



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**  
*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*  
**UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR**

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**TEMA “INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN ORTODONCIA: UNA  
REVISIÓN DE ALCANCE”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

**AUTOR: JESSICA DAYANA MOREJÓN ALVAREZ**

**DIRECTOR: ING. ÁNGEL AURELIO MOROCHO MACAS, MGS**

**AZOGUES – ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**Declaratoria de Autoría y Responsabilidad**

**Jessica Dayana Morejón Alvarez** portadora de la cédula de ciudadanía N° **0303130215**. Declaro ser el autor de la obra: **“Inteligencia Artificial en Ortodoncia: una revisión de alcance”**, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **03 de junio de 2024**

**Jessica Dayana Morejón Alvarez**

**0303130215**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**Angel Aurelio Morocho Macas**

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: "**Inteligencia Artificial en Ortodoncia: una revisión de alcance**", realizado por: **Jessica Dayana Morejón Álvarez**, con documento de identidad: **0303130215**, previo a la obtención del título de **Odontólogo** ha sido asesorado, orientado, revisado y supervisado durante su ejecución, bajo mi tutoría en todo el proceso, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación que exige la Universidad Católica de Cuenca, por lo que está expedito para su presentación y sustentación ante el respectivo tribunal.

Azogues, 30 de mayo 2024



Angel Aurelio Morocho Macas

0703605675

TUTOR

## **AGRADECIMIENTOS**

Con profunda estima y reconocimiento, extiendo mi más sincera gratitud a mi director de tesis, el Ing. Ángel Aurelio Morocho Macas. Su dedicación y guía han sido pilares fundamentales en la dirección y enriquecimiento de esta investigación.

Expreso mi agradecimiento a los lectores, Dra. Cristina Urgiles, Dra. Paola Ordoñez e Ing. Johanna Reyes, cuyas observaciones y constructivos comentarios han sido cruciales para la consolidación de este trabajo.

Mi gratitud se extiende a la Universidad Católica de Cuenca Sede Azogues, que ha fomentado el desarrollo.

A cada uno de ustedes, mi más profundo agradecimiento por su invaluable contribución en esta etapa académica.

## DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, Isaura y Juan Carlos, ya que sin el apoyo moral y económico de ellos nada de esto hubiese sido posible, gracias adorados padres por estar conmigo en todo el trayecto de mi carrera Universitaria, no me alcanzara la vida para agradecerles todo lo que han hecho y hacen por mí.

A mis abuelitos Bertha y Manuel, por acompañarme en cada paso que doy, son la fuerza que me impulsaron a la búsqueda de ser una mejor persona y ahora una profesional.

A mis hermanas Danna y Karla, gracias por su apoyo moral en aquellas noches y madrugadas que me acompañaron mientras yo realizaba mis tareas.

A mi enamorado Pedro Serpa, gracias amor por todo el apoyo que me has brindado desde el primer día que ingrese a estudiar, gracias por acompañarme en mis madrugadas mientras yo realizaba mis tareas o estudiaba, gracias por ser mi primer paciente en clínicas, jamás olvidare todo lo que has hecho por mí.

A mis tías Mercy, Elena, Verónica, gracias ñañas por todo su apoyo moral que me han brindado para culminar esta etapa de mi vida, gracias por permanecer a mi lado y brindarme sus consejos, sin su apoyo nada fuera posible.

A mis tíos Jorge, Milton y Alex, gracias ñaños por estar siempre conmigo en cada triunfo y fracaso, gracias por enseñarme a que en la vida nada es imposible y no rendirme nunca.

A mis primas gracias pequeñas por ser mis pacientes.

A mi tío Pedro Cazho que, aunque ya no le pueda ver físicamente sé que en cada paso que doy usted está junto a mi ñañito hasta el cielo le mando un abrazo y le dedico este trabajo con mucho cariño mi ángel.

## **Inteligencia Artificial en Ortodoncia: una revisión de alcance**

Jessica Dayana Morejón Álvarez – Ing. Angel Morocho Macas, Mgs Universidad Católica de Cuenca [jdmorejona15@est.ucacue.edu.ec](mailto:jdmorejona15@est.ucacue.edu.ec)

### **RESUMEN**

El presente artículo de investigación tiene como objetivo principal determinar las implicaciones prácticas de la inteligencia artificial en el campo de la ortodoncia. Esta investigación tiene un enfoque sistemático, con un diseño cualitativo y transversal de artículos publicados los últimos cinco años, identificados mediante la búsqueda en las bases de datos: SCOPUS, WoS, PubMed, IEEE Explorer y ArVix. Los resultados obtenidos de los artículos analizados describen que la aplicación práctica de la IA en ortodoncia en la cual reflejan que usar IA en ortodoncia es muy favorable dado que su uso ayudará en varios aspectos. Pero dichos artículos describen también que existen inconvenientes al aplicar IA en ortodoncia. En última instancia, se concluye que el uso de IA en el área de la ortodoncia ha presentado un horizonte complejo y en continuo progreso. Es por lo que IA brinda ventajas relevantes, las mismas que enfatizan la optimización de los diferentes procesos, nos ayuda a tener una mejor precisión en el Dx y por lo tanto una toma de decisiones acertada, presentando desafíos que deben ser abordados meticulosamente.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, ortodoncia, odontología.

