

La inteligencia artificial en la actividad científica educativa en ciencias de la salud.

The artificial intelligence in the educational scientific activity in the health sciences.

1. Marian Noa Pelegrin ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1479-4840>
2. Melany Noa Pelegrin ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8275-8778>
3. Reinaldo Elias Sierra ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4909-168X>
4. Paula Celerina Villalón Fernández ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0064-1540>
5. Lis Sucel Abad Villalón ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4582-0998>

1. Clínica Estomatológica 4 de abril. Guantánamo-Cuba. mariannp@nauta.cu
2. Universidad de Ciencias Médicas. Guantánamo-Cuba. e-mail: melanynp@nauta.cu
3. Hospital Dr. Agostinho Neto. Guantánamo.
4. Hospital Dr. Agostinho Neto. Guantánamo-Cuba.
5. Clínica Estomatológica Docente Julio A. Mella. Guantánamo-Cuba. e-mail: paulavf@infomed.sld.cu
6. Clínica Estomatológica Docente Julio A. Mella. Guantánamo-Cuba. e-mail: paulavf@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: la aplicación de las tecnologías de la informativa y la comunicación es un avance novedoso. Objetivo: describir la aplicación de inteligencia artificial en la actividad docente e investigativa en las ciencias de la salud. Métodos: Métodos: En la Clínica Estomatológica 4 de abril de Guantánamo durante el mes de enero de 2025 se realizó un estudio exploratorio, tipo revisión bibliográfica narrativa. Se utilizaron métodos teóricos (analítico – sintético, inductivo – deductivo) y empírico (análisis documental). Se identificaron un total de 525 artículos. Después de una revisión exhaustiva se incluyeron 74 estudios en el análisis final. Resultados: Se ofrece información sobre la influencia de la aplicación de la inteligencia artificial en la actividad asistencial, docente, investigativa y gerencial en Estomatología. Conclusiones: la creciente incorporación de las tecnologías de inteligencia artificial en la actividad asistencial, docente, investigativa y gerencial en el campo de la estomatología ha posibilitado una transformación cualitativamente superior de la atención estomatológica, las que se deben utilizar con un enfoque ético, como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones clínicas, no como un reemplazo.

Palabras claves: Estomatología; odontología; inteligencia artificial.

ABSTRACT

Introduction: the application of the technologies of the informative and the communication is a novel advance. Objective: to describe the application of thee artificial intelligence in the educational and investigative activity in the health sciences. Methods: Methods: one carries out an exploratory study in the 4 of April Odontology Clinical of Guantánamo, during the January of 2025, type narrative bibliographical revision. Were used theoretical (analytic - synthetic, inductive - deductive) and empiric (documental analysis) methods. They were identified a total of 525 articles. After an exhaustive revision 74 studies were included in the final analysis. Results: Were offers information on the influence of the application of the artificial intelligence in the assistance, educational, investigative and managerial odontology activity. Conclusions: the growing incorporation of the technology artificial intelligence in the assistance, educational, investigative and managerial activity in the odontology has facilitated a transformation qualitatively superior of the odontological attention, those that should be used with an ethical focus, like a support tool in the taking of clinic decisions, don't a substitution.

Key words: odontology; dentistry; artificial intelligence

INTRODUCCIÓN

La Estomatología, tiene como objeto de estudio del estado de salud bucal del individuo y las condiciones patológicas que la desequilibran. A lo largo de los años ha experimentado una evolución trascendental, impulsada por el avance de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). De hecho, se encuentran sistemas de diagnóstico estomatológico, intervención estomatológica, así como sistemas de enseñanza – aprendizaje de contenidos estomatológicos con capacidad para imitar el comportamiento o pensamiento humano. ^(1, 2, 3)

A lo largo de los años, se han desarrollado nuevas técnicas y métodos de las TIC, que actualmente funcionan en muchos de los aparatos tecnológicos que se utilizan en las actividades asistenciales, docentes, investigativas y de gestión estomatológica que ayudan a lograr resultados y diagnósticos más precisos y aseguran la calidad de los servicios. ^(4, 5, 6) Es por lo anterior que la motivación del presente trabajo referativo es tema: la aplicación de la inteligencia artificial en la actividad docente e investigativa en Estomatología.

