



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

**CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

**ROBÓTICA APLICADA EN LA ODONTOLOGÍA. UNA REVISIÓN DE ALCANCE**  
**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**ODONTÓLOGO**

**AUTOR: PEDRO EMMANUEL GUERRERO ROJAS**

**DIRECTOR: ÁNGEL AURELIO MOROCHO MACAS**

**AZOGUES - ECUADOR**

**2024**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



### Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

**Pedro Emmanuel Guerrero Rojas** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0350183695**. Declaro ser el autor de la obra: **“Robótica aplicada en la odontología. 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, **14 de junio de 2024**

**Pedro Emmanuel Guerrero Rojas**

C.I. **0350183695**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

**Ángel Aurelio Morocho Macas.**

DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGIA

De mi consideración:

Certifico que el presente trabajo de titulación denominado: "**Robótica aplicada en la odontología. Una revisión de alcance**". realizado por: **Pedro Emmanuel Guerrero Rojas**, con documento de identidad: **0350183695**, 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, 13 de junio 2024



Ángel Aurelio Morocho Macas.

0703605675

TUTOR

## **Robótica aplicada en la odontología. Una revisión de alcance**

Pedro Emmanuel Guerrero Rojas – Ing. Ángel Aurelio Morocho Macas, Mgs.

Universidad Católica de Cuenca [pedro.guerrero@est.ucacue.edu.ec](mailto:pedro.guerrero@est.ucacue.edu.ec)

### **RESUMEN**

En los últimos años la tecnología robótica en la odontología ha demostrado innovaciones y avance, siendo necesario que los odontólogos comprendan sus aplicaciones, beneficios y limitaciones a fin de incorporar de manera efectiva dicha tecnología en su práctica clínica. El objetivo es evaluar la evidencia actual sobre la aplicación de la robótica en el campo de la odontología. La metodología responde a una revisión de la literatura que se preparó de acuerdo con la lista de verificación PRISMA para revisiones de alcance. Los resultados permiten describir la práctica actual y proporcionar ideas para futuras investigaciones sobre la temática de estudio. Se concluye que la Robótica en la cirugía oral contribuye en la colocación de implantología dental haciendo que sea más preciso su colocación en zonas de difícil acceso, apoyando tanto el sistema robótico como el operador, así también, que la creación de robot humanoides ayudan a los odontólogos pediátricos al momento de aplicar anestesia y realizar los procedimientos odontológicos.

*Palabras claves:* Robótica, robots, salud oral, odontología, práctica clínica.

## **Applied Robotics in Dentistry. A Scoping Review**

Pedro Emmanuel Guerrero Rojas – Ángel Aurelio Morocho Macas, Eng., Mag. Catholic University of Cuenca [pedro.guerrero@est.ucacue.edu.ec](mailto:pedro.guerrero@est.ucacue.edu.ec)

### **ABSTRACT**

In recent years, robotic technology in dentistry has demonstrated innovations and advances, and dentists must understand its applications, benefits, and limitations to incorporate this technology into their clinical practice effectively. This research aims to evaluate the current evidence on the application of robotics in dentistry. The methodology follows a literature review prepared using the PRISMA checklist for scoping reviews. The results describe current practice and provide ideas for future research on the subject of study. It is concluded that Robotics in oral surgery contributes to the placement of dental implantology, enabling its placement more precisely in areas of difficult access, supporting both the robotic system and the operator, and creating humanoid robots that assist pediatric dentists in administering anesthesia and performing dental procedures.

*Keywords:* Robotics, robots, oral health, dentistry, clinical practice.



## 1. INTRODUCCIÓN.

La robótica es una disciplina la cual combina diferentes ramas de la tecnología, teniendo como propósito desarrollar máquinas que ejecuten tareas de forma autónoma o simulen la conducta de humanos, la robótica puede cambiar los protocolos de diagnóstico y tratamientos en odontología actuando como una interfaz informática, involucrando tanto al instrumento como al operador (1). Esto puede ayudar a los cirujanos que realizan operaciones videoscópicas a enfrentar desafíos técnicos menores que los métodos tradicionales (2). Los robots se dividen en macro, micromédicos y biorobots: los macrorobots se centran en la rehabilitación, los micromédicos en procedimientos quirúrgico (3). Y los biorobots reconocen, piensan y critican como médicos humanos (4).

Por ejemplo, el Unimate es el primer robot industrial programable y digital, utilizado en la fabricación de un automóvil en 1961 (5). Mientras, que la primera máquina universal programable en la medicina, fue PUMA 200, consiste en alinear una aguja que fue usada durante una biopsia neuroquirúrgica (6,7). La Food and Drug Administration (FDA) acreditó el primer sistema robótico para ejecutar procedimientos quirúrgicos laparoscópicos con configuración de robot-médico después de evoluciones en cirugía, ginecología y urología (8).

En el ámbito de la odontología. el robot Suresmile, es uno de los más famosos del sistema de ortodoncia, se enfoca en la clínica odontológica en 2001 (9). La robótica en odontología ha evolucionado en especialidades como la restauradora y la implantología (10,11). En odontología existen solo unos cuantos sistemas robóticos manuales los cuales se manipulan manualmente por medio de una interfaz de control del ordenador (12). Estos robots que se manejan manualmente proporcionan un fresado muy seguro y puntual que el brindado por el odontólogo (13). Los robots autónomos están ganando terreno en implantología, pero algunos sistemas robóticos prometedores aún no están disponibles para los odontólogos (14,15).

A finales del siglo XVI, se desarrollaba el microscopio y junto a este se comenzó a usar las herramientas robóticas (16). En odontología se comenzaron a utilizar en procedimientos dentales, tanto en endoscopia y microscopía dental (17,18). Los sistemas robóticos, como el robot Da Vinci, se utilizan más comúnmente en procedimientos médicos. Se utilizan más de 5.500 sistemas robóticos en todo el mundo y se realizan más de 7 millones de cirugías (19). La cirugía robótica también se puede utilizar en procedimientos de cabeza y cuello. A medida que la robótica avanzó en la salud, también mejoró la odontología, incluidas las prótesis, la cirugía bucal y la higiene dental (11,20).

Para el estudio, se considerará a la revisión de alcance (En adelante RS) como una revisión que unifica argumentos clave a través de una revisión exhaustiva de la literatura, implica explorar actividades científicas, identificar literatura previa, sintetizar hallazgos científicos e identificar lagunas en la literatura (21). La RS puede resolver preguntas de investigación, identificar evidencia limitada y generar nuevas hipótesis y recomendaciones, sin embargo, algunas desventajas incluyen datos cuantitativos insuficientes y el riesgo de aceptar conclusiones como definitivas (22).

Por lo expuesto, la literatura revela que en los últimos años la tecnología robótica en la odontología ha demostrado innovaciones y avance, de ahí la necesidad de evaluar como esta tecnología es utilizada en los diferentes ámbitos de la atención y practica odontológica, resultando necesario que los odontólogos comprendan sus aplicaciones,

beneficios y limitaciones a fin de incorporar de manera efectiva dicha tecnología en su práctica clínica, por tal motivo, la revisión de alcance puede generar una discusión más extensa sobre cómo la robótica puede mejorar la atención odontológica y cómo puede ser utilizada de manera responsable y efectiva en el ámbito clínico.