## Artificial Intelligence in Orthodontics: A Scoping Review

Jessica Dayana Morejón Alvarez - Angel Morocho Macas, Eng., Mag. Catholic University of Cuenca [jdmorejona15@est.ucacue.edu.ec](mailto:jdmorejona15@est.ucacue.edu.ec)

### ABSTRACT

This research article aims to determine the practical implications of Artificial Intelligence (AI) in orthodontics. This investigation has a systematic approach, with a qualitative and cross-sectional design of articles published in the last five years, identified through a search in the following databases: SCOPUS, WoS, PubMed, IEEE Xplorer, and ArVix. The results retrieved from the articles analyzed describe the practical application of AI in orthodontics. They demonstrate that using AI in orthodontics is favorable since it will help in several aspects. However, these articles also describe the disadvantages of applying AI in orthodontics. Ultimately, it is concluded that the use of AI in orthodontics has presented a complex and continuously progressing horizon. Therefore, AI provides relevant advantages that emphasize optimizing the different processes; it helps to have better accuracy in the Dx and, consequently, to make good decisions, presenting challenges that must be meticulously addressed.

Keywords: Artificial Intelligence, orthodontics, dentistry.



## **Inteligencia artificial en ortodoncia: una revisión de alcance**

### **Artificial intelligence in orthodontics: a scoping review**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

El término Inteligencia Artificial, usado por primera vez en 1947 por John McCarthy, en adelante denominado IA,(1). Es un campo que abarca diversas disciplinas (2) y se refiere a la capacidad de las máquinas o los sistemas informáticos para ejecutar tareas que tradicionalmente requieren de la inteligencia humana (3,4). En otras palabras, la IA tiene la capacidad de aprender de la experiencia, adaptarse a nuevos insumos, emular o realizar diversas tareas y funciones (5,6), empleando algoritmos y tecnologías de aprendizaje automático que facilitan sus capacidades de razonamiento y aprendizaje (7).

La IA ha hecho importantes contribuciones al ámbito de las ciencias de la salud (8,9), afectando a diferentes aspectos del diseño del trabajo de los profesionales de la salud (10). Posee la capacidad de automatizar ciertos aspectos de la atención de los pacientes y mejorar los resultados de los pacientes (11), lo que contribuye al proceso racional de toma de decisiones en el ámbito de la asistencia sanitaria (12). En el campo específico de la odontología, la IA permite la automatización de los procesos, la mejora del diagnóstico y la planificación del tratamiento y la prestación de una atención más personalizada (13–16).

En el ámbito de la ortodoncia, la IA es una herramienta valiosa para la medición precisa (17), el diagnóstico y la planificación del tratamiento, así como para la evaluación y el análisis de los resultados del tratamiento (18,19). En el futuro, podría incluso facilitar la prestación de una atención de alta calidad a los pacientes de ortodoncia al identificar las estructuras anatómicas, respaldar la planificación del tratamiento y garantizar la calidad de la atención a los pacientes (20).

Por consiguiente, la IA puede emplearse en la ortodoncia para ayudar a la toma de decisiones clínicas, la planificación del diagnóstico y el tratamiento, la estimación del crecimiento y el desarrollo, la evaluación de la proporción facial, la predicción de los puntos de referencia cefalométricos y los sistemas de fuerza, y el análisis de los resultados del tratamiento de los tejidos blandos (18,21,22). Además, se puede utilizar en el tratamiento de ortodoncia para controlar de forma remota el movimiento dental, la higiene bucal y el estado de los aparatos de ortodoncia, lo que reduce el número de visitas al consultorio y mejora la eficacia del tratamiento (23).

El problema abordado en el estudio gira en torno a la complejidad inherente que implica la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la ortodoncia. Para abordar este problema, la evaluación de la eficacia clínica se centra en la incertidumbre que rodea al impacto directo de estas tecnologías en los resultados terapéuticos y la eficacia de los tratamientos de ortodoncia. Este aspecto concreto implica la necesidad de comprender cómo la IA puede mejorar o revolucionar el diagnóstico y la planificación del tratamiento, así como la forma en que estas alteraciones influyen en la calidad de la atención al paciente. Así también, es necesaria una comprensión integral de las complejidades asociadas con la integración de la IA en la ortodoncia, lo que nos permitirá guiar el desarrollo y la futura implementación de estas tecnologías de manera informada y ética.

El campo de la ortodoncia es testigo de una evolución constante de IA. Pero, a pesar de los estudios realizados en esta área, la aplicación, los beneficios y las limitaciones de la incursión de esta tecnología en la ortodoncia aún no se han comprendido por completo. En términos más sencillos, es imprescindible comprender los avances en la investigación relacionados con la utilización de la inteligencia artificial para mejorar la precisión y la eficiencia del tratamiento de ortodoncia, aprovechando, por ejemplo, nos ayudara en la elaboración de modelos predictivos, a la planificación de un plan de

tratamiento eficaz, acortara el tiempo en cuanto a la elaboración de trazados cefalométricos, así como también en el modelos predictivos de aprendizaje profundo y automático para analizar la tomografía dental y las radiografías.

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es determinar las implicaciones pragmáticas de la inteligencia artificial en el campo de la ortodoncia. Para ello se pretende dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las características bibliográficas de los estudios que abordan la temática de estudio?
2. ¿Que implican las implicaciones pragmáticas de los esfuerzos de investigación sobre el uso de la inteligencia artificial en la ortodoncia?
3. ¿Qué nuevas posibilidades de investigación están surgiendo en relación con la inteligencia artificial y su aplicación en la ortodoncia?

## **2. METODOLOGÍA**

Las revisiones de alcance, un tipo de síntesis del conocimiento, emplean un enfoque sistemático para mapear la evidencia relacionada con un tema específico, al tiempo que identifican los conceptos, teorías, fuentes y brechas fundamentales en el conocimiento (24). Las revisiones del alcance son una herramienta ventajosa dentro de la gama de metodologías. Si el objetivo de la revisión es identificar lagunas en el conocimiento, establecer los límites de un corpus bibliográfico, aclarar conceptos, realizar investigaciones o presentar una revisión sistemática, los investigadores pueden optar por realizar una revisión exhaustiva en lugar de una revisión sistemática (25).

