más las ya existentes, todo para generar una atención odontológicamente hablando.

Por último, Andrade et al., 2023, buscaron que sea posible la detección automática de biofilm por medio de Deep learning (DL), adicionalmente apoyados con U-Net neural network, para esto se emplearon un conjunto de datos por medio de fotografías intra orales tomadas en diferente angulación, es decir, vista frontal, vista lateral, en pacientes con denticiones mixtas y denticiones permanentes, estas tomadas antes de aplicar gotas reveladoras, como resultados por medio del U-Net neural network se logró una precisión bastante alta siendo esta del 91.8%, favoreciendo mayor detección en pacientes con tratamientos en el área de ortodoncia, dejando como resultado que esta herramienta favorece a la detección de la placa dental, lo que a su vez permite el poder abordarla en etapas tempranas, mejorando así la higiene oral y a si mismo la salud oral a nivel general.

### **¿Cuál es la utilidad de la inteligencia artificial relacionada con las medidas de higiene oral como los aditamentos y técnicas de cepillado?**

Según estudios encontrados se ha podido evidenciar el cómo el uso de la inteligencia artificial en sus diferentes softwares, técnicas y/o algoritmos es capaz de analizar, determinar, sintetizar y sugerir mejoras ya sea en patrones de cepillado o incluso en técnicas de higiene oral



con el fin de evitar como por ejemplo patrones de tipos traumáticos que generen lesiones en los tejidos duros y blandos de la cavidad oral.

Una muestra de esto la registró Acherkouk et al., 2022, en esta publicación se realizó un estudio donde por medio de dos estudios, hizo un análisis en cuanto al cepillado dental refiere y su técnica en higiene oral, por un lado, quiso observar cómo influye el grado de flexibilidad del cuello del mango o cabezal del cepillo, por otro lado, se analizó las diferentes técnicas de cepillado como los fueron en sentido horizontal, vertical y circular o giratorio. En los dos estudios se evaluaron fuerzas entre 2.5 N y 3.5 N, adicionalmente se usó tecnología como 3D-printed y modelos robóticos *in vitro*.

Concluyendo como resultado para el primer estudio que entre mayor flexibilidad del cuello o del cabezal del cepillo favorece a la absorción de la fuerza aplicada durante el cepillado, así evitando una futura lesión sobre la mucosa y/o tejidos periodontales en boca, al igual que el segundo estudio aunque no dio datos relevantes, sí se evidenció una mayor efectividad en higiene en las diferentes caras de los dientes con la técnica circular, igualmente refiere que no es la única técnica recomendada debido a que requiere el apoyo de otras técnicas para cumplir con la totalidad de una higiene oral optima incluso llegando a zonas de difícil acceso como lo es la zona interproximal.

Del mismo modo, Snider et al., 2023, quisieron evaluar la efectividad de la tecnología de monitoreo remoto impulsado por inteligencia artificial (AIDRM), Dental Monitoring™ (DM™), este funcionando a través de la cámara de un teléfono inteligente por medio de escaneo y evaluación intraoral, siendo empleada para mejorar la higiene oral un paciente durante su tratamiento de ortodoncia, esto por medio de notificaciones personalizadas en un teléfono

inteligente, durante el estudio realizaron controles evaluativos por medio de índices de placa, estos llevados a cabo entre 5 y 13 meses de seguimiento.

Posterior a este tiempo concluyeron como dato relevante que una vez iniciado el tratamiento de ortodoncia, la higiene oral empeora exponencialmente en los primeros 3 meses hasta encontrar una estabilidad a los 5 meses, a lo que denominan efecto meseta, igualmente comentan por otro lado que el uso de la IA como lo es AIDRM, favorece con sus notificaciones, ayudando a mantener aún más controlado el índice de placa, lo que a su vez mantiene una óptimas condiciones la salud oral por medio de estos recordatorios evitado la exacerbación de biofilm, lo que se conoce como uno de los principales causales de las enfermedades gingivales y periodontales.

De igual importancia Mahdi et al., 2023, quisieron demostrar en una revisión el impacto significativo en la odontología clínicamente hablando el uso de tecnología de inteligencia artificial, en esta recopilación de la información se tuvo en cuenta publicaciones medicas entre los años 1990 y 2022, donde claramente compararon diagnóstico clínico humano vs. diagnóstico por medio de tecnologías por IA.

Finalmente en el estudio concluyen que aunque si puede existir un punto donde la IA pueda llegar a reemplazar la destreza manual del profesional en odontología debido a su precisión, de todas formas estas tecnologías no puede ser usas automáticamente sino que deben ser manejadas bajo supervisión humana así mismo por medio de conocimientos y experiencia se puede usar a favor con el fin de reducir y diagnosticar en etapas tempranas patologías a nivel oral, lo que a su vez conduce a obtener mejores resultado en respuestas de tratamientos.

