



Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Escuela Profesional de Odontología

Concordancia de la interpretación radiográfica periapical entre ChatGPT- 5.1 y especialistas en Endodoncia, Arequipa, 2026

Tesis presentada por:

Kana Ccapa, Rolin

ORCID: 0009-0003-8043-414X

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

Dr. Zevallos Chavez, Marco Antonio

ORCID: 0000-0002-5927-3826

Arequipa - Perú

2026

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ODONTOLOGIA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 14 de Julio del 2026

Dictamen: 015413-C-EPO-2026

Visto el borrador del expediente 015413, presentado por:

2019701611 - KANA CCAPA ROLIN

Titulado:

**CONCORDANCIA DE LA INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA PERIAPICAL ENTRE CHATGPT-5.1 Y
ESPECIALISTAS EN ENDODONCIA, AREQUIPA, 2026**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

CIRUJANO DENTISTA

**06292199 - DE LOS RIOS FERNANDEZ ENRIQUE MANUEL
DICTAMINADOR**



**29714707 - QUIROZ HUERTA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO
DICTAMINADOR**



Concordancia de la interpretación radiográfica periapical entre ChatGPT5.1 y especialistas en Endodoncia, Arequipa, 2026

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%	6%	1%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	revista.nutricion.org	2%
	Fuente de Internet	
2	publicaciones.svrid.org.ve	1%
	Fuente de Internet	
3	www.odontologia.unal.edu.co	1%
	Fuente de Internet	
4	ri.uaemex.mx	1%
	Fuente de Internet	
5	bibdigital.epn.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
7	www.uis.edu.co	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Apagado		

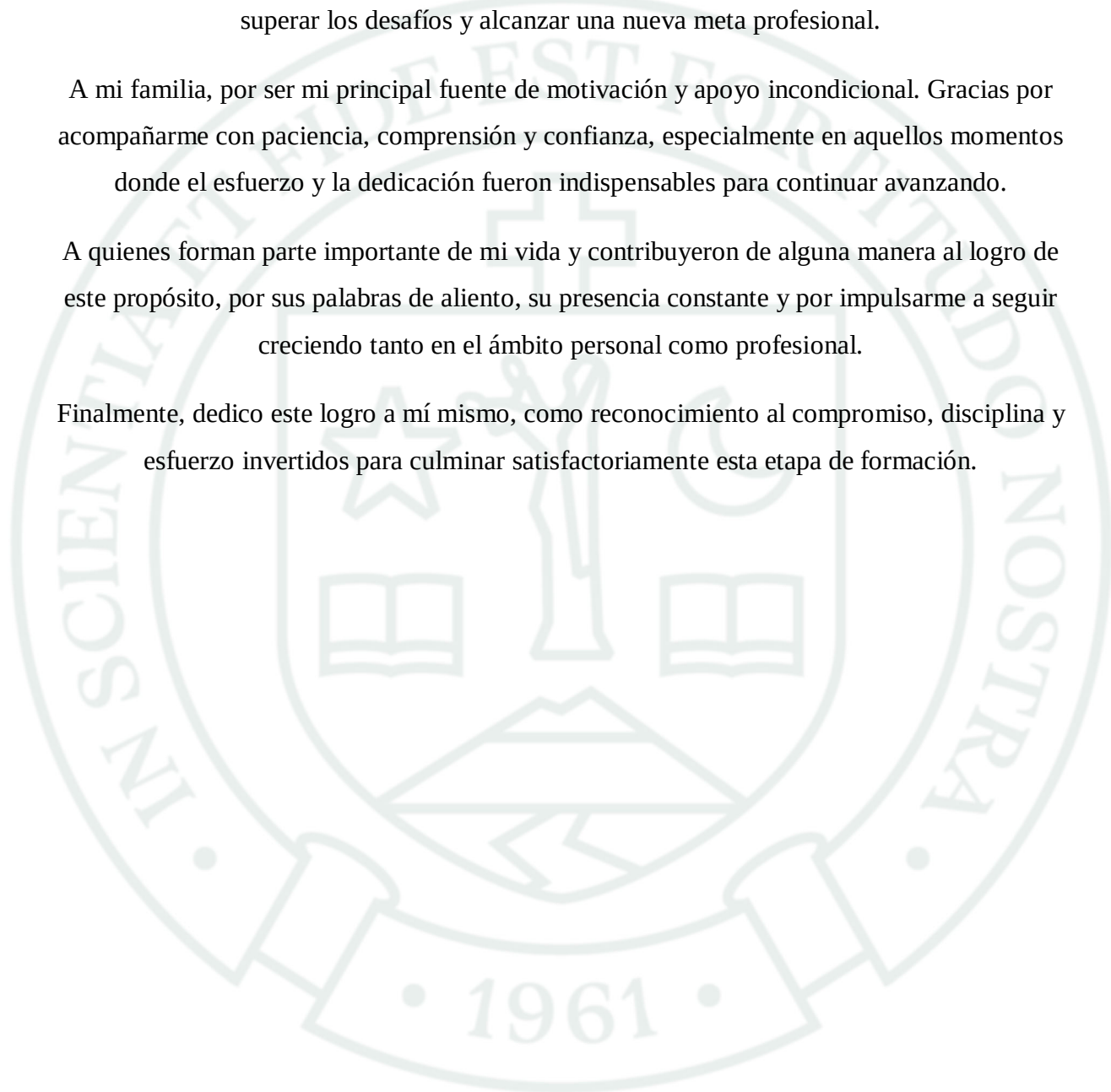
Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y perseverancia durante cada etapa de este camino académico, permitiéndome superar los desafíos y alcanzar una nueva meta profesional.