Este trabajo tiene como objetivo es describir el estado actual de la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación en la actividad docente e investigativa en Estomatología.

DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

En la Clínica Estomatológica 4 de abril de Guantánamo durante el mes de enero de 2025 se realizó un estudio exploratorio, tipo revisión bibliográfica narrativa.

En el estudio se aplicaron los siguientes métodos: teórico (analítico – sintético e inductivo – deductivo), empíricos (análisis documental). Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de

datos Pubmed, SciELO, Scopus, Dialnet y Lilacs. En la estrategia de búsqueda se utilizaron los términos: estomatología y tecnología de la información, así como los operadores booleanos "AND" y "OR".

Para la selección de los artículos analizados, los criterios de inclusión fueron los siguientes: artículos originales o revisión sistemática. Los criterios de exclusión fueron: artículos que no se presentaran en idioma español, inglés o portugués. La selección final de los artículos incluidos en esta revisión se hizo atendiendo a lo siguiente: se analizó el título, se realizó una lectura del resumen de aquellos artículos considerados relevantes para el objeto y campo de la investigación. Por último, si surgían dudas para incluir un artículo, se realizaba la lectura del artículo completo.

Se identificaron un total de 525 artículos. Después de una revisión inicial y eliminar los duplicados se excluyeron 90 estudios porque no cumplían los criterios de inclusión basados en el título y el resumen. Se revisaron un total de 100 artículos, de los cuales 26 fueron excluidos. Se incluyeron 74 estudios en el análisis final.

La información compilada se procesó con el paquete de Microsoft Office en Sistema Windows XP. La presentación de la información se realizó mediante la elaboración de una monografía sobre el tema investigado.

DESARROLLO

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) abarcan una amplia gama de herramientas digitales, incluyendo internet, plataformas de aprendizaje en línea, software especializado, redes sociales e inteligencia artificial. Su integración en el campo de la estomatología permite: ^(7, 8, 9)

1. Acceso a información actualizada: acceder a bases de datos, revistas científicas, lo que favorece un aprendizaje más profundo y relevante.
2. El aprendizaje con métodos de enseñanza interactivos: facilitan el aprendizaje basado en problemas y simulaciones clínicas, que mejoran la comprensión de los estudiantes mediante la práctica y el análisis crítico.
3. Desarrollo de competencias digitales: ayudan a los estudiantes a desarrollar habilidades esenciales para su futuro desempeño profesional, como el manejo de software de diagnóstico y tratamiento.

La incorporación de las TIC en el ámbito educativo ofrece diversas formas de organización de la enseñanza y facilita la interacción entre docentes y estudiantes. A continuación, se presentan algunas de estas formas de organización: ^(10, 11, 12, 13)

1. Aprendizaje híbrido (*blended*): combina la enseñanza presencial con actividades en línea. Los estudiantes participan en sesiones de clase cara a cara y completan tareas o actividades a través de plataformas digitales.

2. Aula invertida (*Flipped Classroom*): los estudiantes acceden a contenido en línea (videos, lecturas, etc.) antes de la clase. Durante la sesión presencial se fomenta un aprendizaje activo a través de discusiones, actividades prácticas y resolución de problemas.
3. Aprendizaje basado en proyectos (ABP): utiliza proyectos como unidad central para el aprendizaje. Las TIC facilitan la investigación, el trabajo colaborativo y la presentación de resultados, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas y teóricas.
4. Aprendizaje personalizado: permite a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y elegir contenidos que mejor se adapten a sus intereses y necesidades. Las plataformas educativas pueden ofrecer rutas de aprendizaje individualizadas basadas en el rendimiento del estudiante.
5. Gamificación: incorpora elementos de juego en el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando TIC como plataformas de juegos educativos o aplicaciones que motivan a los estudiantes a participar activamente.
6. Aprendizaje colaborativo: fomenta el trabajo en equipo a través de herramientas en línea que permiten la co-creación de contenido, discusiones y colaboración en tiempo real. Ejemplos incluyen herramientas como Google Docs, foros y plataformas de gestión de proyectos.
7. Clases virtuales o en línea: utiliza plataformas de videoconferencia para llevar a cabo clases completamente a distancia. Esta modalidad es particularmente útil en situaciones como la educación a distancia o durante emergencias sanitarias.
8. Microaprendizaje: el contenido se divide en segmentos pequeños