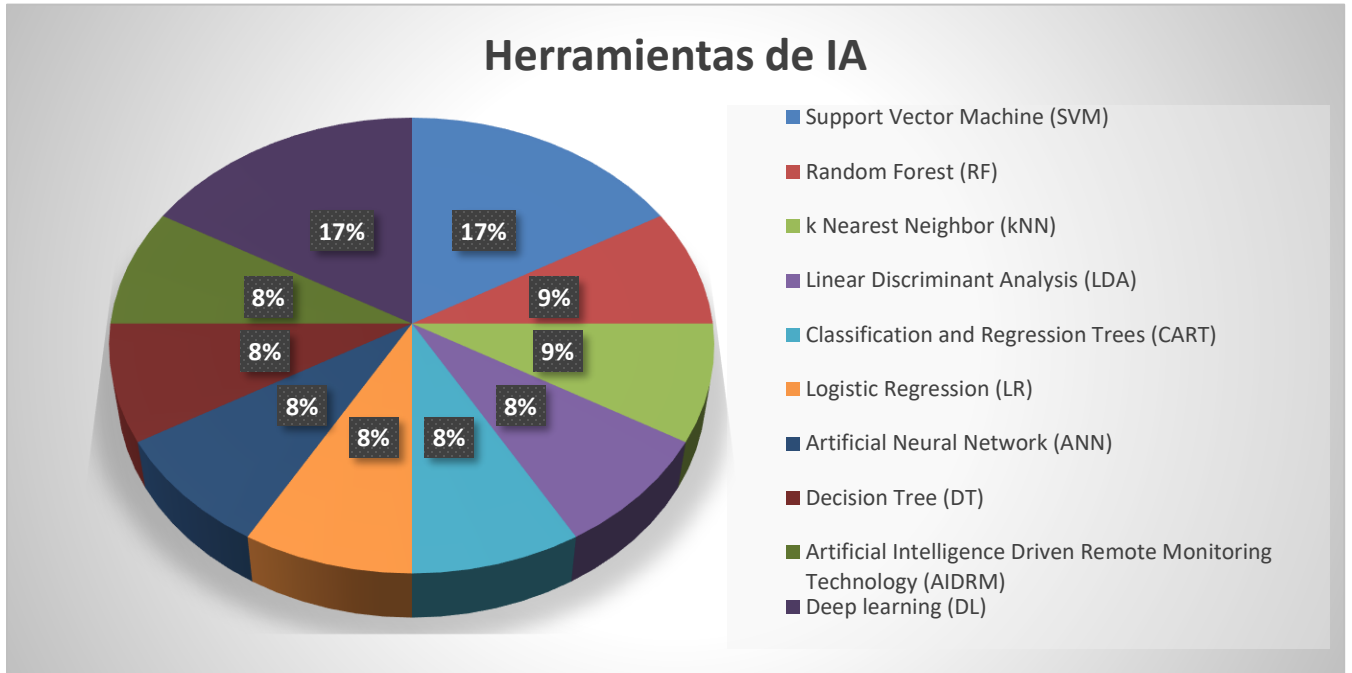
Por último, Shen et al., 2022, en su estudio evaluaron los efectos de una aplicación Dental Monitoring™ (DM™) está de inteligencia artificial actuando sobre los resultados del

tratamiento en pacientes con periodontitis, esto lo manejaron teniendo asesorías y seguimientos durante 3 meses, donde tuvieron una clasificación de tres grupos, uno donde tenían un grupo control, es decir, con seguimientos por profesionales humanos, otro donde el grupo únicamente era asesorado por la aplicación de IA y uno mixto.

Con resultados encontraron que hubo una mejor respuesta del grupo mixto, es decir el que tuvo seguimiento y asesoría de IA con apoyo de profesional humano, esto debido a que en cuanto a índices de placa refiere este grupo presentó una gran reducción con respecto a la toma inicial, del mismo modo los niveles de inserción tuvieron también una reducción en su bolsa periodontal posterior a los tratamientos no quirúrgicos realizados, concluyendo que el uso de un monitoreo por IA en casa favorece como herramienta para controles personalizados en sus respectivos tratamientos.

Del mismo modo, podemos apreciar por medio de la Figura#2 *Herramientas de inteligencia artificial usadas en los artículos seleccionados*, como información adicional a la anteriormente mencionada, es que hay evidencia de diferentes tipos de herramientas de inteligencia artificial usadas en los artículos seleccionados, claramente cabe resaltar que cada una de ellas, fue usada en su momento más que todo según el enfoque de la investigación realizada bajo el objetivo de los investigadores y el tipo de estudio, aunque lo que también da a entender es que sin importar que se usen con más frecuencia una herramienta en sí, no hay un estándar en cuanto a herramientas de inteligencia artificial que pudieran ser específicamente aplicadas a periodoncia.

**Figura #2** Herramientas de inteligencia artificial usadas en los artículos seleccionados



## **8. Conclusiones y recomendaciones**

En primera instancia, con respecto a la efectividad de las herramientas de la inteligencia artificial en la detección temprana y el seguimiento de la enfermedad periodontal, es posible concluir que los estudios revisados demostraron que las herramientas de IA, pueden mejorar la detección temprana y personalizar la atención de los pacientes. Sin embargo, esta efectividad es dependiente de la calidad de los datos, adicionalmente complementa con la experiencia de los profesionales de la salud oral y su destreza con la interpretación clínica.

Con relación a la identificación de las técnicas y los algoritmos relevantes. Se concluye que cada técnica y algoritmo, presenta unas ventajas específicas desde una diversidad de enfoques, las cuales pueden ir desde análisis proteómicos hasta aplicaciones móviles impulsadas por la inteligencia artificial, por lo que es importante seleccionar de manera adecuada las herramientas según el contexto y los objetivos clínicos.

Así mismo, al hablar de las implicaciones éticas y de privacidad, es posible concluir, que herramientas como el consentimiento informado, la protección de datos sensibles e igualmente la prevención de sesgos algorítmicos, es de suma importancia para evidenciar la transparencia, la responsabilidad y la confianza del uso ético de la inteligencia artificial en la atención en cuanto a nivel dental refiere, favoreciendo a la implementación de estas herramientas en los pacientes.

Finalmente, a nivel general se concluye que, a pesar de los desafíos identificados, como lo es la calidad de los datos y la interpretación clínica, el uso de inteligencia artificial ofrece ventajas significativas en la eficiencia y la atención a los pacientes, representando avances tecnológicos prometedores en la gestión de la atención odontológica moderna, razón por la cual es necesario implementarla de manera progresiva, pero con cautela en los diferentes entornos relacionados con la prevención de la enfermedad periodontal.

Se recomienda para futuras investigaciones relacionadas con el tema la posibilidad de realizar análisis estadísticos que permitan cuantificar la efectividad de las herramientas de la inteligencia artificial en la prevención de la enfermedad periodontal, identificando a su vez las tendencias emergentes en el uso de la IA, planteando un panorama para el futuro de estos instrumentos en estas patologías y su desarrollo multifactorial, obteniendo así una perspectiva más amplia sobre el objeto de estudio.

## 9. Referencias Bibliográficas

Acherkouk, A., Götze, M., Kiesow, A., Ramakrishnan, A., Sarembe, S., Lang, T., & Gaengler, P. (2022). Robot and mechanical testing of a specialist manual toothbrush for cleaning efficacy and improved force control. *BMC Oral Health*, 22(1), 225.

<https://doi.org/10.1186/s12903-022-02211-4>

Acquisti A, Brandimarte L, Loewenstein G. Privacidad y comportamiento humano en la era de la información. *Science*. 2015 Jan 30;347(6221):509-14

Adluru, S. (2023). Artificial intelligence in oncological therapies. In *Computational Methods in Drug Discovery and Repurposing for Cancer Therapy* (pp. 43–58). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15280-1.00014-5>

Agrawal, P., & Nikhade, P. (2022). Artificial Intelligence in Dentistry: Past, Present, and Future. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.27405>

Agrawal, A., Gans, J. y Goldfarb, A. (2020). Cómo ganar con el aprendizaje automático. *Harvard Business Review* , 98 (5), 126-133.