La RSL adopta un enfoque descriptivo con un diseño cualitativo y transversal. Esta revisión se llevó a cabo de acuerdo con la lista de verificación PRISMA para las revisiones exploratorias (25). Inicialmente, la investigación abarcó una exploración de cualquier estudio previo realizado sobre el tema. Esto implicó formular criterios de selección para el estudio basados en nuestro proceso de exploración, que incluía criterios tanto inclusivos como exclusivos. Luego, los datos se representaron visualmente en forma gráfica y los hallazgos se organizaron y presentaron.

### **2.1. Pregunta enfocada y elegibilidad del estudio**

La presente búsqueda bibliográfica empleó una investigación precisa, a saber:

1. ¿Cuáles son las características bibliográficas de los estudios que abordan la temática de estudio?
2. ¿Que implican las implicaciones pragmáticas de los esfuerzos de investigación sobre el uso de la inteligencia artificial en la ortodoncia?
3. ¿Qué nuevas posibilidades de investigación están surgiendo en relación con la inteligencia artificial y su aplicación en la ortodoncia?

### **2.2. Criterios de inclusión y exclusión**

#### **2.2.1. Criterios de inclusión**

1. Se incluirán los artículos de naturaleza original que hayan utilizado estudios empíricos publicados entre 2019 y 2023.
2. Artículos únicamente en inglés, español y portugués.
3. La literatura relacionada con la ortodoncia que incorpora modelos o tipos de inteligencia artificial con el fin de diagnosticar, detectar anomalías o patologías, analizar grupos de pacientes o planificar procedimientos quirúrgicos.
4. Diseños de estudio en los que se utilizó el uso de modelos o tipos de inteligencia artificial como variable independiente.

#### **2.2.2. Criterios de Exclusión**

1. Se excluirán los artículos que no traten sobre los diferentes tipos de inteligencia artificial y el campo específico de la ortodoncia.

2. Aquellos artículos que adopten la forma, estructura o enfoque de artículos de revisión, revisiones sistemáticas, erratas, cartas al editor o documentos derivados de eventos académicos.
3. Estudios que emplean software tradicional para el aprendizaje automático en contraposición a los protocolos basados al Convolutional Neural Networks (CNN).
4. Los artículos que no estén escritos en español, portugués o inglés no se tendrán en cuenta para el análisis.
5. Estudios que emplean la inteligencia artificial (IA) para objetivos que van más allá del ámbito de la ortodoncia.

### 2.3. Proceso y estrategia de búsqueda de estudios

Se llevó a cabo una exploración utilizando medios electrónicos en varias bases de datos científicas, a saber, Scopus, WoS, PubMed, IEEE Xplore y arXiv.

### 2.4. Ecuación de Búsqueda

El estudio se realizó el 11 diciembre de 2023, limitando los resultados a los últimos cinco años a fin de obtener información actual centrada en la temática de estudio. Para recopilar los registros, se utilizó un software de gestión de referencias Mendeley. Se utilizaron términos MeSH/DeCS y descriptores explícitos como palabras clave (Véase Tabla 1).

**Tabla 1.** Descriptores claves

Descriptor general	Terminos MeSH/DeCS	Términos identificados a través de la revisión de la literatura
Artificial Intelligence	Artificial Intelligence Computational Intelligence Machine Intelligence Computer Reasoning AI (Artificial Intelligence) Computer Vision System* Knowledge Acquisition (Computer) Knowledge Representation* (Computer)	Machine learning Computer assisted Convolutional neural network Deep learning Computational method AI method* AI Based AI model
Orthodontics	Orthodontic*	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, se demuestra el paso a paso de la elaboración de la ecuación de búsqueda. Para ello, se definen la cadena de búsqueda para cada uno de los términos principales (“Inteligencia artificial” y “Ortodoncia”).

**Tabla 2.** Ecuación de búsqueda

Identificador	Cadena de búsqueda y operadores booleanos
A	" Artificial intelligence" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI (Artificial Intelligence)" OR "Computer Vision System*" OR "Knowledge Acquisition (Computer)" OR "Knowledge Representation"

	(Computer)" OR "Machine learning" OR "Computer assisted" OR "Convolutional neural network" OR "Deep learning" OR "Computational method" OR "AI method*" OR "AI Based" OR "AI model"
B	Orthodontic*
C= A AND B	("Intelligence, Artificial" OR "Computational Intelligence" OR "Machine Intelligence" OR "Computer Reasoning" OR "AI (Artificial Intelligence)" OR "Computer Vision System*" OR "Knowledge Acquisition (Computer)" OR "Knowledge Representation* (Computer)" "Machine learning" OR "Computer assisted" OR "Convolutional neural network" OR "Deep learning" OR "Computational method" OR "AI method*" OR "AI Based" OR "AI model") AND (Orthodontic*)