Por lo cual, el objetivo del estudio pretende evaluar la evidencia actual sobre la aplicación de la robótica en el campo de la odontología, permitiendo describir la práctica actual y guiar futuras investigaciones sobre la temática de estudio.

## **2. METODOLOGÍA**

Las revisiones de alcance, una forma de síntesis del conocimiento, emplean un enfoque metódico para mapear la evidencia con respecto a un tema en particular, al tiempo que identifican conceptos clave, teorías, fuentes y brechas de conocimiento (21,22). Las revisiones del alcance son una herramienta particularmente ventajosa en la gama cada vez mayor de enfoques de síntesis de pruebas, es decir, si el propósito de la revisión es la identificación de lagunas de conocimiento, la delimitación de un corpus bibliográfico, la aclaración de conceptos, la realización de una investigación o la presentación de una revisión sistemática, los investigadores pueden optar por una revisión exhaustiva en lugar de una revisión sistemática.

La RS es descriptiva con un enfoque cualitativo y transversal. Esta revisión se preparó de acuerdo con la lista de verificación PRISMA para revisiones de alcance Tricco et al. (23). En primera instancia, la investigación abarcó una exploración de la existencia de cualquier investigación previa sobre el tema; la formulación de estándares de selección para el estudio basados en el procedimiento de exploración, que comprendía criterios inclusivos y excluyentes; la representación visual de los datos en forma gráfica; y la organización y entrega de los hallazgos.

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

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

**¿Cuáles son las aplicaciones clínicas actuales de los diferentes tipos de robots en el campo de la odontología?**

Las preguntas secundarias fueron las siguientes:

1. ¿Cuáles son las implicaciones pragmáticas de los esfuerzos de investigación que abordan la utilización de la robótica en el campo de la odontología?
2. ¿Qué nuevas posibilidades de investigación están surgiendo en relación con la robótica y su aplicación en la odontología?

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

#### **2.2.1 Criterios de inclusión**

1. Se incluirán los artículos de naturaleza original que hallan utilizado estudios empíricos que hallan sido publicados entre 2018 y 2023.
2. Artículos escritos únicamente en inglés y español
3. La literatura relacionada con la robótica y odontología 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 robótica y el campo específico de la odontología.
2. Aquellos artículos que adopten la forma 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 en Redes Neuronales Convencionales (CNN).
4. Los artículos que no estén escritos en español o inglés no se tendrán en cuenta para el análisis.
5. Estudios que emplean la robótica para objetivos que van más allá del ámbito de la odontología.

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

Se realizó una exploración utilizando medios electrónicos en varias bases de datos científicas: SCOPUS, Web of Science, PubMed, Scielo, Redalyc y IEEE Explorer. PubMed fue seleccionada por ser el motor de búsqueda de libre acceso más utilizado para localizar artículos de revistas del área médica. También se consideró Scopus, que es la mayor base de datos de revistas científicas. Además, se utilizó la biblioteca digital IEEE Xplore, que incluye artículos de revistas, normas técnicas, actas de conferencias y materiales relacionados con la informática.

### 2.4. Ecuación de Búsqueda

El estudio se realizó el 14 de febrero de 2024, limitando los resultados a los últimos cinco años a fin de obtener información centrada en la temática de estudio. Los términos claves MeSH/DeCS utilizados fueron: "Robotics", "Companion Robots", "Companion Robot", "Robot, Companion", "Robots, Companion", "Telerobotics", "Socially Assistive Robots", "Assistive Robot, Socially", "Assistive Robots, Socially", "Robot, Socially Assistive", "Robots, Socially Assistive", "Socially Assistive Robot", "Social Robots", "Robot, Social", "Robots, Social", "Social Robot", "Remote Operations (Robotics)", "Operation, Remote (Robotics)", "Operations, Remote (Robotics)", "Remote Operation (Robotics)", "Soft Robotics", "Robotic, Soft", "Robotics, Soft", "Soft Robotic", "Dentistry", "Dental Equipment", "Dental Instruments", "Economics, Dental", "Education, Dental", "History of Dentistry", "Legislation, Dental", "Oral Medicine".

En la Tabla 1, se demuestran las ecuaciones de búsqueda específicas para cada base de datos. Estas son el resultado de las combinaciones de los descriptores claves usando conectores booleanos (AND y OR) y la aplicación de criterios de inclusión y exclusión.

**Tabla 1.** Ecuación de búsqueda

Base de Datos	Cadena de búsqueda
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ( "Robotics" OR "Companion Robots" OR "Companion Robot" OR "Robot, Companion" OR "Robots, Companion" OR "Telerobotics" OR "Socially Assistive Robots" OR "Assistive Robot, Socially" OR "Assistive Robots, Socially" OR "Robot, Socially Assistive" OR "Robots, Socially Assistive" OR "Socially Assistive Robot" OR "Social Robots" OR "Robot, Social" OR "Robots, Social" OR "Social Robot" OR "Remote Operations (Robotics)" OR "Operation, Remote (Robotics)" OR "Operations, Remote (Robotics)" OR "Remote Operation (Robotics)" OR "Soft Robotics" OR "Robotic, Soft" OR "Robotics, Soft" OR "Soft Robotic" ) AND TITLE-ABS-KEY ( "Dentistry" OR "Dental Equipment" OR "Dental Instruments" OR "Economics,