Aggarwal A, Tam CC, Wu D, Li X, Qiao S. Chatbots basados en inteligencia artificial para promover cambios en el comportamiento de salud: revisión sistemática. *J Med Internet Res*. 24 de febrero de 2023; 25: e40789

Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F, Qamar W, Halim MSB, Maqsood A, Alam MK. Técnicas de inteligencia artificial: análisis, aplicación y resultados en odontología: una revisión sistemática. *Biomed Res Int*. 22 de junio de 2021; 2021:9751564

Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, YK, D'Ambra, J. y Shen, KN (2021). Sesgo algorítmico en la innovación basada en datos en la era de la IA. *Revista Internacional de Gestión de la Información* , 60 , 102387

Albandar, J. M., & Rams, T. E. (2002). Global epidemiology of periodontal diseases: an overview. *Periodontology 2000*, 29(1), 7–10. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0757.2002.290101.x>

Alshahrani, A., Dennehy, D. y Mäntymäki, M. (2021). *Una visión basada en la atención de la asimilación de la IA en las organizaciones del sector público: el caso de Arabia Saudita* . Información gubernamental trimestral

Al-Jallad, N., Ly-Mapes, O., Hao, P., Ruan, J., Ramesh, A., Luo, J., Wu, T. T., Dye, T., Rashwan, N., Ren, J., Jang, H., Mendez, L., Alomeir, N., Bullock, S., Fiscella, K., & Xiao, J. (2022). Artificial intelligence-powered smartphone application, AICaries, improves at-home dental caries screening in children: Moderated and unmoderated usability test. *PLOS Digital Health*, 1(6), e0000046. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000046>

Al-Kuwaiti, A., Nazer, K., Al-Reedy, A., Al-Shehri, S., Al-Muhanna, A., Subbarayalu, A. V., Al Muhanna, D., & Al-Muhanna, F. A. (2023). A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 951. <https://doi.org/10.3390/jpm13060951>

Aminoshariae A, Kulild J, Nagendrababu V. Inteligencia artificial en endodoncia: aplicaciones actuales y direcciones futuras. *J. Endod.* 2021 septiembre;47(9):1352-1357

Andrade, K. M., Silva, B. P. M., de Oliveira, L. R., & Cury, P. R. (2023). Automatic dental biofilm detection based on deep learning. *Journal of Clinical Periodontology*, 50(5), 571–581. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13774>



Ashok, M., Madan, R., Joha, A. y Sivarajah, U. (2022). Marco ético para la Inteligencia Artificial y las tecnologías Digitales. *Revista Internacional de Gestión de la Información* , 62 , 102433

Babic, B., Cohen, IG, Evgeniou, T. y Gerke, S. (2021). Cuando el aprendizaje automático se descarrila. *Harvard Business Review*, (enero-febrero)

Balasubramaniam N, Kauppinen M, Rannisto A, Hiekkänen K, Kujala S. *InfSoftwTechnol.*, Transparencia y explicabilidad de los sistemas de IA: de las directrices éticas a los requisitos.

Banerjee, D., Cronan, TP y Jones, TW (1998). Modelado de la ética de TI: un estudio sobre ética situacional. *MIS trimestral* , 21 (1), 31–60

Bankins, S., Formosa, P., Griep, Y. y Richards, D. (2022). ¿Toma de decisiones de IA con dignidad? Contrastar las percepciones de justicia de los trabajadores sobre la toma de decisiones humanas y de IA en un contexto de gestión de recursos humanos. *Fronteras de los sistemas de información* , 24 , 1–19. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10223-8>

Banna GL, Torino F, Marletta F, et al. (2017): *Lactobacillus rhamnosus* GG: una descripción general para explorar la justificación de su uso en el cáncer . *Front Pharmacol* 8 : 603.

Bao, K., Li, X., Kajikawa, T., Toshiharu, A., Selevsek, N., Grossmann, J., Hajishengallis, G., & Bostanci, N. (2020). Pressure Cycling Technology Assisted Mass Spectrometric Quantification of Gingival Tissue Reveals Proteome Dynamics during the Initiation and Progression of Inflammatory Periodontal Disease. *PROTEOMICS*, 20(3–4), 1900253. <https://doi.org/10.1002/pmic.201900253>

Bashir, N. Z., Rahman, Z., & Chen, S. L. (2022). Systematic comparison of machine learning algorithms to develop and validate predictive models for periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology*, 49(10), 958–969. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13692>

Bawack, RE y Bonhoure, E. (2023). Influencer es el nuevo recomendador: conocimientos para teorizar los sistemas de recomendación social. *Fronteras de los sistemas de información* , 25 (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10262-9>

Boreak N. Eficacia de las aplicaciones de inteligencia artificial diseñadas para el diagnóstico, la toma de decisiones y la predicción del pronóstico endodóntico: una revisión sistemática. *J Contemp Dent Pract*. 2020 Aug 1;21(8):926-934

Brooks, LA y Saveri, A. (2017). Ampliar la capacidad imaginada con tipos futuros: desafiar el poder algorítmico con la imaginación colectiva de 2040. En actas de la 50ª Conferencia Internacional de Hawaii sobre Ciencias de Sistemas (HICCS)

Bryson, JJ (2018). La paciencia no es una virtud: el diseño de sistemas inteligentes y sistemas de ética. *Ética y tecnología de la información* , 20 (1), 15–26

Busnatu Ș, Niculescu AG, Bolocan A, Petrescu GED, Păduraru DN, Năstasă I, Lupușoru M, Geantă M, Andronic O, Grumezescu AM, Martins H. Aplicaciones clínicas de la inteligencia artificial: una descripción general actualizada. *J Clin Med*. 2022 18 de abril;11(8):2265

Butcher, J. y Beridze, I. (2019). ¿Cuál es el estado de la gobernanza de la inteligencia artificial a nivel mundial? *La revista RUSI* , 164 (5–6), 88–96

Calzarossa, MC, De Lotto, I. y Rogerson, S. (2010). Ética y sistemas de información: introducción de los editores invitados. *Fronteras de los sistemas de información* , 12 (4), 357–359. <https://doi.org/10.1007/s10796-009-9198-4>