La aplicación de las TIC en la educación y la investigación científica en estomatología puede potenciar significativamente la enseñanza, el aprendizaje y la difusión del conocimiento. Algunas áreas claves en las que un estomatólogo puede aplicar las TIC son: (14, 15, 16, 17)

1. Plataformas de aprendizaje virtual:
 - a) Uso de LMS (*Learning Management Systems*): plataformas como *Moodle* o *Google Classroom* permiten crear cursos en línea, donde se pueden subir materiales, videos, foros de discusión y actividades evaluativas.
 - b) Acceso a recursos de aprendizaje: crear bibliotecas digitales con acceso a libros, artículos científicos, videos tutoriales y casos clínicos.
 - c) *E-learning* y cursos en Línea: currículos completos de estomatología se pueden ofrecer a través de plataformas virtuales, permitiendo a estudiantes de diversas ubicaciones acceder a programas de alta calidad.
2. Simuladores y realidad aumentada/virtual:
 - a. Simuladores odontológicos: utilizar simuladores para la práctica de habilidades clínicas en un entorno controlado y seguro.
 - b. Simuladores virtuales: herramientas como simuladores 3D permiten a los estudiantes practicar procedimientos dentales en entornos controlados,

- c. Realidad virtual: Integrar experiencias de realidad virtual para analizar y practicar procedimientos odontológicos complejos.
 - d. Diseño Digital: se utilizan programas de diseño asistido por computadora y simulaciones digitales para la planificación de tratamientos y la creación de prótesis dentales, mejorando la precisión y la eficacia de los tratamientos.
3. Teleestomatología:
- a) Consulta a distancia: implementar sistemas de telemedicina para ofrecer consultas a pacientes remotos, lo que también se puede utilizar para la formación de estudiantes a través de casos reales. , facilitando el acceso a atención dental en áreas rurales o de difícil acceso.
 - b) Seguimiento de tratamientos: uso de aplicaciones para seguimiento y control de tratamientos odontológicos en pacientes, permitiendo a los estudiantes observar casos en vivo.
4. Investigación y colaboración internacional:
- a) Redes de colaboración: participar en plataformas de colaboración para investigadores que permitan compartir datos, coautoría en publicaciones y proyectos de investigación compartida.
 - b) Publicaciones científicas y recursos en línea: acceso digital a revistas científicas, recursos académicos en línea y bases de datos que faciliten la investigación.
 - a) Revisión de literatura: analizar y sintetizar la información existente sobre tratamientos odontológicos, enfermedades bucodentales y su relación con la salud general.
 - c) Gestión de datos: permiten la digitalización de las historias clínicas de los pacientes, facilitando el acceso y la administración de la información dental, lo que mejora la atención y el seguimiento.
 - d) Proyectos de investigación y colaboración interdisciplinaria: trabajar con otros profesionales de la salud en proyectos que evalúan la interrelación entre la salud bucal y otras áreas, como la medicina general, la nutrición o la psicología.
5. Uso de redes sociales y Blogs:
- a) Difusión de conocimiento: fomentar el uso de redes sociales y blogs por parte de estudiantes y profesionales para compartir avances, investigaciones y casos de estudio.
 - b) Comunidades de práctica: crear grupos en plataformas como Facebook o LinkedIn para discutir casos clínicos, compartir experiencias e intercambiar información.
 - c) Educación a la Población: son utilizadas para campañas de educación y prevención en salud dental, proporcionando a la población información sobre prácticas de higiene bucal y la importancia de las revisiones regulares.
6. Docencia universitaria:
- a) Impartir clases: enseñar a estudiantes de estomatología sobre diversas áreas, como la anatomía dental, patología bucal, tratamientos restaurativos, ortodoncia, entre otros.
 - b) Desarrollo de currículos: contribuir a la elaboración y mejora de planes de estudio en las facultades de estomatología.