	Dental" OR "Education, Dental" OR "History of Dentistry" OR "Legislation, Dental" OR "Oral Medicine" ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DENT" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SRCTYPE , "j" ) )
WoS	TS=( "Robotics" OR "Companion Robots" OR "Companion Robot" OR "Robot, Companion" OR "Robots, Companion" OR "Telerobotics" OR "Socially Assistive Robots" OR "Assistive Robot, Socially" OR "Assistive Robots, Socially" OR "Robot, Socially Assistive" OR "Robots, Socially Assistive" OR "Socially Assistive Robot" OR "Social Robots" OR "Robot, Social" OR "Robots, Social" OR "Social Robot" OR "Remote Operations (Robotics)" OR "Operation, Remote (Robotics)" OR "Operations, Remote (Robotics)" OR "Remote Operation (Robotics)" OR "Soft Robotics" OR "Robotic, Soft" OR "Robotics, Soft" OR "Soft Robotic" ) AND TS=( "Dentistry" OR "Dental Equipment" OR "Dental Instruments" OR "Economics, Dental" OR "Education, Dental" OR "History of Dentistry" OR "Legislation, Dental" OR "Oral Medicine" ) and 2023 or 2022 or 2021 or 2020 (Publication Years) and Article (Document Types) and Dentistry Oral Surgery Medicine (Web of Science Categories) and English or Spanish (Languages) and Dentistry Oral Surgery Medicine (Research Areas)
PubMed	("Robotics" OR "Companion Robots" OR "Companion Robot" OR "Robot, Companion" OR "Robots, Companion" OR "Telerobotics" OR "Socially Assistive Robots" OR "Assistive Robot, Socially" OR "Assistive Robots, Socially" OR "Robot, Socially Assistive" OR "Robots, Socially Assistive" OR "Socially Assistive Robot" OR "Social Robots" OR "Robot, Social" OR "Robots, Social" OR "Social Robot" OR "Remote Operations (Robotics)" OR "Operation, Remote (Robotics)" OR "Operations, Remote (Robotics)" OR "Remote Operation (Robotics)" OR "Soft Robotics" OR "Robotic, Soft" OR "Robotics, Soft" OR "Soft Robotic") AND ("Dentistry" OR "Dental Equipment" OR "Dental Instruments" OR "Economics, Dental" OR "Education, Dental" OR "History of Dentistry" OR "Legislation, Dental" OR "Oral Medicine")
Redalyc	("Robotics" OR "Companion Robots" OR "Companion Robot" OR "Robot, Companion" OR "Robots, Companion" OR "Telerobotics" OR "Socially Assistive Robots" OR "Assistive Robot, Socially" OR "Assistive Robots, Socially" OR "Robot, Socially Assistive" OR "Robots, Socially Assistive" OR "Socially Assistive Robot" OR "Social Robots" OR "Robot, Social" OR "Robots, Social" OR "Social Robot" OR "Remote Operations (Robotics)" OR "Operation, Remote (Robotics)" OR "Operations, Remote (Robotics)" OR "Remote Operation (Robotics)" OR "Soft Robotics" OR "Robotic, Soft" OR "Robotics, Soft" OR "Soft Robotic") AND ("Dentistry" OR "Dental Equipment" OR "Dental Instruments" OR "Economics, Dental" OR "Education, Dental" OR "History of Dentistry" OR "Legislation, Dental" OR "Oral Medicine")
Scielo	("Robotics" OR "Companion Robots" OR "Companion Robot" OR "Robot, Companion" OR "Robots, Companion" OR "Telerobotics" OR "Socially Assistive Robots" OR "Assistive Robot, Socially" OR "Assistive Robots, Socially" OR "Robot, Socially Assistive" OR "Robots, Socially Assistive" OR "Socially Assistive Robot" OR "Social Robots" OR "Robot, Social" OR "Robots, Social" OR "Social Robot" OR "Remote Operations (Robotics)" OR "Operation, Remote (Robotics)" OR "Operations, Remote (Robotics)" OR "Remote Operation (Robotics)" OR "Soft Robotics" OR "Robotic, Soft" OR "Robotics, Soft" OR "Soft Robotic") AND ("Dentistry" OR "Dental Equipment" OR "Dental Instruments" OR "Economics, Dental" OR "Education, Dental" OR "History of Dentistry" OR "Legislation, Dental" OR "Oral Medicine")
IEEE	1. ("ROBOTICS" OR "COMPANION ROBOTS" OR "COMPANION ROBOT" OR "ROBOT, COMPANION" OR "ROBOTS, COMPANION" OR "TELEROBOTICS" OR "SOCIALY ASSISTIVE ROBOTS" OR "ASSISTIVE ROBOT, SOCIALLY" OR "ASSISTIVE ROBOTS, SOCIALLY" OR "ROBOT, SOCIALLY ASSISTIVE" OR "ROBOTS, SOCIALLY ASSISTIVE" OR "SOCIALY ASSISTIVE ROBOT" OR "SOCIAL ROBOTS" OR "ROBOT, SOCIAL" OR "ROBOTS, SOCIAL" OR "SOCIAL ROBOT" OR "REMOTE OPERATIONS (ROBOTICS)" OR "OPERATION, REMOTE (ROBOTICS)" OR "OPERATIONS, REMOTE (ROBOTICS)" OR "REMOTE OPERATION (ROBOTICS)" OR "SOFT ROBOTICS" OR "ROBOTIC, SOFT" OR "ROBOTICS, SOFT" OR "SOFT ROBOTIC") AND ("DENTISTRY" OR "DENTAL EQUIPMENT" OR "DENTAL INSTRUMENTS" OR "ECONOMICS, DENTAL" OR "EDUCATION, DENTAL" OR "HISTORY OF DENTISTRY" OR "LEGISLATION, DENTAL" OR "ORAL MEDICINE") Filters Applied: ConferencesJournalsEarly Access Articles dentistry IEEE AccessIEEE Transactions on Biomedical Engineering 2018 - 2023

## 2.5. Selección de estudios

La búsqueda inicial dio como resultado 872 artículos. El proceso de selección implicó el examen de los títulos y los resúmenes por dos revisores (AM y PG). Los textos

completos se evaluaron para determinar si los registros cumplían con los criterios de inclusión o cuando había incertidumbre en cuanto a la elegibilidad. De existir conflictos en la selección de un documento por los evaluadores, se optó por solicitar la participación de un tercer revisor. Además, se realizaron búsquedas manuales utilizando listas de referencias de los estudios incluidos. La idoneidad de los textos completos seleccionados para su inclusión se evaluó de acuerdo con los criterios originales.

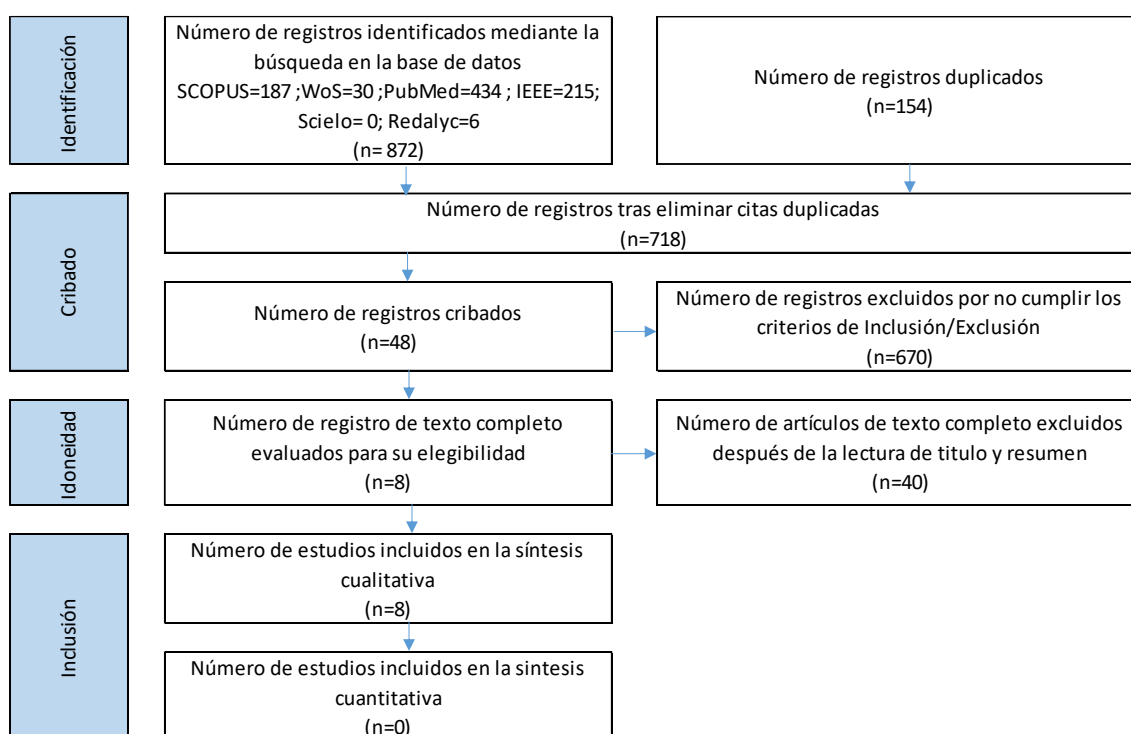
## 2.6. Extracción de datos y resultado de interés

La extracción de datos se realizó y se registró en formato tabular. La atención se centró principalmente en el alcance de las aplicaciones clínicas actuales de la robótica en el campo de la odontología, así como en el rendimiento de estos modelos de robótica y odontología en la atención de pacientes o médicos. Como se trataba de una revisión de alcance, se llevó a cabo una revisión cualitativa de todos los textos que cumplían los criterios de elegibilidad.