A mi familia, por ser mi principal fuente de motivación y apoyo incondicional. Gracias por acompañarme con paciencia, comprensión y confianza, especialmente en aquellos momentos donde el esfuerzo y la dedicación fueron indispensables para continuar avanzando.

A quienes forman parte importante de mi vida y contribuyeron de alguna manera al logro de este propósito, por sus palabras de aliento, su presencia constante y por impulsarme a seguir creciendo tanto en el ámbito personal como profesional.

Finalmente, dedico este logro a mí mismo, como reconocimiento al compromiso, disciplina y esfuerzo invertidos para culminar satisfactoriamente esta etapa de formación.



Agradecimientos

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios, por concederme la fortaleza necesaria para afrontar este proceso académico con responsabilidad, perseverancia y esperanza.

A mi familia, mi gratitud más sincera por el apoyo permanente, la confianza depositada en mí y el acompañamiento brindado durante todo este periodo. Su comprensión y motivación fueron fundamentales para mantenerme firme en la consecución de este objetivo.

A la institución universitaria y a los docentes que participaron en mi formación profesional, les agradezco por compartir sus conocimientos, orientar mi aprendizaje y contribuir al desarrollo de mis competencias académicas y científicas.

De manera especial, agradezco a quienes colaboraron en la realización de esta investigación, proporcionando orientación, experiencia y valiosos aportes que permitieron fortalecer el desarrollo metodológico y alcanzar los objetivos planteados.

Finalmente, expreso mi reconocimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, acompañaron este proceso y aportaron para que este trabajo pudiera culminarse satisfactoriamente.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar la concordancia entre la interpretación radiográfica periapical realizada por ChatGPT-5.1 y la efectuada por especialistas en endodoncia.

Se desarrolló un estudio con enfoque cuantitativo, de tipo observacional, prospectivo y transversal, con un diseño no experimental y de nivel comparativo. Para la recolección de información mediante ChatGPT-5.1, las radiografías periapicales previamente codificadas fueron incorporadas individualmente al entorno de trabajo del modelo, acompañadas de instrucciones estandarizadas que permitieron obtener las respuestas correspondientes según la ficha de interpretación radiográfica establecida.

La interpretación de referencia estuvo a cargo de un comité conformado por tres especialistas en endodoncia, quienes actuaron como jueces expertos y evaluaron consensuadamente las imágenes, estableciendo el estándar de oro empleado para contrastar las interpretaciones emitidas por ChatGPT-5.1. La muestra estuvo constituida por 49 radiografías periapicales seleccionadas de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, considerando los parámetros estadísticos $Z\alpha = 1,96$; $Z\beta = 0,84$; $P = 0,50$; $K_1 = 0,60$ y $K_0 = 0,40$.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante frecuencias absolutas y porcentuales. La comparación entre los grupos se efectuó utilizando la prueba de homogeneidad Chi cuadrado (X^2), mientras que el grado de concordancia se determinó mediante el índice Kappa.