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.5. Selección de estudios

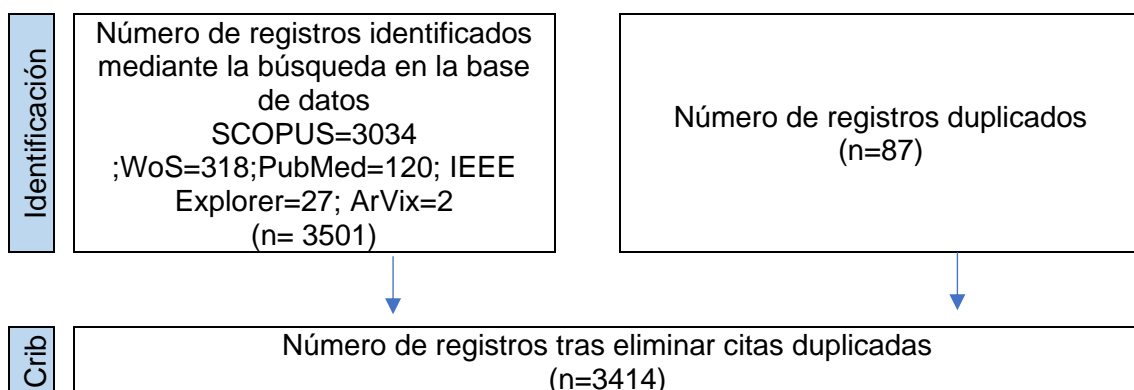
La búsqueda sensible obtuvo 3501 documentos en total. Tras eliminar los documentos duplicados se aplicó los criterios de inclusión y exclusión, dando como resultado 1012 manuscritos. A continuación, se leyó los títulos, resumen y de ser necesarios el texto completo para identificar los artículos pertinentes para el estudio. Siendo seleccionados para el estudio 10 documentos.

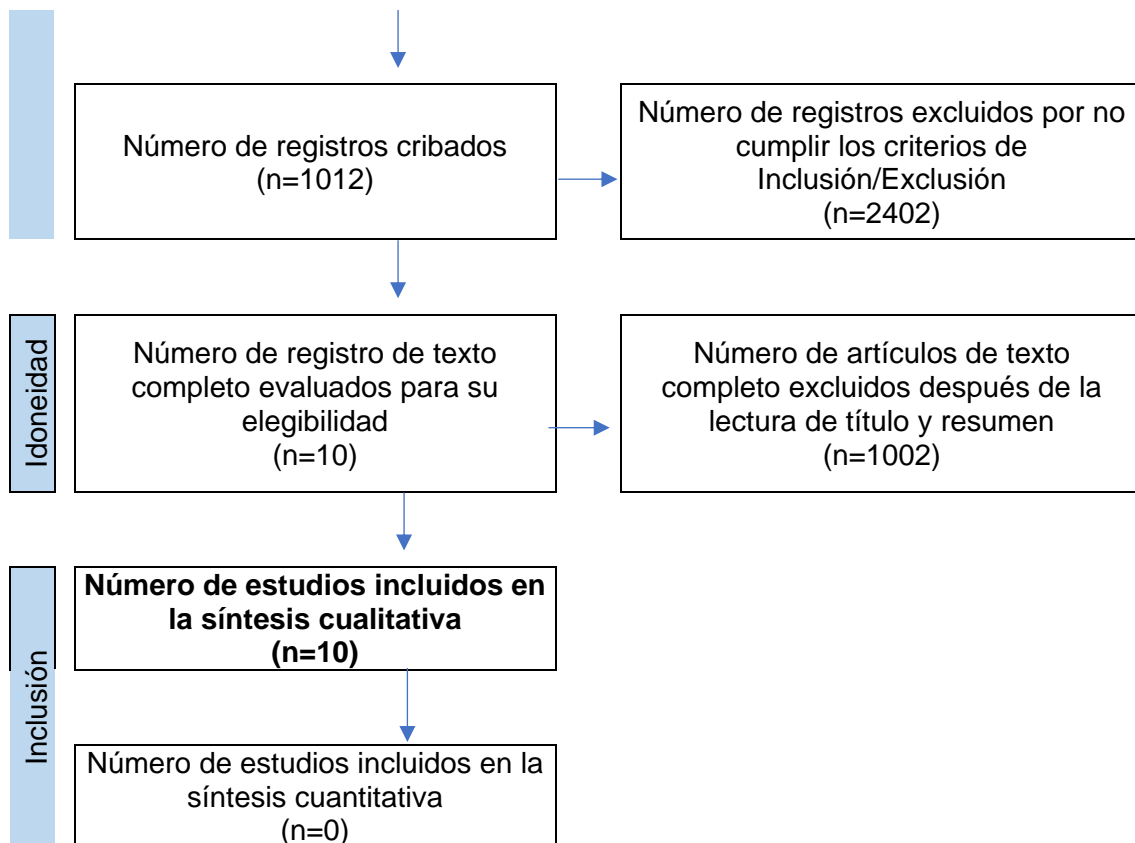
### 2.6. Extracción de datos y resultado de interés

La extracción de datos se llevó a cabo y se documentó en forma tabular utilizando el software ofimático MS Excel. La hoja estandarizada de recopilación de datos constaba de información variada, como el título del autor, el año de publicación, metodología utilizada, tipo de IA, entre otros. El enfoque principal giró en torno al alcance de las aplicaciones clínicas actuales de la IA en el ámbito de la ortodoncia. Como era una revisión del alcance, se evaluó cualitativa de los textos que cumplían los criterios de elegibilidad.

## 3. RESULTADOS

En este apartado analizaremos las aplicaciones prácticas, los inconvenientes y las futuras investigaciones con el fin de determinar el impacto de la implementación de la IA en ortodoncia. A continuación, la Figura 1 presenta el diagrama de flujo del proceso de selección de artículos a ser incluidos en el estudio cualitativo. **Figura 1.** Diagrama de flujo aplicando el método PRISMA





### 3.1. Características bibliográficas de los estudios incluidos para el análisis

A continuación, en la Tabla 3, se detalla las características bibliográficas de los diferentes artículos usados para este estudio, en el cual se describe el autor, año de publicación y título de los diferentes artículos.