## 3. RESULTADOS

En la Figura 1 se muestra el proceso de selección de artículos a ser incluidos en el estudio.

**Figura 1. Diagrama de flujo aplicando el enfoque PRISMA**



### 3.1. Características bibliográficas de los documentos seleccionados.

En la Tabla 2, En el artículo de Yelda Kasimoglu et al. (24) se evidencia que existen varios métodos visuales y auditivos para disminuir la ansiedad en pacientes, además la introducción del iRobiQ (robot humanoide) que disminuye la ansiedad en pacientes

pediátricos, el artículo de Serge Dibart et al. (25) demuestra el uso de tecnología robótica al momento de realizar implantes dentales, ventajas y desventajas, además se presenta al robot YOMI, Shi-Chong Qiao et al. (26) en su artículo prueba que los sistemas robóticos pueden ayudar en la implantología brindan al odontólogo más puntualidad, seguridad y eficacia comparándolos con los métodos usados habitualmente, en el artículo de Ping Li et al. (27) muestra el uso de la tecnología robótica aplicada en la odontología, específicamente en la implantología, examinando beneficios, riesgos y resultados, Sun Jian-Peng et al. (28) evidencia estudios los cuales son enfocados en el desarrollo y evaluación de sistemas de diseño digital interactivo para preparación de carillas dentales, Samina Ali et al. (29) menciona que la terapia de distracción con robots humanoides, comparándolos así con métodos distractorios convencional, reduciendo la así la ansiedad, angustia, miedo, desconfianza, entre otros en paciente pediátricos al momento de realizar un procedimiento, Yude Ding et al. (30) exhibe los sistemas quirúrgicos que son usados por robots para instalar implantes dentales, sistemas semiautónomas y los compara con los sistemas autónomos, centrándose en las ventajas del sistema semiautónomo, Jun-Yu Shi et al. (31) evidencia que al mejorar la precisión de los sistemas robóticos guiados por robots se puede prevenir patologías periimplantares, además examina complicaciones, riesgos y ventajas de la cirugía ortopédica asistida por robots.

**Tabla 2.** Descripción bibliográfica

Autor	Titulo	Objetivo	Descripción
Yelda Kasimoglu et al. (24)	Robotic approach to the reduction of dental anxiety in children	We introduced a humanoid robot for the use of technological psychological distraction techniques in children aged 4–10 to reduce their anxiety and improve their behaviour during dental treatment.	El texto analiza los métodos visuales y auditivos, tal como, la música y los dispositivos de visualización, así como la introducción de autómatas con forma humana, para disminuir la ansiedad y la desconfianza de los niños durante sus visitas a los odontólogos. Los resultados de la investigación puntualizan cómo iRobiQ, un robot humanoide, redujo la ansiedad de los infantes de 4 a 10 años de edad mientras se realizaban procedimientos odontológicos.
Serge Dibart et al. (25)	Robot assisted implant surgery: Hype or hope?	Share our experience using robotic implant surgery from the perspective of an academic institution that has used the YOMI robot for several years now.	El documento analiza cómo se puede utilizar la tecnología robótica para ayudar con las cirugías de implantes dentales, recalando tanto las ventajas como las desventajas de esta innovación en el campo odontológico. Los autores describen su uso del robot

			YOMI durante varios años y presentan casos clínicos como modelos de su aplicación en la práctica odontológica.
Shi-Chong Qiao et al. (26)	Accuracy and safety of a haptic operated and machine vision controlled collaborative robot for dental implant placement: A translational study	Multiple generations of medical robots have revolutionized surgery. Their application to dental implants is still in its infancy. Co-operating robots (cobots) have great potential to improve the accuracy of implant placement, overcoming the limitations of static and dynamic navigation. This study reports the accuracy of robot-assisted dental implant placement in a preclinical model and further applies the robotic system in a clinical case series.	El texto examina el uso de la tecnología robótica en la instalación de implantes dentales, concentrándose en la puntualidad, seguridad y eficacia de los procedimientos ayudados por robots comparándolos con los métodos usados habitualmente, tales como los sistemas de navegación estática y dinámica. La investigación presentada destaca la implementación y el progreso de los robots colaborativos en la cirugía de implantes dentales, con resultados favorables tanto en estudios clínicos como in vitro.
Ping Li et al. (27)	Accuracy of autonomous robotic surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A retrospective case series study	This study evaluated the accuracy of dental implant placement using the robotic computer-assisted implant surgery (r-CAIS) technology in fully edentulous patients.	El texto analiza cómo se puede utilizar la cirugía robótica autónoma para colocar implantes dentales en pacientes que no tienen órganos dentales en absoluto. La investigación examina la precisión, los beneficios, los riesgos y los resultados del uso de tecnologías como la navegación dinámica, la cirugía asistida por computadora y los sistemas robóticos en la implantología dental.
Sun Jian-Peng et al. (28)	Digital Interactive Design and Robot-Assisted Preparation	This study aims to establish a digital design system for accurate designing of veneer preparation and study the	El texto analiza estudios sobre la aplicación de la robótica en la odontología y aborda temas como los materiales dentales y la preparación de órganos dentales. El artículo menciona

	Experiment of Tooth Veneer Preparation: An in Vitro Proof-of-Concept	trajectory planning of the robot-assisted preparation.	temas como sistemas automatizados de preparación dental, endodoncia guiada y robots. Los autores del artículo son expertos en ingeniería mecánica, robótica médica y odontología. Los estudios presentados se enfocan en el desarrollo y evaluación de sistemas de diseño digital interactivo para una preparación precisa de carillas dentales, así como en experimentos que manejan robots para ayudar en la preparación de carillas dentales.
Samina Ali et al. (29)	A randomized trial of robot-based distraction to reduce children's distress and pain during intravenous insertion in the emergency department	Our objectives were to evaluate the effectiveness of humanoid robot-based distraction on reducing distress and pain in children undergoing intravenous insertion.	El texto analiza el uso de un robot con forma humana como distracción durante intervenciones médicas, principalmente con el objetivo de reducir la ansiedad y el malestar en los niños que reciben inserciones intravenosas en situaciones de emergencia. La investigación evalúa la terapia de distracción con robots en comparación con el tratamiento convencional, destacando su capacidad para disminuir la angustia y el temor relacionada con el dolor en pacientes pediátricos mientras se ejecuta el procedimiento.
Yude Ding et al. (30)	Accuracy of a novel semi-autonomous robotic-assisted surgery system for single implant placement: A case series	This study aimed to evaluate the accuracy of dental implant placement at single-tooth sites using a novel semi-autonomous robotic-assisted surgery system (sa-RASS).	El texto habla sobre la precisión de los sistemas quirúrgicos que utilizan robots para instalar implantes dentales, concretamente mencionando de un nuevo sistema de cirugía semiautónoma asistida por robots para colocar implantes individuales. La investigación examina las diferencias entre las posiciones de implantes