Chapple, I. L. C., Mealey, B. L., Van Dyke, T. E., Bartold, P. M., Dommisch, H., Eickholz, P., Geisinger, M. L., Genco, R. J., Glogauer, M., Goldstein, M., Griffin, T. J., Holmstrup, P., Johnson, G. K., Kapila, Y., Lang, N. P., Meyle, J., Murakami, S., Plemons, J., Romito, G. A., ... Yoshie, H. (2018). Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*, *89*, S74–S84. <https://doi.org/10.1002/JPER.17-0719>

Chau, R., Li, G.-H., Tew, I. M., Thu, K. M., McGrath, C., Lo, W.-L., Ling, W.-K., Hsung, R. T.-C., & Lam, W. Y. H. (2023). Accuracy of Artificial Intelligence-Based Photographic Detection of Gingivitis. *International Dental Journal*.  
<https://doi.org/10.1016/j.identj.2023.03.007>

Chen, Y., Jensen, S., Albert, L.J., Gupta, S. y Lee, T. (2023). Asistentes estudiantiles de Inteligencia Artificial (IA) en el aula: diseño de chatbots para apoyar el éxito de los estudiantes. *Fronteras de los sistemas de información* , *25* (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10291-4>

Chiasson, M., Davidson, E. y Winter, J. (2018). Fundamentos filosóficos para informar el futuro (S) a través de la investigación de SI. *Revista europea de sistemas de información* , *27* (3), 367–379

Coombs, C., Stacey, P., Kawalek, P., Simeonova, B., Becker, J., Bergener, K. y Trautmann, H. (2021). ¿Qué tiene la humanidad que no podemos ceder a las máquinas inteligentes? Una perspectiva europea. *Revista Internacional de Gestión de la Información* , *58* , 102311

Daniel Y Chu , Nagesh Adluru , Veena A Nair , Anusha Adluru , Timothy Choi , Alanna Kessler-Jones , Kevin Dabbs , Jiancheng Hou , Bruce Hermann , Vivek Prabhakaran , Raheel Ahmed

D'Argenio V, Salvatore F (2015): El papel del microbioma intestinal en el estado adulto sano . *Clin Chim Acta* 451 ( Parte A ): 97-102.

Dasari S, Kathera C, Janardhan A, et al. (2017): Papel emergente de los probióticos en la profilaxis y terapia del cáncer: una revisión sistemática . *Clin Nutr Edinb Scotl* 36 : 1465-1472.

Dattathrani, S. y De, R. (2023). El Concepto de Agencia en la era de la Inteligencia Artificial: dimensiones y grados. *Fronteras de los sistemas de información* , 25 (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10336-8>

Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future Healthcare Journal*, 6(2), 94–98. <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>

Davison, RM (2000). Ética profesional en los sistemas de información: una perspectiva personal. *Comunicaciones de la Asociación de Sistemas de Información* , 3 (1), 8. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00308>

Dennehy, D., Pappas, I., Fosso Wamba, S. y Michael, K. (2021). Desarrollo de sistemas de información socialmente responsables: el papel de la IA y el análisis de negocios, Editorial. *Tecnología de la información y personas* , 34 (6), 1541-1550. <https://doi.org/10.1108/ITP-10-2021-871>

Dennehy, D., Schmarzo, B. y Sidaoui, M. (2022). Organizar para la innovación impulsada por la IA a través del diseño: el caso de Hitachi Vantara. *Revista Internacional de Gestión de Tecnología* , 88 (2–4), 312–334. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2022.121507>

Deshmukh S., Inteligencia artificial en odontología, *J Int Clin Dent Res Organ*. 2018;10:47.

Dhopte, A., & Bagde, H. (2023). Smart Smile: Revolutionizing Dentistry With Artificial Intelligence. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.41227>

Dignum, V. (2020). Responsabilidad e inteligencia artificial. El manual de ética de la IA de Oxford, 4698, 215

Ducrotté P, Sawant P, Jayanthi V (2012): Ensayo clínico: Lactobacillus plantarum 299v (DSM 9843) mejora los síntomas del síndrome del intestino irritable . *Mundo J Gastroenterol* 18 : 4012-4018.

Dudzisz S, Kujawa-Szewieczek A, Kwiecień K, et al. (2018): Lactobacillus plantarum 299v reduce la incidencia de infección por Clostridium difficile en nefrología y salas de trasplantes: resultados de un estudio ampliado de un año . *Nutrientes* 10 : 1574

Dwivedi, YK, Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T. y Williams, MD (2021). Inteligencia artificial (IA): perspectivas multidisciplinares sobre desafíos, oportunidades y agenda emergentes para la investigación, la práctica y las políticas. *Revista Internacional de Gestión de la Información* , 57 , 101994

Dwivedi, YK y Wang, Y. (2022). Editorial invitada: Inteligencia artificial para el marketing B2B: Retos y oportunidades. *Gestión de Marketing Industrial* , 105 , 109–113

Dwork C., IA y privacidad: preocupaciones sobre la privacidad en torno a la IA y su posible impacto en los datos personales, 25 de abril de 2023, The Economic Times

Elbanna, A., Dwivedi, Y., Bunker, D. y Wastell, D. (2020). La búsqueda de la inteligencia en el trabajo, la vida y la organización: más allá de la 'Tecnomagia'. *Fronteras de los sistemas de información* , 22 (2), 275–280. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10013-8>

Enholm, I. M., Papagiannidis, E., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2022). Artificial Intelligence and Business Value: a Literature Review. *Information Systems Frontiers*, 24(5), 1709–1734. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10186-w>

Ferreira dos Santos T, Alves Melo T, Almeida ME, et al. (2016): Efectos inmunomoduladores de *Lactobacillus plantarum* Lp62 sobre las células epiteliales y mononucleares intestinales . *Biomed Res Int* 2016: 8404156

Gams, M., Gu, IYH, Härmä, A., Muñoz, A. y Tam, V. (2019). Inteligencia artificial e inteligencia ambiental. *Revista de inteligencia ambiental y entornos inteligentes* , 11 (1), 71–86

Gangadhari, RK, Khanzode, V., Murthy, S. y Dennehy, D. (2022). Modelado de las relaciones entre las barreras para la implementación del aprendizaje automático para el análisis de accidentes: la industria petrolera de la India. *Benchmarking: An International Journal*