7. Formación continua:

- a) Cursos y Talleres: organizar y dirigir cursos de actualización para colegas estomatólogos sobre nuevas tecnologías, técnicas, y prácticas en el campo.
- b) Conferencias: participar como ponente en conferencias nacionales e internacionales, compartiendo investigaciones y experiencias.
- c) Educación y capacitación: las plataformas en línea y recursos digitales se utilizan para la formación continua de los profesionales de la estomatología, lo que incluye cursos, seminarios web y acceso a investigaciones recientes.

8. Investigación clínica:

- a) Aplicación en el estudio de pacientes para establecer diagnósticos y tratamientos estomatológicos.
- b) Realización de estudios: participar en estudios clínicos para evaluar nuevos tratamientos, técnicas, o materiales dentales.
- c) Comunicación con pacientes: a través de aplicaciones y sitios web, es posible comunicarse con sus pacientes para recordar citas, compartir información sobre cuidados postoperatorios y brindar información sobre salud dental.

En Estomatología se han empleado técnicas de inteligencia artificial (IA) como el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo y la visión por computadora, lo que muestra el gran potencial para mejorar la precisión diagnóstica y la atención al paciente.

El aprendizaje automático ha facilitado la clasificación, segmentación y extracción de características, al utilizar algoritmos como máquinas de vectores de soporte y bosques aleatorios para detectar enfermedades. (18, 19)

La técnica de aprendizaje por transferencia mejora el análisis de imágenes dentomaxilofaciales. El aprendizaje profundo, especialmente a través de redes neuronales convolucionales, ha automatizado el análisis de imágenes, asistiendo en la identificación de estructuras anatómicas y patologías. (20, 21)

Las técnicas de visión por computadora han extraído información crucial de imágenes dentales y maxilofaciales para optimizar la visualización y análisis de tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) en función de un diagnóstico más preciso. La integración de estas técnicas de IA promete revolucionar el diagnóstico, la planificación del tratamiento y la atención al paciente en Estomatología. (22, 23, 24)

La IA, además, permite la planificación de terapéuticas y la predicción de resultados, apoyando así la toma de decisiones clínicas. (25, 26)

Los estudios radiográficos mediante inteligencia artificial (IA) facilitan la identificación de caries, dientes impactados y lesiones apicales; osteoartritis de la articulación temporomandibular; la segmentación de imágenes dentales y maxilofacial, lesiones maxilofaciales complejas, así como la localización automática de puntos anatómicos claves para tratamientos ortodóncicos y ortognáticos,

de manera que han posibilitado el diagnóstico automatizado y más preciso de enfermedades estomatológicas. (27, 28)

En el ámbito tridimensional, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), permite la reconstrucción de imágenes 3D y proporciona vistas exhaustivas de la anatomía dental y maxilofacial que son fundamentales para una programación y ejecución exitosa del tratamiento. (29, 30)

Diversos autores destacan la importancia de la radiómica y el análisis de texturas en la imagenología y para asistir en decisiones clínicas la oncología en estomatología. (29, 30)

Entre otras opciones de la aplicación de la IA están las técnicas de procesamiento del lenguaje natural y los modelos de lenguaje extenso como chat GPT-4 (creado por Open AI) y BARD (Google IA). (15, 16, 19)

En ortodoncia, el análisis cefalométrico, una piedra angular de la planificación del tratamiento, utiliza el poder de las segmentaciones *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT) automatizadas con análisis cefalométrico 3D automatizado basado en algoritmos *Convolutional Neural Network* (CNN) 3D avanzados. (15, 16, 19)

En la estomatología terapéutica, la detección de caries dental en radiografías periapicales se puede realizar con la ayuda de un algoritmo red neuronal convolucional (CNN) basado en aprendizaje profundo. Los algoritmos de IA basados en CNN pueden ser beneficiosos para el odontólogo como sistemas de apoyo a la toma de decisiones clínicas. (15, 16, 19)