			<p>planeadas y efectividad después de la operación, destacando la capacidad del sistema para mejorar la precisión comparada con técnicas convencionales. Además, se realiza una comparación de sistemas robóticos semiautónomos y autónomos para la cirugía dental de implantes, acentuando las ventajas del sistema semiautónomo en términos de flexibilidad, adaptabilidad y comunicación médico-paciente.</p>
<p>Jun-Yu Shi et al. (31)</p>	<p>Improved positional accuracy of dental implant placement using a haptic and machine-vision-controlled collaborative surgery robot: A pilot randomized controlled trial</p>	<p>The objective of the present pilot randomized trial was to (i) identify challenges in the implementation of robotic dental implant placement randomized trials; and (ii) preliminarily estimate the size of the potential benefit in terms of positional accuracy, safety and peri- and post-operative morbidity comparing robot-assisted and freehand single dental implant placement.</p>	<p>El texto examina la investigación sobre la precisión del guiado robótico en la cirugía de implantes dentales y otras cirugías. La aplicación de la robótica, la retroalimentación táctil, la visión por computadora y la navegación dinámica se discuten para mejorar la precisión de la inserción de implantes. Además, se examinan las posibles complicaciones, riesgos y ventajas de la cirugía ortopédica asistida por robots.</p>

### 3.2. Implicaciones pragmáticas de la robótica en el campo de la odontología

En lo referente a las aplicaciones prácticas de la robótica en la odontología, el autor Yelda Kasimoglu et al. (24) demostró que al emplear robots humanoides como distracción se puede disminuir drásticamente la ansiedad y el estrés en relación con la atención en la clínica odontológica en los infantes, lo que se manifiesta en el comportamiento mejorándolo así durante el procedimiento odontológico. Se ha

demostrado que este método es muy efectivo en comparación con los métodos tradicionales de distracción utilizados comúnmente por los mismos odontólogos especializados en odontopediatría. Al momento de realizar los procedimientos dentales usuales, el uso de robots puede implicar positivamente a los infantes, así como, reducir los sentimientos de ansiedad, frustración, malestar y sentimiento de fastidio. Además, los robots tienen el potencial de reducir el dolor y la angustia que es ocasionado al momento de realizar procedimientos odontológicos en infantes.

Por otra parte, el autor Serge Dibart et al. (25) testifica que la robótica aplicada en la odontología, esencialmente en la cirugía que utiliza implantes, cuenta con varias implicaciones prácticas. Por ende, la eliminación de la necesidad de una guía física mejora la accesibilidad, la visibilidad y la secuencia de perforación haciéndola más viable. Además, permite ajustar el plan quirúrgico al momento de realizar la cirugía misma, ayudando así a colocar implantes precisos en áreas de difícil acceso. Entonces, enfatiza que la cirugía asistida por robot cuenta con varias ventajas para los pacientes que presentan pérdida y ausencia parcial de órganos dentales, particularmente en casos de edentulismo, brindando así una orientación precisa. Así mismo, se enuncia que la robótica puede ser particularmente beneficiosa para pacientes que presenten inconvenientes médicos y disponibilidad ósea limitada que no son candidatos para la cirugía que utiliza el injerto óseo.

El autor Shi-Chong et al. (26) Indica que se puede aumentar la precisión en la inserción de implantes esto gracias a la utilización de co-bots, los cuales son robots colaborativos, superando así las limitaciones de las guías estáticas usualmente usadas y los sistemas de navegación dinámica. La retroalimentación en tiempo real, la restricción háptica y la capacidad de colaboración entre humanos y robots de estos sistemas robóticos proporcionan el posicionamiento más exacto, por ende, más preciso del implante. Shi-Chong Qiao exploró investigaciones abordadas tanto clínicamente como preclínicamente y menciona que el uso de sistemas robóticos puede reducir los tiempos de cirugía y también mejorar la precisión de los implantes.

Mientras que el autor Ping Li et al. (27) menciona que los sistemas de cirugía robótica autónoma, como por ejemplo la cirugía de implantes cooperada con ayuda de una computadora robótica (r-CAIS), ha demostrado presentar mayor precisión en pacientes sin dientes completos, que podrían presentar desviaciones mínimas en respecto a las mediciones coronales, apicales y angulares. La investigación de Ping Li también alude que los resultados de los procedimientos odontológicos podrían mejorar y las complicaciones por ende podrían reducirse con ayuda de esta precisión. Los sistemas robóticos igualmente pudiesen proporcionar un automatizado en ciertas tareas al momento del procedimiento de cirugía, reduciendo así el margen de error y permitiendo movimientos más precisos.

El autor Sun Jian-Peng et al. (28) sugiere que al realizar procedimientos como por ejemplo las preparaciones dentales estas se pueden llevar a cabo con mayor prudencia y también ayudando a la planificación al utilizar la robótica, mejorando así los resultados alcanzados. Al mismo tiempo, los sistemas robóticos podrían mejorar la calidad en general de la atención odontológica ayudando así en procedimientos odontológicos como la remoción de caries y la preparación de órganos dentales. La incorporación de la robótica en la odontología tiene el potencial para impulsar el desarrollo de sistemas especializados, por ejemplo, un robot diseñado concretamente para escanear modelos dentales y preparar órganos dentales de acuerdo con modelos exactos.

Por otra parte, el autor Samina Ali et al. (29) menciona que el uso de robots humanoides para distraer a los pacientes durante procedimientos odontológicos, como lo es colocar anestesia, disminuye la angustia de los padres y la angustia de los niños al realizar dicho procedimiento.

El autor Yude Ding et al. (30) demuestra que los sistemas de cirugía asistida por sistemas robóticos son más precisos y uniformes al momento de la instalación de implantes dentales. Estos sistemas pueden abordar y evitar complicaciones como errores quirúrgicos, falta de personal odontológico, médico y diferencias en las habilidades que presentan los diferentes cirujanos. Esta investigación indicó que los sistemas robóticos pueden colocar los implantes de manera precisa, manteniendo así las desviaciones dentro de límites admisibles. También, los sistemas robóticos autónomos podrían realizar procedimientos quirúrgicos de forma autónoma, reduciendo así la necesidad de participación humana. Por otro lado, la utilización de sistemas robóticos semiautónomos incorpora la habilidad del cirujano con la orientación robótica, mejorando así la precisión de la colocación de implantes y reduciendo la influencia de factores humanos.

El autor Jun-Yu Shi et al. (31) indica que la robótica en odontología puede ayudar a prevenir patologías periimplantares al mejorar la precisión de la posición de los implantes dentales. Demostrando una mayor precisión posicional de acuerdo con un plan protésicamente guiado, los sistemas robóticos han demostrado la habilidad de reclutar participantes en estudios que comparan la colocación de implantes realizada por robots con la realizada manualmente.