Los resultados evidenciaron concordancia estadísticamente significativa entre ChatGPT-5.1 y los especialistas en endodoncia en los indicadores correspondientes a caries dental, fractura coronaria, radiodensidad pulpar, mineralización pulpar, reabsorción radicular, presencia de cuerpos extraños, lesiones radiolúcidas, lesiones radiopacas y corticación periapical. En contraste, se identificaron diferencias estadísticamente significativas y, por consiguiente, ausencia de concordancia en los indicadores relacionados con restauración profunda, calcificación y obliteración, continuidad y obliteración del conducto radicular, espacio del ligamento periodontal y lámina dura.

Palabras Claves: Concordancia, Chat GTP 5.1, endodoncistas.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the agreement between periapical radiographic interpretations performed by ChatGPT-5.1 and those conducted by endodontic specialists.

A quantitative, observational, prospective, and cross-sectional study was carried out using a non-experimental comparative design. For data collection through ChatGPT-5.1, the previously coded periapical radiographs were individually uploaded to the model's workspace and accompanied by standardized prompts, allowing the extraction of responses according to the established periapical radiographic interpretation form.

The reference interpretation was performed by a committee composed of three endodontic specialists, who acted as expert judges and jointly assessed the images to establish the gold standard against which ChatGPT-5.1 interpretations were compared. The sample consisted of 49 periapical radiographs selected according to the inclusion and exclusion criteria and based on the statistical parameters $Z\alpha = 1.96$, $Z\beta = 0.84$, $P = 0.50$, $K_1 = 0.60$, and $K_0 = 0.40$.

The collected data were processed using absolute and percentage frequencies. Comparisons between groups were analyzed using the chi-square test for homogeneity (χ^2), whereas the level of agreement was assessed using Cohen's Kappa index.

The findings revealed statistically significant agreement between ChatGPT-5.1 and the endodontic specialists regarding the indicators of dental caries, coronal fracture, pulp radiodensity, pulp mineralization, root resorption, foreign bodies, radiolucent lesions, radiopaque lesions, and periapical cortication. Conversely, statistically significant differences and, consequently, a lack of agreement were observed for deep restorations, calcification and obliteration, root canal continuity, root canal obliteration, periodontal ligament space, and the lamina dura.

Keywords: Agreement, ChatGPT 5.1, endodontists.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN1