Entre las limitaciones de las aplicaciones de inteligencia artificial están:

- a) Privacidad de los datos: Es importante asegurar la protección de datos, con el fin de resguardar la privacidad del paciente.
- b) Sesgo en los algoritmos de la IA: puede dar lugar a disparidades en la precisión de los diagnósticos y en las recomendaciones de tratamiento.
- c) Preocupaciones éticas: surgen inquietudes éticas en relación con la posible dependencia excesiva de la IA en la toma de decisiones clínicas, el impacto en las relaciones médico-paciente y la utilización responsable de los conocimientos generados por la IA en la planificación del tratamiento.
- d) Consentimiento informado y transparencia: es imperativo obtener el consentimiento informado de los pacientes para la utilización de la IA, informarlos acerca del papel en sus diagnósticos y en la planificación de sus tratamientos.
- e) Responsabilidad y regulación: constituye un desafío la validación de los algoritmos y la utilización responsable de los conocimientos generados por la IA.
- f) Desafíos y limitaciones técnicas y la necesidad de algoritmos robustos: los algoritmos deben someterse a procesos rigurosos de validación, y considerar las variaciones anatómicas, tales como la morfología dental, las estructuras maxilofaciales y las características de los tejidos blandos con el fin de garantizar resultados precisos y confiables, además deben corregir los

artefactos para mejorar la calidad de los datos de imágenes y, en consecuencia, la precisión en el diagnóstico.

Las posibles direcciones y tendencias futuras en IA para imágenes dentomaxilofaciales incluyen:

- a) Capacidades de diagnóstico mejoradas: se espera que los algoritmos de IA continúen perfeccionando la precisión diagnóstica.
- b) Planificación de tratamiento personalizada: se aspira incrementar el potencial de la IA para la planificación de tratamientos personalizados aprovechando datos específicos del paciente.
- c) Automatización del análisis de imágenes: Futuros desarrollos pueden enfocarse en la automatización de tareas de análisis de imágenes, como segmentación, extracción de características y reconocimiento de patrones para optimizar flujos de trabajo y mejorar la eficiencia en imágenes dentomaxilofaciales.
- d) Consideraciones éticas y regulatorias: el desarrollo en IA conllevará la creación de pautas éticas y marcos regulatorios para garantizar un uso responsable y ético en la atención estomatológica.
- e) Mejorar la interpretabilidad y transparencia, lo que permitirá comprender y validar el razonamiento detrás de los conocimientos generados por la IA en imágenes dentomaxilofaciales.
- f) Avances en tecnologías de imágenes: se pretende que los futuros desarrollos en IA para imágenes dentomaxilofaciales se ligen a tecnologías de imágenes, como la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y las imágenes en 3D, para mejorar la capacidad de diagnóstico.
- g) Investigación e innovación en imágenes dentomaxilofaciales: Exploración de técnicas avanzadas de reconstrucción de imágenes, como la reconstrucción iterativa basada en modelos (MBIR) y algoritmos basados en aprendizaje profundo, para mejorar la calidad de la imagen y aumentar la precisión diagnóstica. Además, se aspira a la integración de modalidades de imágenes multimodales, como combinar la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) con la resonancia magnética, o la integración de la radiómica con algoritmos de IA.

Estas posibles direcciones y tendencias futuras en IA para estomatología dentomaxilofaciales tienen el potencial de contribuir significativamente a la mejora de la atención al paciente, la precisión diagnóstica y la optimización de la planificación de tratamientos en el ámbito de la radiología dental y maxilofacial.