Nuevas posibilidades de investigación están surgiendo en relación con la robótica y su aplicación en la odontología, como menciona el autor Yelda Kasimoglu et al. (24) existe una escasez de investigaciones adicionales sobre métodos accesibles económicamente para implementar sistemas robóticos en clínicas y consultorios odontológicos. La transferencia de las capacidades robóticas a aplicaciones móviles para gafas de realidad virtual económicas, por ejemplo, aplicaciones de videos, música o videojuegos serán transferidos a las gafas de realidad virtual, haciendo que el paciente centre su atención a las gafas. Con ayuda de estas gafas de realidad virtual económicas podría reducir drásticamente el costo total de la tecnología en un centro odontológico. Así mismo, se podría dedicar más tiempo a investigaciones mejorando las habilidades de los robots humanoides en entornos odontológicos, para así optimar su capacidad para interactuar con los pacientes y proveer técnicas de distracción efectivas. Las investigaciones posteriores pueden seguir investigando métodos innovadores, aprovechando el progreso de la robótica para mejorar la atención al paciente y reduciendo la ansiedad y el miedo durante los procedimientos y tratamientos odontológicos a medida que avanza la tecnología y la utilidad de los sistemas robóticos en la odontología.

Por otra parte, el autor Serge Dibart et al. (25) Propone nuevas áreas de investigación para la cirugía de implantes dinámica y asistida por sistemas robóticos. Algunas posibles áreas de investigación futuras que se deben investigar son: evaluar los procesos de aprendizaje y capacitación necesarios para que los equipos dentales manipulen de manera segura la guía dinámica y la cirugía de implantes asistida por los sistemas robóticos; evaluar la viabilidad económica y las implicaciones de recursos asociadas con

la integración de tecnologías quirúrgicas dinámicas en las prácticas odontológicas; investigar los resultados a largo plazo y las tasas de éxito de los implantes colocados mediante cirugía asistida por robot en comparación con los métodos convencionales; y observar y analizar la posibilidad de mejorar la precisión y puntualidad de la colocación de dispositivos mediante cirugía asistida por los sistemas robóticos.

El autor Shi-Chong Qiao et al. (26) Sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para evaluar el desempeño de los co-bots en comparación con otras técnicas destinadas a mejorar la precisión en la colocación de implantes, como, por ejemplo: guías estáticas y sistemas de navegación dinámica. Se propone llevar a cabo ensayos adicionales para contrastar la eficacia de los robots asistentes en cooperar a los cirujanos a ascender las limitaciones asociadas con la colocación de implantes dentales manualmente.

El autor Ping Li et al. (27) proponen nuevas áreas de investigación que podrían centrarse específicamente en optimizar los protocolos de tratamiento y procedimientos para sistemas robóticos en odontología, afrontar dificultades de viabilidad financiera y económica y optimizar los procesos de trabajo para acrecentar la eficacia de los procedimientos odontológicos asistidos por los sistemas robóticos. Asimismo, recomienda realizar ensayos, estudios e investigaciones adicionales para proveer una evidencia clínica más exacta sobre las ventajas y desventajas de la robótica aplicada en odontología, particularmente en lo que concierne a la colocación de implantes dentales.

El autor Sun Jian-Peng et al. (28) Propone realizar nuevas áreas de investigación en la robótica aplicada en la odontología, como, por ejemplo: evaluar la viabilidad y eficacia de los sistemas en órganos dentales específicos para proceder demostrando su eficacia. El estudio también indica que se debería investigar la precisión del posicionamiento repetido del robot seleccionado en el experimento con el fin de mejorar la precisión y confiabilidad de los procedimientos dentales asistidos por los sistemas robóticos. La investigación futura debería centrarse en cómo optimizar y mejorar el sistema para una variedad de materiales y procedimientos dentales, así como, en mejorar las capacidades de los sistemas robóticos en odontología por medio de la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (ia).

El autor Samina Ali et al. (29) indica evaluar la eficacia de la terapia de distracción utilizando robots humanoides en una variedad de procedimientos y ambientes odontológicos y clínicos, propone que las investigaciones futuras deben centrarse en evaluar su eficacia y compararla con otras formas de distracción. Es necesario llevar a cabo más estudios para determinar la facilidad de uso y la rentabilidad potencial de esta terapia apoyada en robots en la odontología y otras áreas de la salud. Las investigaciones adicionales podrían mejorar las aplicaciones prácticas de la robótica en la odontología y en entornos médicos en general al abordar los desafíos técnicos y personalizar las acciones de los robots de acuerdo con las preferencias individuales.

El autor Yude Ding et al. (30) cree que la investigación futura debería centrarse en el análisis de la precisión de los robots semiautónomos que utilizan técnicas manuales y navegación dinámica cuando se utilizan en condiciones más complejas en el sitio del implante. Además, se necesitan más ensayos clínicos para investigar los factores que influyen en la precisión, los resultados a largo plazo y las posibles ventajas de los

sistemas semiautónomos asistidos por robots para mejorar los resultados de los procedimientos de implantes dentales.

El autor Jun-Yu Shi et al. (31) dicta la idea de continuar mejorando los sistemas robóticos en odontología con el objetivo de simplificar los procedimientos, mejorar la precisión de la calibración y reducir los errores, es una de las sugerencias de investigación futura presentadas en el artículo. Se recomienda que la investigación futura se enfoque en evaluar el perfil costo-beneficio, la aceptabilidad y el mejoramiento de los sistemas robóticos actualmente disponibles en odontología.

#### **4. DISCUSIÓN**

Tanto el autor Yelda Kasimoglu et al. (24) como el autor Samina Ali et al. (29) coinciden al decir que emplear robots humanoides en la práctica odontológica como distracción, estos ayudan a los pacientes a disminuir drásticamente la ansiedad y el estrés en relación a la atención en la clínica odontológica en los pacientes pediátricos, mejorando así el comportamiento al momento de realizar los procedimientos odontológicos y en especial al momento de aplicar la anestesia, ya que es el procedimiento que más ocasiona ansiedad a los pacientes. Los autores demuestran que este método es muy efectivo comparándolos con los métodos tradicionales de distracción utilizados en la clínica pediátrica odontológica, estos robots actúan positivamente con los pacientes pediátricos, estos, reducen los sentimientos de ansiedad, frustración y malestar.

El estudio de Serge Dibart et al. (25) dicta que los sistemas robóticos tienen el potencial de mejorar drásticamente la implantología dental, ayudando así con la eliminación de la necesidad de una guía física mejorando la accesibilidad, la visibilidad y la secuencia de perforación haciéndola más viable. Por otra parte, también permite ajustar el plan quirúrgico al momento de realizar la cirugía misma, ayudando a colocar implantes precisos en áreas que son de difícil acceso para los odontólogos. El autor Yude Ding et al. (30) en su investigación coincide con Serge Dibart et al. (25) ya que menciona que los sistemas de cirugía asistida por sistemas robóticos son más precisos y uniformes al momento de la instalación de implantes dentales. Además, menciona más beneficios al usar sistemas robóticos en la implantología dental, sistemas que pueden evitar complicaciones como errores quirúrgicos, falta de personal odontológico y los sistemas robóticos pueden colocar los implantes de manera precisa, manteniendo así las desviaciones dentro de límites admisibles. Los beneficios se suman gracias a la investigación de Jun-Yu Shi et al. (31) el cual indica que la robótica puede ayudar a prevenir patologías periimplantares al mejorar la precisión de la posición de los implantes dentales, gracias a que demuestra una mayor precisión posicional de acuerdo con un plan protésicamente guiado.