García-Pola M, Pons-Fuster E, Suárez-Fernández C, Seoane-Romero J, Romero-Méndez A, López-Jornet P. Papel de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz del cáncer bucal. Una revisión del alcance. *Cancers (Basel)*. 2021 Sep 14;13(18):4600

Goossens D, Jonkers D, Russel M, et al. (2005): Supervivencia del probiótico *L. plantarum* 299v y sus efectos sobre la flora bacteriana fecal, con y sin inhibición del ácido gástrico . *Dig Liver Dis Off J Ital Soc Gastroenterol Ital Assoc Study Liver* 37 : 44-50

Grøder, CH, Schmager, S., Parmiggiani, E., Vasilakopoulou, P., Pappas, I. y Papavlasopoulou, S. (2022). Educar sobre IA Responsable en SI: Diseño de un curso basado en el Aprendizaje Experiencial. *Conferencia Internacional sobre Sistemas de Información (ICIS)* , 10, Copenhague, Dinamarca

Grischke J, Johansmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. Dentronics: hacia la robótica y la inteligencia artificial en odontología. *Dent Mater.* 2020 Jun;36(6):765-778

Griva, A., Bardaki, C., Pramataris, K. y Doukidis, G. (2021). Factores que afectan el análisis de clientes: evidencia de tres casos minoristas. *Fronteras de los sistemas de información* , 24 , 493–516. <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10098-1>

Gupta, M., Parra, C. y Dennehy, D. (2022). 'Cuestionar los prejuicios raciales y de género en las recomendaciones de IA: ¿Importan los valores culturales a nivel individual?'. *Fronteras de los sistemas de información* , 24 , 1465-1481. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10156-2>

Guizzardi R, Amaral G, Guizzardi G, Mylopoulos J., Requisitos éticos para los sistemas de IA, Conferencia Canadiense sobre Inteligencia Artificial. vol. 12109. Estados Unidos: Springer, Cham; 2020. ; págs. 251-256.

Gutiérrez, F., Padilla-Avalos, C.-A., & Marroquín, C. (2022). Enfermedad periodontal en latinoamerica: enfoque regional y estrategia sanitaria. *Revista de Salud Pública*, 24(4), 1–5. <https://doi.org/10.15446/rsap.v24n4.97675>

Harfouche, A., Quinio, B., Saba, M. y Saba, PB (2023). La teoría recursiva del aumento del conocimiento: integrar la intuición y el conocimiento humanos en la Inteligencia Artificial para aumentar el conocimiento organizacional. *Fronteras de los sistemas de información* , 25 (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10352-8>

Heikkilä, M. (2022). La IA responsable tiene un problema de agotamiento. Revisión de tecnología del MIT. 28 de octubre de 2022

Heo MS, Kim JE, Hwang JJ, Han SS, Kim JS, Yi WJ, Park IW. Inteligencia artificial en radiología oral y maxilofacial: ¿qué es posible actualmente? *Dentomaxillofac Radiol.* 2021 1 de marzo;50(3):20200375

Huang, W., Wu, J., Mao, Y., Zhu, S., Huang, G. F., Petritis, B., & Huang, R. (2020). Developing a periodontal disease antibody array for the prediction of severe periodontal disease using machine learning classifiers. *Journal of Periodontology*, 91(2), 232–243. <https://doi.org/10.1002/JPER.19-0173>

Imai, K. y Jiang, Z. (2020). Equidad principal para la toma de decisiones humanas y algorítmicas. *Preimpresión de arXiv arXiv:2005.10400*

Intan, M. A., Farha, A., & Hassan, B. M. (2020). Inflammation of the Gums. *Malaysian Family Physician : The Official Journal of the Academy of Family Physicians of Malaysia*, 15(1), 71–73.

Jacobsen CN, Rosenfeldt Nielsen V, Hayford AE, et al. (1999): Detección de actividades probióticas de cuarenta y siete cepas de *Lactobacillus* spp. mediante técnicas in vitro y evaluación de la capacidad de colonización de cinco cepas seleccionadas en humanos . *Appl Environ Microbiol* 65 : 4949-4956

Jain, S., Basu, S., Dwivedi, YK y Kaur, S. (2022). Asistentes de voz interactivos: ¿la credibilidad de la marca mitiga los riesgos de privacidad? *Revista de investigación empresarial* , 139 , 701–717



Janakiram, C., & Dye, B. A. (2020). A public health approach for prevention of periodontal disease. *Periodontology 2000*, 84(1), 202–214.

<https://doi.org/10.1111/prd.12337>

James BL, Sunny SP, Heidari AE, Ramanjinappa RD, Lam T, Tran AV, Kankanala S, Sil S, Tiwari V, Patrick S, Pillai V, Shetty V, Hedne N, Shah D, Shah N, Chen ZP, Kandasarma U, Raghavan SA, Gurudath S, Nagaraj PB, Wilder-Smith P, Suresh A, Kuriakose MA. Validación de un dispositivo de tomografía de coherencia óptica en el lugar de atención con algoritmo de aprendizaje automático para la detección de lesiones orales potencialmente malignas y malignas. *Cancers (Basel)*. 2021 Jul 17;13(14):3583

Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, LS y Janowski, T. (2020). Gobernanza de datos: organización de datos para una inteligencia artificial confiable. *Información Gubernamental Trimestral*, 37 (3), 101493

Javaid M, Khan IH. La atención médica habilitada por Internet de las cosas (IoT) ayuda a enfrentar los desafíos de la pandemia de COVID-19. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2021 abril-junio;11(2):209-214

Jenkinson C, Coulter A, Bruster S, Richards N, Chandola T. Artificial intelligence revolutionizes dentistry for better patient care, *Dental Tribune*, Thu. 13 April 2023, 11:335–339

Jha N, Lee KS, Kim YJ. Diagnóstico de trastornos temporomandibulares mediante tecnologías de inteligencia artificial: una revisión sistemática y un metanálisis. *PLoS One*. 2022 Aug 18;17(8):e0272715

Jobin, A., Ienca, M. y Vayena, E. (2019). El panorama global de las directrices éticas de la IA. *Inteligencia de la máquina de la naturaleza*, 1 (9), 389–399

Johansson ML, Molin G, Jeppsson B, et al. (1993): Administración de diferentes cepas de Lactobacillus en sopa de avena fermentada: colonización in vivo de la mucosa intestinal humana y efecto sobre la flora autóctona . *Appl Environ Microbiol* 59 : 15-20.