**Tabla 3.** Información bibliográfica de los artículos seleccionados para el estudio

Código del Artículo	Autor(es)	Año de publicación	Título del artículo
A1	Chihiro Tanikawa, Takashi Yamashiro	2021	Development of novel artificial intelligence systems to predict facial morphology after orthognathic surgery and orthodontic treatment in Japanese patients
A2	Leavitt, Landon Volovic, James Steinhauer, Lily Mason, Taylor Eckert, George Dean, Jeffrey A. Dundar, M. Murat Turkkahraman, Hakan	2023	Can we predict orthodontic extraction patterns by using machine learning?
A3	Alberto Del Real, Octavio Del Real,	2022	Use of automated artificial intelligence to predict the need for orthodontic extractions

	Sebastian Sardina, Rodrigo Oyonarte		
A4	Taylor Mason, Kynneddy M. Kelly, George Eckert, Jeffrey A. Dean, M. Murat Dundar, Hakan Turkkahraman	2023	A machine learning model for orthodontic extraction/non-extraction decision in a racially and ethnically diverse patient population
A5	Felix Kunz, Angelika Stellzig- Eisenhauer, Lisa Marie Widmaier, Florian Zeman, Julian Boldt	2023	Assessment of the quality of different commercial providers using artificial intelligence for automated cephalometric analysis compared to human orthodontic experts
A6	Gururajaprasad Kaggal Lakshmana Rao, Arvind Channarayapatna Srinivasa, Yulita Hanum P. Iskandar, Norehan Mokhta	2019	Identificación y análisis de puntos fotométricos en imágenes faciales 2D: un enfoque de aprendizaje automático en ortodoncia
A7	Aras Maruf Rauf 1, Trefa Mohammed Ali Mahmood 1, Miran Hikmat Mohammed 2, Zana Qadir Omer 3 and Fadil Abdullah Kareem 1,	2023	Orthodontic Implementation of Machine Learning Algorithms for Predicting Some Linear Dental Arch Measurements and Preventing Anterior Segment Malocclusion: A Prospective Study
A8	Suk-Cheol Lee, Hyeon-Shik Hwang and Kyungmin Clara Lee	2022	Accuracy of deep learning-based integrated tooth models by merging intraoral scans and CBCT scans for 3D evaluation of root position during orthodontic treatment
A9	Si Chena; Li Wangb; Gang Lic; Tai-Hsien Wud; Shannon Diachinae; Beatriz Tejeraf; Jane Jungeun Kwone; Feng-Chang Ling; Yan-Ting Lee; Tianmin Xuh; Dinggang Sheni; Ching-Chang K	2020	Machine learning in orthodontics: Introducing a 3D auto-segmentation and auto-landmark finder of CBCT images to assess maxillary constriction in unilateral impacted canine patient
A10	Taylor Mason, Kynneddy M. Kelly, George Eckert, Jeffrey A. Dean, M. Murat Dundar, Hakan Turkkahraman	2023	A machine learning model for orthodontic extraction/non-extraction decision in a racially and ethnically diverse patient population

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Implicaciones pragmáticas de los esfuerzos de investigación que abordan la utilización de la inteligencia artificial en el ámbito de la ortodoncia

A continuación, en la Tabla 4 se describirá los hallazgos sobre la aplicación práctica de la IA en ortodoncia, en la cual, los artículos analizados reflejan que usar IA en dicho campo de la odontología es favorable, porque, permite minimizar tiempos, ayuda a un Dx presuntivo, así como también permitirá planificar patrones de extracción en los diferentes casos ortodónticos. No obstante, la literatura analizada en esta investigación reconoce que existen cierto tipo de inconvenientes en su aplicación, uno de ellos es que ciertos movimientos complejos específicamente de tejidos blandos son captados completamente por el sistema, existen también sesgos que alteran el Dx, además, su uso ha creado dependencia en los profesionales.

**Tabla 4.** Implicaciones pragmáticas de la IA en ortodoncia

<b>Código del Artículo</b>	<b>Aplicación práctica</b>	<b>Inconvenientes al momento de Aplicar la IA en Ortodoncia</b>
A1	Se enfatiza a cerca de la importancia validar y evaluar sistemas de IA en las diferentes áreas clínicas para con ello garantizar la eficacia de la IA en pacientes y por lo tanto protocolos de tratamiento.	La IA aplicada a la ortodoncia puede prever movimientos en tejidos blandos faciales en ortodoncia, sin embargo, ciertos movimientos son complejos y pueden o no ser captados completamente por el sistema, por lo tanto, el Dx clínico sigue siendo importante para la interpretación y aplicación del tratamiento.
A2	Se puede aprovechar los algoritmos para planificar patrones de extracción, por otro lado, puede optimizar el análisis cefalométrico, ayudando a la elección de un plan de tratamiento óptimo para el paciente, así como también mejora la planificación y los resultados del tratamiento.	Dentro de los inconvenientes, se reconoce que puede generar varios problemas como son sesgos, también generara dificultad e incapacidad para considerar el tratamiento adecuado para cada paciente.
A3	Contribuye en la predicción de las extracciones dentales en base al género, características faciales y registros cefalométricos.	Evaluación de las diferentes características, un sobreajuste y puede no considerar la edad exacta del paciente, así como enfermedades, etc. Es por ello que el Dx clínico es necesario para la toma de decisiones dentro del tratamiento ortodóntico.
A4	Ayuda a mejorar la precisión Dx, acortara tiempos, por lo tanto, tendremos una mejor percepción de la planificación del tratamiento ortodóntico.	Puede crear dependencia, necesita de procesos de actualizaciones continuas en tecnología, por ello se reemplazará por completo la experiencia, el conocimiento y el juicio del ortodoncista.
A5	Mediante softwares podemos realizar los diferentes análisis	Errores en la precisión de la predicción de los diferentes