Los autores abordan dos perspectivas sobre cómo la tecnología robótica puede mejorar la precisión en la colocación de implantes dentales. El autor Shi-Chong Qiao et al. (26) en su investigación resalta el uso de robots colaborativos (co-bots), superan las limitaciones de las guías estáticas normalmente utilizadas y los sistemas de navegación dinámica. Estos co-bots ofrecen retroalimentación en tiempo real y colaboran con los humanos para lograr una colocación más precisa de los implantes, lo que puede reducir los tiempos de cirugía y mejorar la precisión. Por otro lado, Ping Li et al. (27) en su investigación resaltan los beneficios de los sistemas de cirugía robótica autónoma, como el r-CAIS, que ha demostrado mayor precisión en pacientes sin órganos dentales

completos, los cuales podrían manifestar desviaciones mínimas con respecto a las mediciones coronales, apicales o angulares. Esta precisión podría mejorar los resultados de los procedimientos y reducir las complicaciones. Además, estos sistemas robóticos podrían automatizar tareas durante la cirugía, lo que reduciría los errores y permitiría movimientos más precisos.

El autor Sun Jian-Peng et al. (28) sugiere que los sistemas robóticos podrían mejorar la calidad en general de la atención odontológica ayudando así en procedimientos odontológicos como lo son la remoción de caries y la preparación de órganos dentales. La investigación de Ping Li et al. (27) complementa la investigación de Sun Jian-Peng et al. (28) ya que, alude que los resultados de los procedimientos odontológicos podrían mejorar y las complicaciones podrían reducirse con ayuda de los sistemas robóticos, proporcionando así un automatizado en ciertas tareas al momento de realizar procedimientos odontológicos.

Los autores Yelda Kasimoglu et al. (24) Ping Li et al. (27) y Jun-Yu Shi et al. (31) coinciden en que existe una escasez de información y de investigaciones sobre el enfoque económico para implementarlo en la clínica odontológica. También Ping Li et al. (27) Y Jun.Yu Shi et al. (31) proponen nuevas áreas de investigación que se centren específicamente en optimizar los protocolos de tratamiento y procedimientos para sistemas robóticos en odontología, además también centrarse, la aceptabilidad y el mejoramiento de los sistemas robóticos actualmente disponibles en odontología.

El autor Yelda Kasimoglu et al. (24) propone que se debería dedicar más tiempo a investigaciones, experimentos y ensayos para mejorar las capacidades y las habilidades de los robots humanoides, optimizando así la capacidad de estos para interactuar con los pacientes y de igual forma mejorar las técnicas de distracción, en cambio, el autor Samina Ali et al. (29) propone que se debería evaluar la eficacia de los robots humanoides como método de distracción en los procedimientos odontológicos. Los dos autores coinciden en que las investigaciones posteriores deberían centrarse comparar el uso de robots humanoides con otros métodos de distracción e investigar como el uso de los robots mejoraría la atención al paciente.

El autor Serge Dibart et al. (25) propone que en futuras investigaciones centrarse en nuevas áreas de investigación para la cirugía de implantes dinámica y asistida por sistemas robóticos, además de investigaciones que recopilen los resultados a largo plazo y la tasa de éxito de los implantes que se colocaran mediante la cirugía asistida por robot y así realizar investigaciones comparando los métodos tradicionales y los métodos asistidos por los sistemas robóticos. Mientras que el autor Shi-Chong Qiao et al. (26) sugiere que se tendría que realizar investigaciones para evaluar el desempeño de los co-bots comparados con otras técnicas destinadas a mejorar la precisión en colocación de implantes, por ejemplo: guías estáticas y sistemas de navegación dinámica.

La investigación del autor Sun Jian-Peng et al. (28) junto a la investigación del autor Yude Ding et al. (30) proponen que las investigaciones futuras deberían centrarse en cómo mejorar y optimizar los sistemas robóticos, además de verificar la precisión de los robots semiautónomos que utilizan técnicas manuales y navegación dinámica cuando se utilizan en condiciones más complejas en el sitio del implante. Por otra parte,

proponen investigaciones y ensayos clínicos para investigar las posibles ventajas de los sistemas semiautónomos asistidos por robots para mejorar los resultados de los procedimientos de implantes dentales.

## **5. CONCLUSIONES**

La Robótica beneficia a la odontología en múltiples aplicaciones prácticas. En la cirugía dental contribuye en la colocación de implantología dental y en la creación de robot humanoides los cuales ayudan a los odontólogos pediátricos al momento de aplicar anestesia y realizar los procedimientos odontológicos. Gracias a la aplicación de la robótica en la odontología especialmente en la cirugía que usa implantes, esta va ayudar a implementar varias implicaciones prácticas, haciendo que los sistemas robóticos permitan que el plan quirúrgico se pueda ajustar al realizar la cirugía, haciendo que sea más preciso colocar implantes en zonas de difícil acceso, apoyando tanto el sistema robótico como el operador.

En cuanto a identificar futuros ámbitos de estudio, se revela la necesidad de investigación acerca de los sistemas robóticos autónomos los cuales van a poder realizar las cirugías sin necesidad de que el operador realice el trabajo. Además, se ha demostrado que hace falta investigaciones que comparen el uso de los robots humanoides con otros tipos de métodos de distracción.

Por lo antes expuesto, la robótica aplicada en la odontología tiene todo el potencial para mejorar y ayudar a odontólogos al momento de realizar procedimientos odontológicos, pero existe una escasez de información y de ensayos sobre el enfoque económico para implementarlo en la clínica odontológica.