Johansson ML, Nobaek S, Berggren A, et al. (1998): Supervivencia de Lactobacillus plantarum DSM 9843 (299v) y efecto sobre el contenido de ácidos grasos de cadena corta en las heces después de la ingestión de una bebida de escaramujo con avena fermentada. *Int J Food Microbiol* 42: 29-38.

Jones C, Badger SA, Regan M, et al. (2013): Modulación de la función de barrera intestinal en pacientes con ictericia obstructiva utilizando el probiótico LP299v . *Eur J Gastroenterol Hepatol* 25: 1424-1430

Junaid N, Khan N, Ahmed N, Abbasi MS, Das G, Maqsood A, Ahmed AR, Marya A, Alam MK, Heboyan A. Desarrollo, aplicación y rendimiento de la inteligencia artificial en la identificación y el diagnóstico de puntos cefalométricos: una revisión sistemática. *Healthcare (Basel)*. 2022 Dec 5;10(12):2454

Kar, A. K., Choudhary, S. K., & Singh, V. K. (2022). How can artificial intelligence impact sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 376, 134120. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134120>

Kautish, P. y Khare, A. (2022). Investigar el papel moderador de los servicios habilitados por IA en la experiencia de flujo y asombro. *Revista Internacional de Gestión de la Información* , 66 , 102519. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102519>

Keegan, BJ, Dennehy, D. y Naudé, P. (2022). Implementación de inteligencia artificial en prácticas tradicionales de marketing B2B: una perspectiva de la teoría de la

actividad. *Fronteras de los sistemas de información* . <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10294-1>

Khanagar SB, Al-Ehaideb A, Maganur PC, Vishwanathaiah S, Patil S, Baeshen HA, Sarode SC, Bhandi S., Desarrollos, aplicación y rendimiento de la inteligencia artificial en odontología: una revisión sistemática, *J Dent Sci*. 2021 Jan;16(1):508-522.

Klarin B, Wullt M, Palmquist I, et al. (2008): Lactobacillus plantarum 299v reduce la colonización de Clostridium difficile en pacientes críticos tratados con antibióticos . *Acta Anesthesiol Scand* 52 : 1096-1102

Koniakou, V. (2023). De la “carrera hacia la ética” a la “carrera por la gobernanza” en Inteligencia Artificial. *Fronteras de los sistemas de información* , 25 (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10300-6>

Krois, J., Ekert, T., Meinhold, L., Golla, T., Kharbot, B., Wittemeier, A., Dörfer, C., & Schwendicke, F. (2019). Deep Learning for the Radiographic Detection of Periodontal Bone Loss. *Scientific Reports*, 9(1), 8495. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44839-3>

Kujawa-Szewieczek A, Adamczak M, Kwiecień K, et al. (2015): El efecto de Lactobacillus plantarum 299v sobre la incidencia de infección por Clostridium difficile en pacientes de alto riesgo tratados con antibióticos . *Nutrientes* 7 : 10179-10188

Kumar, P., Dwivedi, YK y Anand, A. (2021). Inteligencia artificial (IA) responsable para la formación de valor y el desempeño del mercado en el sector sanitario: el papel mediador del compromiso cognitivo del paciente. *Fronteras de los sistemas de información* . <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10136-6>

Laranjo L, Dunn AG, Tong HL, Kocaballi AB, Chen J, Bashir R, Surian D, Gallego B, Magrabi F, Lau AYS, Coiera E. Agentes conversacionales en la atención sanitaria: una revisión sistemática. *J Am Med Inform Assoc*. 2018 Sep 1;25(9):1248-1258

Lee JH, Kim DH, Jeong SN, Choi SH. Diagnóstico y predicción de dientes periodontalmente comprometidos mediante un algoritmo de red neuronal convolucional basado en aprendizaje profundo. *J Periodontal Implant Sci*. 2018 Apr 30;48(2):114-123

Lee, S. J., Chung, D., Asano, A., Sasaki, D., Maeno, M., Ishida, Y., Kobayashi, T., Kuwajima, Y., Da Silva, J. D., & Nagai, S. (2022). Diagnosis of Tooth Prognosis Using Artificial Intelligence. *Diagnostics*, 12(6), 1422.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics12061422>

Lepri, Bruno et al. "Procesos algorítmicos de toma de decisiones justos, transparentes y responsables". *Filosofía y tecnología* 31, 4 (diciembre de 2018): 611–627 © 2017 Springer Science+Business Media

Lingam AS, Koppolu P, Akhter F, Afroz MM, Tabassum N, Arshed M, Khan T, ElHaddad S., Tendencias futuras de la inteligencia artificial en odontología., *J NatSciMed* . 2022;5:221–224.

Liu Q, Nobaek S, Adawi D, et al. (2001): La administración de *Lactobacillus plantarum* 299v reduce los efectos secundarios de la radiación externa en la curación de la anastomosis del colon en un modelo experimental. *Colorrectal Dis Off J Assoc Coloproctology GB Irel* 3 : 245-252

Mack DR, Ahrne S, Hyde L, et al. (2003): La secreción extracelular de mucina MUC3 sigue a la adherencia de cepas de *Lactobacillus* a las células epiteliales intestinales in vitro . *Tripa* 6 : 827-833.

Mack DR, Michail S, Wei S, et al. (1999): Los probióticos inhiben la adherencia de *E. coli* enteropatógena in vitro al inducir la expresión del gen de la mucina intestinal . *Soy J Physiol* 52 : 941-950.