	cefalométricos lo cual nos ayudara a reducir tiempo y errores que humanamente se puede cometer.	parámetros dentales, especialmente en la inclinación de los incisivos, ya que podría haber una superposición de las diferentes estructuras dentales en la Rx por lo tanto la identificación de los diferentes puntos de referencia se alteraría.
A6	Propone un sistema mecanizado el cual nos permite calibrar puntos faciales en diferentes imágenes en 2D, el mismo ayuda a disminuir costos y tiempo.	Dificulta el registro de las diferentes curvaturas y contornos faciales en las imágenes 2D, ya que no todos los pacientes serán de las mismas razas ni tendrán la misma orientación del rostro.
A7	Apoya el Dx y el plan de tratamiento. Por lo que IA ha sido usada para prever la anchura del arco lo que previene futuro apiñamiento dental.	Hay que mejorar la fiabilidad y considerar, las limitaciones e implicaciones de su aplicación.
A8	Ayudan a los ortodoncistas en la lectura de imágenes y en el Dx y pronostico del tratamiento	Existen limitaciones para observar una visión oclusal en imágenes Rx como es la tomografía computarizada, por ello altera el Dx por lo que podría existir una mala elección de plan de tratamiento.
A9	La aplicación de IA en ortodoncia como es la tomografía computarizada de haz cónico ha generado resultados positivos ya que ha sido confiable y eficiente para toma de decisiones.	se requiere de un gran entrenamiento para interpretar los diferentes resultados generados por la IA, e implementar de formar efectiva en la clínica.
A10	Ha demostrado efectividad en la toma de decisiones generando un rango que va de moderados a excelentes dentro de la determinación de los diferentes puntos cefalométricos, en la elaboración de los diferentes análisis faciales, en ordenar patrones esqueléticos craneofaciales, etc.	En muchos casos se necesita datos precisos, es por lo que existe la necesidad de verificar y validar los resultados arrojados con el conocimiento del profesional.

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3. Nuevas posibilidades de investigación que surgen en relación con la inteligencia artificial y su aplicación en la ortodoncia

En la Tabla 5 se describen las futuras investigaciones que se podrían realizar a futuro, en los cuales sugieren investigar y validar sistemas de IA a fin de generar confianza en su aplicación.

**Tabla 5.** Oportunidades para futuras investigaciones sobre la IA en ortodoncia

Código del Artículo	Futuras investigaciones
---------------------	-------------------------

A1	Este estudio hace énfasis en la necesidad de investigar y validar sistemas de IA para poder predecir la apariencia facial posterior a la cirugía y el tratamiento ortodóntico.
A2	La Inteligencia Artificial en ortodoncia nos ayudaría a mejorar la precisión del Dx y la eficacia del tratamiento al planificar la necesidad de una extracción dental. Sin embargo, la conjugación de la IA con la evaluación y Dx clínico garantizara una atención ética y personalizada. Por lo tanto, es necesario ahondar en las fases de aprendizajes progresivo y acuerdos entre profesionales netamente ortodoncistas.
A3	Son necesarias investigaciones futuras en el cual se anexen distintos tratamientos ortodónticos que hagan énfasis en la edad, el historial clínico, si existe reabsorción radicular, aspectos funcionales, el proceso de crecimiento, etc.
A4	Ne investigaciones futras se debe enfatizar en cómo mejorar el uso de IA para la toma de decisiones, sin pasar por alto las diferentes características de los pacientes y desarrollar sistemas de IA para mejorar la precisión y fiabilidad.
A5	Los estudios se deben enfocar a la mejora de la IA, las misma que deberán ser validadas en la precisión y calidad de los análisis cefalométricos, así como estudiar los datos empleados para crear modelos de IA en este campo.
A6	En este artículo se propone un aprendizaje automático para el uso de imágenes en 2D y medidas referenciales en ortodoncia. Siendo necesario, a futuro estudiar el incremento de tecnología en 3D y la diferente gama de aplicaciones sobresale la importancia de la IA.
A7	Es necesario profundizar como la IA permite anticipar dimensiones de la arcada dental y así evitar posibles maloclusiones.
A8	En este artículo propone que las investigaciones se enfoquen en incorporar herramientas software con tecnología de aprendizaje amplio, que nos ayude a mejorar los diferentes planes de tratamiento y evaluarlo.
A9	La investigación enfatiza que se desarrollen áreas de investigación enfocadas en la ortodoncia, en la cual se incluyan software para dar seguimiento al crecimiento del maxilar durante el tratamiento, también incrementar el uso de algoritmos de aprendizaje para determinar diferentes estrategias de tratamiento y posibles resultados de los pacientes.
A10	Estudios enfocados en como la IA puede mejorar la toma de decisiones, específicamente en la planificación de extracciones dentales, el tratamiento ortodóntico y como dar a conocer futuros resultados.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4. DISCUSIÓN

El uso de la inteligencia artificial (IA) aplicada en la ortodoncia es una temática en el cual ha demostrado ser atractivo y de controversia en el área odontológica. Las diferentes propuestas por los autores nos dan una visión sobre las ventajas y desventajas del uso de IA en el área de la ortodoncia. Por ello, se habla del impacto que genera IA para la planificación de los diferentes planes de tratamiento según amerite cada paciente, mejora la precisión DX y optimiza tipo en la toma de decisiones, así mencionan Chiriro et al. (26) Mason et al. (27). Estos aspectos son importantes en un área tan exacta como la ortodoncia, donde la precisión y la eficiencia son determinantes importantes para obtener los resultados deseados en beneficio del paciente. Por otro lado, existe una desventaja importante en la que hacen hincapié estos autores la misma que hace referencia a que el profesional puede volverse dependiente de la IA, omitiendo su

valoración clínica y sus conocimientos adquiridos. Por esto destacan que la IA debería ser un instrumento complementario mas no un suplente del criterio profesional.