### III.- REFERENCIAS.

1. Ahmad P, Alam MK, Aldajani A, Alahmari A, Alanazi A, Stoddart M, et al. Dental robotics: A disruptive technology. *Sensors*. 2021;21(10):1–15.
2. Cheng C, Yinan X, Zongxin X, Lei S, Yanan X, Yanli Y. Robotic and Microrobotic Tools for Dental Therapy. *J Healthc Eng*. 2022;2022.
3. Liu L, Watanabe M, Ichikawa T. Robotics in Dentistry: A Narrative Review. *Dent J*. 2023;11(3).
4. Dario P, Guglielmelli E, Allotta B, Carrozza MC. Robotics for medical applications. *IEEE Robot Autom Mag*. 1996;3(3):44–56.
5. Patel VR. Robotic urologic surgery, second edition. *Robot Urol Surgery, Second Ed*. 2012;1–541.
6. Kwoh YS, Hou J, Jonckheere E, Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery - *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1988;35(2):153–60.
7. van Riet TCT, Chin Jen Sem KTH, Ho JPTF, Spijker R, Kober J, de Lange J. Robot technology in dentistry, part one of a systematic review: literature characteristics. *Dent Mater [Internet]*. 2021;37(8):1217–26. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.06.001>
8. Haddadin S. Towards the robotic co-worker. *Springer Tracts Adv Robot*. 2014;90:195–215.
9. Mah J, Sachdeva R. Computer-assisted orthodontic treatment: the SureSmile process. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(1):85–7.
10. Yuan F, Lyu P. A preliminary study on a tooth preparation robot. *Adv Appl Ceram*. 2020;119(5–6):332–7.
11. van Riet TCT, Chin Jen Sem KTH, Ho JPTF, Spijker R, Kober J, de Lange J. Robot technology in dentistry, part two of a systematic review: an overview of initiatives. *Dent Mater*. 2021;37(8):1227–36.
12. Kasina H, Raju Bahubalendruni MVA, Botcha R. Robots in medicine: Past, present and future. *Int J Manuf Mater Mech Eng*. 2017;7(4):44–64.
13. Grischke J, Johannsmeier L, Eich L, Griga L, Haddadin S. *Dentronics: Towards*

- robotics and artificial intelligence in dentistry. *Dent Mater* [Internet]. 2020 Jun;36(6):765–78. Available from:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0109564120300762>
14. Rodr E, Kypson AP, Moten SC, Nifong LW, Jr WRC. Robotic mitral surgery at East Carolina University : *Int J*. 2006;(April):211–5.
  15. Naveen S. A novel approach for carrying out dental activities such as drilling and filling using automated robots. *Int J Electr Electron Data Commun* [Internet]. 2017;(5):2320–2084. Available from:  
[http://iraj.in/journal/journal\\_file/journal\\_pdf/1-403-151236908656-60.pdf](http://iraj.in/journal/journal_file/journal_pdf/1-403-151236908656-60.pdf)
  16. Allen E, Turk JL. Microscopes in the Hunterian Museum. *Ann R Coll Surg Engl*. 1982;64(6):414–8.
  17. Bocchialini G, Negrini S, Bolzoni Villaret A, Pianta L. Intraconal orbital displacement of a dental implant treated with an endoscopically-assisted approach. *Br J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2020;58(4):469–71. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2020.01.006>
  18. Al Shaikhly B, Harrel SK, Umorin M, Augsburg RA, Jalali P. Comparison of a Dental Operating Microscope and High-resolution Videoscope for Endodontic Procedures. *J Endod* [Internet]. 2020;46(5):688–93. Available from:  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.01.013>
  19. Kang SW, Lee SH, Ryu HR, Lee KY, Jeong JJ, Nam KH, et al. Initial experience with robot-assisted modified radical neck dissection for the management of thyroid carcinoma with lateral neck node metastasis. *Surgery* [Internet]. 2010;148(6):1214–21. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.surg.2010.09.016>
  20. De Ceulaer J, De Clercq C, Swennen GRJ. Robotic surgery in oral and maxillofacial, craniofacial and head and neck surgery: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2012;41(11):1311–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2012.05.035>
  21. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: Towards a methodological framework. *Int J Soc Res Methodol Theory Pract*. 2005;8(1):19–32.
  22. Chambergo-Michilot D, Diaz-Barrera ME, Benites-Zapata VA. Revisiones de alcance, revisiones paraguas y síntesis enfocada en revisión de mapas: aspectos metodológicos y aplicaciones. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*.

- 2021;38(1):136–42.
23. 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* [Internet]. 2018 Oct 2;169(7):467–73. Available from: <https://www.acpjournals.org/doi/10.7326/M18-0850>
  24. Kasimoglu Y, Kocaaydin S, Karsli E, Esen M, Bektas I, Ince G, et al. Robotic approach to the reduction of dental anxiety in children. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2020 Aug 17;78(6):474–80. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00016357.2020.1800084>
  25. Dibart S, Kernitsky-Barnatan J, Di Battista M, Montesani L. Robot assisted implant surgery: Hype or hope? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2023 Dec;124(6):101612. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85175539837&doi=10.1016%2Fj.jormas.2023.101612&partnerID=40&md5=c2f7cb71c9b23ed1e4194123caa01c4c>
  26. Qiao S, Wu X, Shi J, Tonetti MS, Lai H. Accuracy and safety of a haptic operated and machine vision controlled collaborative robot for dental implant placement: A translational study. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Aug 12;34(8):839–49. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85163061941&doi=10.1111%2Fclr.14112&partnerID=40&md5=f429339fed50349f3d57fb87a6218bb7>
  27. Li P, Chen J, Li A, Luo K, Xu S, Yang S. Accuracy of autonomous robotic surgery for dental implant placement in fully edentulous patients: A retrospective case series study. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2023 Dec 19;34(12):1428–37. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174409619&doi=10.1111%2Fclr.14188&partnerID=40&md5=7ad29e24ba9a3bbf5efab2f54e46e062>
  28. Jian-Peng S, Jin-Gang J, Wei Q, Zhi-Yuan H, Hong-Yuan M, Shan Z. Digital Interactive Design and Robot-Assisted Preparation Experiment of Tooth Veneer Preparation: An in Vitro Proof-of-Concept. *IEEE Access* [Internet]. 2023;11:30292–307. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10078260/>
  29. Ali S, Manaloor R, Ma K, Sivakumar M, Beran T, Scott SD, et al. A randomized

trial of robot-based distraction to reduce children's distress and pain during intravenous insertion in the emergency department. *Can J Emerg Med* [Internet]. 2021 Jan 10;23(1):85–93. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s43678-020-00023-5>

30. Ding Y, Zheng Y, Chen R, Cao R, Chen J, Wang L, et al. Accuracy of a novel semi-autonomous robotic-assisted surgery system for single implant placement: A case series. *J Dent* [Internet]. 2023 Dec;139:104766. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85175821109&doi=10.1016%2Fj.jdent.2023.104766&partnerID=40&md5=f67e2fe0ae8b007cda3b2701aa62ee3b>
31. Shi J, Liu B, Wu X, Liu M, Zhang Q, Lai H, et al. Improved positional accuracy of dental implant placement using a haptic and machine-vision-controlled collaborative surgery robot: A pilot randomized controlled trial. *J Clin Periodontol* [Internet]. 2024 Jan 23;51(1):24–32. Available from: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174600198&doi=10.1111%2Fjcpe.13893&partnerID=40&md5=1c57e95a2cfe a7120cdd58fa316d037a>

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN DE LA CARRERA DE  
ODONTOLOGÍA CAMPUS AZOGUES

CERTIFICA

Que, el presente trabajo de titulación denominado **“Robótica aplicada en la odontología. Una revisión de alcance”**, realizado por Pedro Emmanuel Guerrero Rojas, 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, 13 de Junio del 2024

  
Ing. Ángel Aurelio Morochó Macas, Mgs  
RESPONSABLE

**Pedro Emmanuel Guerrero Rojas** portador de la cédula de ciudadanía N° **0350183695**. En calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Robótica aplicada en la odontología. 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, **14 de junio de 2024**



**Pedro Emmanuel Guerrero Rojas**

**C.I. 0350183695**