Mahdi, S. S., Battineni, G., Khawaja, M., Allana, R., Siddiqui, M. K., & Agha, D. (2023). How does artificial intelligence impact digital healthcare initiatives? A review of AI applications in dental healthcare. *International Journal of Information Management Data Insights*, 3(1), 100144. <https://doi.org/10.1016/j.jjime.2022.100144>

Majchrzak, A., Markus, ML y Wareham, J. (2016). Diseñando para la transformación digital: Lecciones para la investigación de sistemas de información a partir del estudio de las TIC y los desafíos sociales. *MIS Quarterly*, 40(2),267–277

Mäntymäki, M., Minkkinen, M., Birkstedt, T. y Viljanen, M. (2022a). Poner en práctica la ética de la IA: el modelo de reloj de arena de la gobernanza organizacional de la IA.arXiv preprintarXiv:2206.00335

Mäntymäki, M., Minkkinen, M., Birkstedt, T. y Viljanen, M. (2022b). Definición de gobernanza organizacional de IA. IA y ética, 1–7

Mao Y, Yu JL, Ljungh A, et al. (1996): Respuesta inmune intestinal a la administración oral de *Lactobacillus reuteri* R2LC, *Lactobacillus plantarum* DSM 9843, pectina y base de avena sobre enterocolitis inducida por metotrexato en ratas: *ecología microbiana en salud y enfermedad* 9 : 261-269

Marlicz W, Zawada I, Starzyńska T (2012): Síndrome del intestino irritable: ¿intestino irritable o mente irritable? *Pol Merkur Lek Órgano Pol Tow Lek* 32 : 64-69

Martínez-García, M., & Hernández-Lemus, E. (2021). Periodontal Inflammation and Systemic Diseases: An Overview. *Frontiers in Physiology*, 12.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.709438>

Masón, R. (1986). Cuatro cuestiones éticas de la era de la información. *MIS trimestral* , 10 (1), 5–12

Mikalef, P. y Gupta, M. (2021). Capacidad de inteligencia artificial: conceptualización, calibración de medidas y estudio empírico sobre su impacto en la creatividad organizacional y el desempeño empresarial. *Información y Gestión* , 58 (3), 103434

Mingers, J. y Walsham, G. (2010). Hacia sistemas de información éticos: el aporte de la ética del discurso. *MIS trimestral* , 34 (4), 833–854. <https://doi.org/10.2307/25750707>

Minkkinen, M., Laine, J. y Mäntymäki, M. (2022). Auditoría continua de la Inteligencia Artificial: una conceptualización y evaluación de herramientas y marcos. *Sociedad digital* , 1 (3), 1–27

Minkkinen, M., Zimmer, MP y Mäntymäki, M. (2023). Co-configuración de un ecosistema para una IA responsable: cinco tipos de expectativas funcionan en respuesta a un marco tecnológico. *Fronteras de los sistemas de información* , 25 (1), <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10269-2>

Mohammad-Rahimi, H., Motamedian, S. R., Pirayesh, Z., Haiat, A., Zahedrozegar, S., Mahmoudinia, E., Rohban, M. H., Krois, J., Lee, J., & Schwendicke, F. (2022). Deep learning in periodontology and oral implantology: A scoping review. *Journal of Periodontal Research*, 57(5), 942–951. <https://doi.org/10.1111/jre.13037>

Molin G (2001): Probióticos en alimentos que no contienen leche ni constituyentes lácteos, con especial referencia a *Lactobacillus plantarum* 299v . *Am J Clin Nutr* 73 : 380-385.

Monsarrat, P., Bernard, D., Marty, M., Cecchin-Albertoni, C., Doumard, E., Gez, L., Aligon, J., Vergnes, J.-N., Casteilla, L., & Kemoun, P. (2022). Systemic Periodontal Risk Score Using an Innovative Machine Learning Strategy: An Observational Study. *Journal of Personalized Medicine*, 12(2), 217. <https://doi.org/10.3390/jpm12020217>

Mortensen FV, Møller JK, Hesselv I (1999): Efectos de los ácidos grasos de cadena corta sobre el crecimiento bacteriano in vitro de *Bacteroides fragilis* y *Escherichia coli* . *APMIS Acta Pathol Microbiol Immunol Scand* 2 : 240-244

Naik, N., Hameed, B. M. Z., Shetty, D. K., Swain, D., Shah, M., Paul, R., Aggarwal, K., Ibrahim, S., Patil, V., Smriti, K., Shetty, S., Rai, B. P., Chlosta, P., & Somani, B. K. (2022). Legal and Ethical Consideration in Artificial Intelligence in Healthcare: Who Takes Responsibility? *Frontiers in Surgery*, 9. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.862322>

Nazir, M. A. (2017). Prevalence of periodontal disease, its association with systemic diseases and prevention. *International Journal of Health Sciences*, 11(2), 72–80.

Niederman, F. (2021). Gestión de proyectos: oportunidades para la disrupción de la IA y el análisis avanzado. *Tecnología de la información y personas* , 34 (6), 15701599. <https://doi.org/10.1108/ITP-09-2020-0639>

Niedzielin K, Kordecki H, Birkenfeld B (2001): Un estudio controlado, doble ciego y aleatorizado sobre la eficacia de *Lactobacillus plantarum* 299V en pacientes con síndrome del intestino irritable . *Eur J Gastroenterol Hepatol* 13 : 1143-1147

Nobaek S, Johansson ML, Molin G, et al. (2000): La alteración de la microflora intestinal se asocia con la reducción de la hinchazón abdominal y el dolor en pacientes con síndrome del intestino irritable . *Soy J Gastroenterol* 95 : 1231-1238

Oh YJ, Zhang J, Fang ML, Fukuoka Y. Una revisión sistemática de chatbots de inteligencia artificial para promover la actividad física, una dieta saludable y la pérdida de peso. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2021 Dec 11;18(1):160

Ossowska A, Kusiak A, Świetlik D. Inteligencia artificial en odontología: revisión narrativa. *Int J Environ Res Salud Pública.* 15 de marzo de 2022; 19 (6): 3449.

Patil, S., Albogami, S., Hosmani, J., Mujoo, S., Kamil, M. A., Mansour, M. A., Abdul, H. N., Bhandi, S., & Ahmed, S. S. S. J. (2022). Artificial Intelligence in the Diagnosis of Oral Diseases: Applications and Pitfalls. *Diagnostics*, 12(5), 1029.

<https://doi.org/10.3390/diagnostics12051029>

Proffit WR. La evolución de la ortodoncia hacia una especialidad basada en datos. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):545-7

Rask C, Adlerberth I, Berggren A, et al. (2013): Efecto diferencial sobre la inmunidad mediada por células en voluntarios humanos después de la ingesta de diferentes lactobacilos . *Clin Exp Immunol* 172 : 321-332.

Roganović, J., & Radenković, M. (2023). Ethical use of artificial intelligence in dentistry. In *Ethics - Scientific Research, Ethical Issues, Artificial Intelligence and Education [Working Title]: Vol. Metrics overview.* IntechOpen.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.1001828>

Russell, S., & Norvig, P. (2010). *Inteligencia artificial. Un enfoque moderno* (2nd ed.). Pearson Prentice Hall.