No obstante, autores como Leavitt (28) proponen que el beneficio de IA en los planes de tratamiento en el cual impliquen extracciones de órganos dentales y así vez análisis cefalométricos es significativa, sin embargo, podrían existir algunos sesgos los mismo que podrían alterar el Dx y por tanto el pronóstico del tratamiento. Esta idea es reforzada con el estudio de Kunz et al. (20) quien propone que existe carencia de precisión en la inclinación de los incisivos esto debido a las imágenes radiográficas superpuestas. Por esto se enfatiza sobre la obligación que tiene el profesional de comparar y validar los resultados que arroja la IA con los conocimientos por parte del profesional para evitar posibles desaciertos relevantes en el plan de tratamiento y fracasos en los resultados esperados.

Por otra parte, se plantea que la IA es usada también para determinar los diferentes puntos faciales y generar imágenes en 2D, así indica Lakshmana et al. (29). Sin embargo, se dificulta la interpretación de las diferentes curvaturas y contornos faciales, por ello se requiere un abordaje específicamente clínico complementada con el reporte emitido por la IA para garantizar Dx precisos y reales para generar un plan de tratamiento exitoso para el paciente. Por ello es fundamental recalcar que por las diferentes barreras y retos resaltados por autores como son Suket al. (30) y Chen et al. (31) postulan que los resultados generados al usar IA en lectura de imágenes, Dx, planes de tratamiento y toma de decisiones han sido favorables, sin embargo, existen desafíos como suprimir imágenes de vista oclusal o la constante preparación para generar resultados eficientes en diferentes técnicas como es la tomografía computarizada de haz cónico la cual es muy apetecida hoy en día.

## 5. CONCLUSIONES

En conclusión, el uso de IA en el área de la ortodoncia ha presentado un horizonte complejo y en continuo progreso. La IA brindan ventajas relevantes las mismas que enfatizan la optimización de los diferentes procesos, nos ayuda a tener una mejor precisión en el Dx y por lo tanto una toma de decisiones acertada, presentando desafíos que deben ser abordados meticulosamente. Diferentes autores hacen referencia a que se debe usar IA como una herramienta de apoyo la misma que ayude a tener un mejor respaldo y tener un mejor juicio clínico.

o se puede remplazar el conocimiento del profesional con la IA en aspectos en los que se necesita de una interpretación subjetiva como la planificación del plan de tratamiento y la evaluación de los resultados conforme avance el tratamiento. Es por ello que la sujeción de manera desmedida de la aplicación de la IA podría ocasionar sesgos de manera significativa y errores al momento de dar un Dx y pronostico.

Por ello, la colaboración entre IA y el juicio clínico del profesional deben interactuar paralelamente; ratificando y supervisando sus resultados generados, que deben interpretarse y complementarse con los datos y la valoración directa previa del paciente. Siendo necesario una constante preparación por parte del profesional odontológico a fin de garantizar resultados válidos y eficientes para los pacientes tratados en el campo de la ortodoncia. Así también, se recomienda que las futuras investigaciones se enfoquen en el estudio de herramientas de inteligencia artificial que mejoren la toma de decisiones del ortodoncista y que complementen su práctica clínica.

## 6. REFERENCIAS

1. Manaware D. Artificial Intelligence: A New Way to Improve Indian Agriculture. *Int J Curr Microbiol Appl Sci.* 2020 Mar;9(3):1095–102. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.903.128>
2. Singh AM, Haju WB. Artificial Intelligence. *Int J Res Appl Sci Eng Technol.* 2022 Jul;10(7):1210–20. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.44306>

3. Morandín-Ahuerma F. What is Artificial Intelligence? *Int J Res Publ Rev.* 2022;03(12):1947–51. <https://doi.org/10.55248/gengpi.2022.31261>
4. Mallik A. Artificial Intelligence. In: *ICT and Data Sciences*. Boca Raton: CRC Press; 2022. p. 203–11. <https://doi.org/10.1201/9781003048862-14>
5. Kennedy H, Wanless L. Artificial Intelligence. In: *The Routledge Handbook of Digital Sport Management*. London: Routledge; 2022. p. 333–45. <https://doi.org/10.4324/9781003088899-29>
6. Tripathi S. Artificial Intelligence: A Brief Review. In: *Analyzing Future Applications of AI, Sensors, and Robotics in Society*. IGI Global; 2021. p. 1–16. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3499-1.ch001>
7. Heintz F. Artificial Intelligence. In: *The Routledge Handbook of Smart Technologies*. London: Routledge; 2022. p. 229–40. <https://doi.org/10.4324/9780429351921-16>
8. Köse A. Artificial Intelligence in Health and Applications. In: *Integrating Digital Health Strategies for Effective Administration*. IGI Publishing; 2023. p. 20–31. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8337-4.ch002>
9. Kurian B. Application of Artificial Intelligence in Applied Biology and Health Sciences. *Asian J Eng Appl Technol.* 2022 Jun;11(1):21–4. <https://doi.org/10.51983/ajeat-2022.11.1.3305>
10. Tursunbayeva A, Renkema M. Artificial intelligence in health-care: implications for the job design of healthcare professionals. *Asia Pacific J Hum Resour.* 2023 Oct;61(4):845–87. <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12325>
11. Patil P V., Dadpe SS, Sultanpure PVM. Health Analysis in Artificial Intelligence. *Int J Sci Res Sci Eng Technol.* 2021 Apr;418–23. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET1218295>
12. Veranyurt Ü, Akalin B. Artificial Intelligence Based Clinical Decision Support Systems In Health Sciences. *Gevher Nesibe J IESDR.* 2022 May;7(18):64–73. <https://doi.org/10.46648/gnj.368>
13. Alex H. Artificial Intelligence Advances in Emerging Dentistry. In: *Current Overview on Science and Technology Research Vol 10*. B P International (a part of SCIENCEDOMAIN International); 2022. p. 161–6. <https://doi.org/10.9734/bpi/costr/v10/17973D>
14. Mladenovic R, Kalevski K, Davidovic B, Jankovic S, Todorovic VS, Vasovic M. The Role of Artificial Intelligence in the Accurate Diagnosis and Treatment Planning of Non-Syndromic Supernumerary Teeth: A Case Report in a Six-Year-Old Boy. *Children.* 2023 May;10(5):839. <https://doi.org/10.3390/children10050839>
15. Burcu SG, Bostanci GE, Güzel MS, Unal M. Machine Learning Applications in Dentistry. *Selcuk Dent J.* 2022 Dec;9(3):977–83. <https://doi.org/10.15311/selcukdentj.1032041>
16. Keser G, Namdar Pekiner F. Artificial Intelligence Applications in Dentistry. In: *Current Researches in Health Sciences-I*. Özgür Yayınları; 2023. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub91.c383>
17. Xianju X, Yuxing B, . Ability and inability of artificial intelligence in orthodontics. *Chinese J Stomatol.* 2023;58(6). <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112144-20230313-00082>
18. Younus A A, Ahmed N, Aymen U, Rahul NA. Artificial intelligence in orthodontics: A way towards modernization. *IP Indian J Orthod Dentofac Res.* 2023 Mar;9(1):3–7. <https://doi.org/10.18231/j.ijodr.2023.002>
19. Hussain MA, Fatima S, Reddy KK, Ramya Y, Betha SP, Kauser A, et al. Artificial intelligence in orthodontics. *Int J Health Sci (Qassim).* 2022 May;9378–83. <https://doi.org/10.53730/ijhs.v6nS2.7445>
20. Kunz F, Stellzig-Eisenhauer A, Boldt J. Applications of Artificial Intelligence in Orthodontics—An Overview and Perspective Based on the Current State of the Art. *Appl Sci.* 2023 Mar;13(6):3850. <https://doi.org/10.3390/app13063850>
21. Strunga M, Urban R, Surovková J, Thurzo A. Artificial Intelligence Systems