CONSIDERACIONES FINALES

La incorporación de las TIC, y de modo particular de las tecnologías de inteligencia artificial en la actividad asistencial, docente, investigativa y gerencial en el campo de la estomatología posibilita una transformación cualitativamente superior de la atención estomatológica, las que se deben utilizar como una herramienta de apoyo en la toma de decisiones clínicas, no como un reemplazo, y con un enfoque ético.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alqahtani T, Badreldin HA, Alrashed M, Alshaya AI, Alghamdi SS, Bin Saleh K, et al. The emergent role of artificial intelligence, natural learning processing, and large language models in higher education and research. *Res Social Adm Pharm.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];19(8):1236-1242 DOI: 10.1016/j.sapharm.2023.05.016
2. Amasya H, Alkhader M, Serindere G, Futyma-Gąbka K, Belgin C, Gu- sarev M, et al. Evaluation of a decision support system developed with deep learning approach for detecting dental caries with cone-beam computed tomography imaging. *Biomedical Statistics and Informatics.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025]; 6(4):94. DOI: <https://doi.org/10.21203/j.bsi.-3108030/v1>
3. Bayrakdar I, Orhan K, Çelik Ö, Bilgir E, Sağlam H, Kaplan F, et al. A u-net approach to apical lesion segmentation on panoramic radio- graphs. *Biomed Research International.* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025];22:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/7035367>
4. Bayrakdar I, Orhan K, Çelik Ö, Bilgir E, Sağlam H, Kaplan F, et al. A u-net approach to apical lesion segmentation on panoramic radio- graphs. *Biomed Research International.* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025];20:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/7035367>
5. Belmans N, Gilles L, Virág P, Hedeşiu M, Salmon B, Baatout S, et al. Method validation to assess in vivo cellular and subcellular changes in buccal mucosa cells and saliva following cbct examinations. *Dentomaxillofacial Radiology.*[Internet] 2023 [citado 18/02/2025];48(6):20180428. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20180428>
6. Du W, Rao N, Liu D, Jiang H, Luo C, Li Z, et al. Review on the applications of deep learning in the analysis of gastrointestinal endoscopy images. *IEEE.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];7:142053-69. DOI: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2944676>
7. Ducret M, Mörch CM, Karteva T, Fisher J, Schwendicke F. Artificial intelligence for sustainable oral healthcare. *J Dent.* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025];127(1):104344. DOI: 10.1016/j.jdent.2022.104344
8. Farook T, Jamayet N, Abdullah J, Alam M. Machine learning and intelligent diagnostics in dental and orofacial pain management: a systematic review. *Pain Research and Management.* [Internet] 2021 [citado 18/02/2025];1-9. DOI: <https://doi.org/10.1155/2021/6659133>
9. Fatima M, Pasha M. Survey of machine learning algorithms for disease diagnostic. *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];9(1):1-16. DOI: <https://doi.org/10.4236/jilsa.2017.91001>
10. Gokdeniz S, Kamburoğlu K. Artificial intelligence in dentomaxillofacial radiology. *World Journal of Radiology.* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025];14(3):55-9. DOI: <https://doi.org/10.4329/wjr.v14.i3.55>
11. Hatvani J, Horváth A, Michetti J, Basarab A, Kouamé D, Gyöngy M. Deep learning-based super-resolution applied to dental computed tomography. *IEEE Transactions on Radiation and Plasma*