Scott, J., Biancardi, A. M., Jones, O., & Andrew, D. (2023). Artificial Intelligence in Periodontology: A Scoping Review. *Dentistry Journal*, 11(2), 43.

<https://doi.org/10.3390/dj11020043>

Seneviratne S, Seneviratne A, Mahanti A, Mohapatra P., Cinco formas en que la IA y la automatización están optimizando las cadenas de suministro de atención médica en 2021, Oliveai, [Agosto; 2022 ]

Shah H, Hernandez P, Budin F, Chittajallu D, Vimort JB, Walters R, Mol A, Khan A, Paniagua B. Marco de cuantificación automática para detectar grietas en los dientes. Proc SPIE Int Soc Opt Ing. 2018 febrero;10578:105781K

Shan T, Tay FR, Gu L. Aplicación de la inteligencia artificial en odontología. J Dent Res. 2021 marzo;100(3):232-244

Sharma M, Savage C, Nair M, Larsson I, Svedberg P, Nygren JM. Aplicaciones de inteligencia artificial en la práctica de la atención médica: revisión del alcance. J Med Internet Res. 5 de octubre de 2022;24(10):e40238

Shen, K., Huang, C., Lin, Y., Du, J., Chen, F., Kabasawa, Y., Chen, C., & Huang, H. (2022). Effects of artificial intelligence-assisted dental monitoring intervention in patients with periodontitis: A randomized controlled trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 49(10), 988–998. <https://doi.org/10.1111/jcpe.13675>

Shi, Y., Yang, K., Yang, Z., & Zhou, Y. (2022). Motivations and organization. In *Mobile Edge Artificial Intelligence* (pp. 3–5). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823817-2.00010-3>

Shimpi, N., McRoy, S., Zhao, H., Wu, M., & Acharya, A. (2020). Development of a periodontitis risk assessment model for primary care providers in an interdisciplinary setting. *Technology and Health Care*, 28(2), 143–154. <https://doi.org/10.3233/THC-191642>

Sidey-Gibbons JAM, Sidey-Gibbons CJ. Aprendizaje automático en medicina: una introducción práctica. *BMC Med Res Methodol*. 2019 Mar 19;19(1):64

Snider, V., Homsy, K., Kusnoto, B., Atsawasawan, P., Viana, G., Allareddy, V., Gajendrareddy, P., & Elnagar, M. H. (2023). Effectiveness of AI-driven remote monitoring technology in improving oral hygiene during orthodontic treatment. *Orthodontics & Craniofacial Research*. <https://doi.org/10.1111/ocr.12666>

Sun J, Chang EB (2014): Exploración de los microbios intestinales en la salud y las enfermedades humanas: superando los límites . *Genes Dis* 1 : 132-139.

Tandon D, Rajawat J. Presente y futuro de la inteligencia artificial en odontología. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2020 octubre-diciembre; 10 (4): 391-396.

Taye, M. M. (2023). Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions. *Computers*, 12(5), 91. <https://doi.org/10.3390/computers12050091>

Thanh MTG, Van Toan N, Ngoc VTN, Tra NT, Giap CN, Nguyen DM., Aplicación del aprendizaje profundo en la detección de caries dental mediante fotografías intraorales tomadas con teléfonos inteligentes. *Applied Science*. 2022;12:5504

Tonetti, M. S., Greenwell, H., & Kornman, K. S. (2018). Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition. *Journal of Periodontology*, 89, S159–S172. <https://doi.org/10.1002/JPER.18-0006>

Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>

Topping DL (1996): Ácidos grasos de cadena corta producidos por bacterias intestinales . *Asia Pac J Clin Nutr* 5 : 15-19.

Uzun Saylan, B. C., Baydar, O., Yeşilova, E., Kurt Bayrakdar, S., Bilgir, E., Bayrakdar, İ. Ş., Çelik, Ö., & Orhan, K. (2023). Assessing the Effectiveness of Artificial Intelligence Models for Detecting Alveolar Bone Loss in Periodontal Disease: A Panoramic Radiograph Study. *Diagnostics*, 13(10), 1800. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13101800>

Vera, M., Gómez-Silva, M. J., Vera, V., López-González, C. I., Aliaga, I., Gascó, E., Vera-González, V., Pedrera-Canal, M., Besada-Portas, E., & Pajares, G. (2023). Artificial Intelligence Techniques for Automatic Detection of Peri-implant Marginal Bone Remodeling in Intraoral Radiographs. *Journal of Digital Imaging*. <https://doi.org/10.1007/s10278-023-00880-3>

Villegas-Ch, W., García-Ortiz, J., & Jaramillo-Alcazar, A. (2023). An Approach Based on Recurrent Neural Networks and Interactive Visualization to Improve Explainability in AI Systems. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(3), 136. <https://doi.org/10.3390/bdcc7030136>

Vodanović, M., Subašić, M., Milošević, D., & Savić Pavičin, I. (2023). Artificial Intelligence in Medicine and Dentistry. *Acta Stomatologica Croatica*, 57(1), 70–84. <https://doi.org/10.15644/asc57/1/8>

Warin K, Limprasert W, Suebnukarn S, Jinaporntham S, Jantana P, Vicharueang S. Análisis de lesiones orales basado en IA utilizando nuevas redes neuronales

convolucionales profundas para la detección temprana del cáncer oral. PLoS One. 2022 Aug 24;17(8):e0273508

Witkowski, E., & Ward, T. (2020). Artificial intelligence assisted surgery. In *Artificial Intelligence in Healthcare* (pp. 179–202). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818438-7.00008-3>

Woodcock NP, McNaught CE, Morgan DR, et al. (2004): Una investigación sobre el efecto de un probiótico sobre la función inmune intestinal en pacientes quirúrgicos . *Clin Nutr Edinb Scotl* 23 : 1069-1073

Wullt M, Johansson Hagslätt ML, Odenholt I, Berggren A (2007): Lactobacillus plantarum 299v mejora las concentraciones de ácidos grasos de cadena corta fecales en pacientes con diarrea recurrente asociada a Clostridium difficile . *Dig Dis Sci* 52 : 2082-2086

Xu L, Sanders L, Li K, Chow JCL. Chatbot para aplicaciones de oncología y atención médica que utilizan inteligencia artificial y aprendizaje automático: revisión sistemática. *JMIR Cancer*. 2021 Nov 29;7(4):e27850. doi: 10.2196/27850