- Assisting in the Assessment of the Course and Retention of Orthodontic Treatment. *Healthcare*. 2023 Feb;11(5):683. <https://doi.org/10.3390/healthcare11050683>
22. Albalawi F, Alamoud KA. Trends and Application of Artificial Intelligence Technology in Orthodontic Diagnosis and Treatment Planning—A Review. *Appl Sci*. 2022 Nov;12(22):11864. <https://doi.org/10.3390/app122211864>
  23. Agung Sosiawan, Jesslyn Jordana, Devin Elysia Dhywinanda, Jennifer Fiona Salim, Nastiti Faradilla Ramadhani, Rofi Nurdiansyah, et al. Artificial intelligence driven dental monitoring and surveillance of malocclusion treatment in orthodontic patients. *World J Adv Res Rev*. 2022 Dec;16(3):049–53. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2022.16.3.1294>
  24. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: Towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol Theory Pract*. 2005;8(1):19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
  25. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467–73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
  26. Tanikawa C, Yamashiro T. Development of novel artificial intelligence systems to predict facial morphology after orthognathic surgery and orthodontic treatment in Japanese patients. *Sci Rep [Internet]*. 2021;11(1):1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95002-w>
  27. Mason T, Kelly KM, Eckert G, Dean JA, Dundar MM, Turkkahraman H. A machine learning model for orthodontic extraction/non-extraction decision in a racially and ethnically diverse patient population. *Int Orthod [Internet]*. 2023;21(3):100759. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2023.100759>
  28. Leavitt L, Volovic J, Steinhauer L, Mason T, Eckert G, Dean JA, et al. Can we predict orthodontic extraction patterns by using machine learning? *Orthod Craniofac Res*. 2023;26(4):552–9. <https://doi.org/10.1111/ocr.12641>
  29. Rao GKL, Srinivasa AC, Iskandar YHP, Mokhtar N. Identification and analysis of photometric points on 2D facial images: a machine learning approach in orthodontics. *Health Technol (Berl)*. 2019;9(5):715–24. <https://doi.org/10.1007/s12553-019-00313-8>
  30. Lee SC, Hwang HS, Lee KC. Accuracy of deep learning-based integrated tooth models by merging intraoral scans and CBCT scans for 3D evaluation of root position during orthodontic treatment. *Prog Orthod [Internet]*. 2022;23(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00410-x>
  31. Chen S, Wang L, Li G, Wu TH, Diachina S, Tejera B, et al. Machine learning in orthodontics: Introducing a 3D auto-segmentation and auto-landmark finder of CBCT images to assess maxillary constriction in unilateral impacted canine patients. *Angle Orthod*. 2020;90(1):77–84. <https://doi.org/10.2319/012919-59.1>

**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE  
ODONTOLOGÍA CAMPUS AZOGUES**

**CERTIFICA**

Que, el presente trabajo de titulación denominado **“Inteligencia Artificial en Ortodoncia: una revisión de alcance”**, realizado por **Jessica Dayana Morejón Alvarez**, ha sido inscrito y es pertinente con las líneas de investigación de la Carrera de Odontología, de la Unidad Académica de Salud y Bienestar y de la Universidad, por lo que está expedito para su presentación.

Azogues, 30 de mayo del 2024

  
**Ing. Ángel Aurelio Morocho Macas, Mgs**  
**RESPONSABLE**

**Jessica Dayana Morejón Alvarez** portadora de la cédula de ciudadanía N° **0303130215**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Inteligencia Artificial en Ortodoncia: una revisión de alcance”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos y no comerciales. Autorizo además a la Universidad Católica de Cuenca, para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, **03 de junio de 2024**



**Jessica Dayana Morejón Alvarez**

**0303130215**