- Medical Sciences. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];3(2):120-8. DOI: <https://doi.org/10.1109/trpms.2018.2827239>
12. Hung K, Yeung A, Tanaka R, Bornstein M. Current applications, opportunities, and limitations of AI for 3D imaging in dental research and practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. [Internet] 2020 [citado 18/02/2025];17(12):4424. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17124424>
 13. Hwang J, Jung Y, Cho B, Heo M. An overview of deep learning in the field of dentistry. *Imaging Science in Dentistry*. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];49(1):1. DOI: <https://doi.org/10.5624/isd.2019.49.1.1>
 14. Jain S, Choudhary K, Nagi R, Shukla S, Kaur N, Grover D. New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: combining digital technologies. *Imaging Science in Dentistry*. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];49(3):179. DOI: <https://doi.org/10.5624/isd.2019.49.3.179>
 15. Jaskari J, Sahlsten J, Järnstedt J, Mehtonen H, Karhu K, Sundqvist O, et al. Deep learning method for mandibular canal segmentation in dental cone beam computed tomography volumes. *Scientific Reports*. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];10(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62321-3>
 16. Kanuri N, Abdelkarim A, Rathore S. Trainable weka (waikato environment for knowledge analysis) segmentation tool: machine-learning-enabled segmentation on features of panoramic radiographs. *Cureus*. [Internet] 2022 [citado 18/02/2025]; 12(9). DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.21777>
 17. Kumar M, Madi M, Pentapati K, Vineetha R. Reliability of linear and curvilinear measurements on cone-beam computed tomography images for the evaluation of implant sites and jaw pathologies. *Pesquisa Brasileira Em Odontopediatria e Clínica Integrada*. . [Internet] 2021 [citado 18/02/2025];2(1). DOI: <https://doi.org/10.1590/pboci.2021.023>
 18. Leite A, Gerven A, Willems H, Beznik T, Lahoud P, Gaêta-Araujo H, et al. Artificial intelligence-driven novel tool for tooth detection and segmentation on panoramic radiographs. *Clinical Oral Investigations*. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];25(4):2257-67. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03544-6>
 19. Leite A, Vasconcelos K, Willems H, Jacobs R. Radiomics and machine learning in oral healthcare. *Proteomics-Clinical Applications*. [Internet] 2020 [citado 18/02/2025];14(3). DOI: <https://doi.org/10.1002/prca.201900040>
 20. Lubner M, Smith A, Sandrasegaran K, Sahani D, Pickhardt P. Ct texture analysis: definitions, applications, biologic correlates, and challenges. *Radiographics*. [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];37(5):1483-503. DOI: <https://doi.org/10.1148/rgr.2017170056>
 21. Nioche C, Orlhac F, Boughdad S, Reuzé S, Goya-Outi J, Robert C, et al. Lifex: a freeware for radiomic feature calculation in multimodality imaging to accelerate advances in the

- characterization of tumor heterogeneity. *Cancer Res.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];78(16):4786-9. DOI: <https://doi.org/10.1158/0008-5472.can-18-0125>
22. Rizzo S, Botta F, Raimondi S, Origgi D, Fanciullo C, Morganti A, et al. Radiomics: the facts and the challenges of image analysis. *Eur Radiol Exp.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];2(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s41747-018-0068-z>
23. Singh C. Medical imaging using deep learning models. *Eur J Eng Technol Res.* [Internet] 2021 [citado 18/02/2025];6(5):156-67. DOI: <https://doi.org/10.24018/ejeng.2021.6.5.2491>
24. Sollini M, Antunovic L, Chiti A, Kirienko M. Towards clinical application of image mining: a systematic review on artificial intelligence and radiomics. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025]2019;46(13):2656-72. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00259-019-04372-x>
25. Song Y, Jeong H, Kim C, Kim D, Kim J, Kim H, et al. Comparison of detection performance of soft tissue calcifications using artificial intelligence in panoramic radiography. *Sci Rep.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025]2022;12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22595-1>
26. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];6(s1):31-6. DOI: <https://doi.org/10.1034/j.1600-0544.2003.259.x>
27. Tang Y, Qiu J, Gao M. Fuzzy medical computer vision image restoration and visual application. *Comput Math Methods Med.* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025];2022:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/6454550>
28. Thurzo A, Urbanová W, Novák B, Czako L, Siebert T, Stano P, et al. Where Is the Artificial Intelligence Applied in Dentistry? Systematic Review and Literature Analysis. *Healthcare (Basel).* [Internet] 2022 [citado 18/02/2025]; 10(7):1269-1328. DOI: [10.3390/healthcare10071269](https://doi.org/10.3390/healthcare10071269)
29. Wijaya N. Capital letter pattern recognition in text to speech by way of perceptron algorithm. *Knowl Eng Data Sci.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];1(1):26. <https://journal2.um.ac.id/index.php/keds/article/view/1289>
30. Yasaka K, Akai H, Kunimatsu A, Kiryu S, Abe O. Deep learning with convolutional neural network in radiology. *Jpn J Radiol.* [Internet] 2023 [citado 18/02/2025];36(4):257-72. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11604-018-0726-3>