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO2

1. Determinación del problema3

2. Pregunta de investigación4

3. Justificación.....4

4. Objetivos5

5. Marco conceptual y antecedentes investigativos.....6

5.1. Marco conceptual.....6

5.1.1. Imágenes en odontología6

5.1.2. Radiografía periapical7

5.1.3. Patologías endodónticas10

5.1.4. Inteligencia Artificial (IA).....21

5.2. Análisis de antecedentes investigativos.....25

6. Hipótesis27

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....28

1. Diseño metodológico29

2. Población y muestra.....29

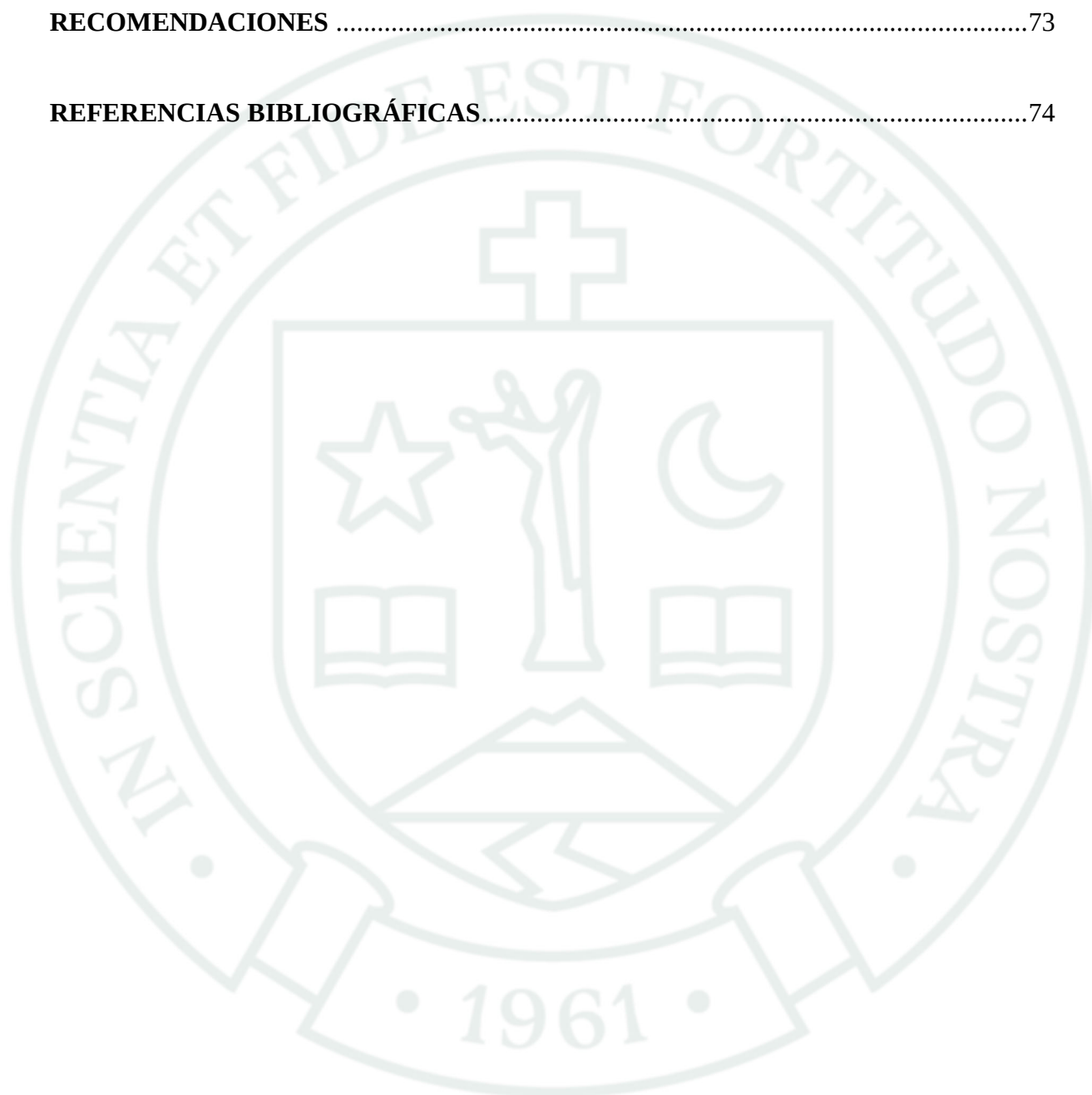
3. Tabla de variables30

4. Técnicas y procedimientos.....31

5. Plan de análisis32

6. Recursos.....33

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
1. Resultados	36
2. Discusión	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Características observadas en imágenes radiográficas para las patologías pulpa y periapical.....	19
Tabla 2.	Variables e indicadores	30
Tabla 3.	Concordancia de la interpretación radiográfica de la caries dental entre Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	36
Tabla 4.	Concordancia de la interpretación radiográfica de la restauración profunda sin compromiso pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	38
Tabla 5.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la fractura coronaria entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	40
Tabla 6.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la radiodensidad pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	42
Tabla 7.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la calcificación u obliteración de conductos entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	44
Tabla 8.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la mineralización pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	46
Tabla 9.	Concordancia en la interpretación radiográfica del contorno radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	48
Tabla 10.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la continuidad del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	50
Tabla 11.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la obliteración del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	52
Tabla 12.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la reabsorción radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	54

Tabla 13.	Concordancia en la interpretación radiográfica de un cuerpo extraño entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	56
Tabla 14.	Concordancia en la interpretación radiográfica del espacio del ligamento periodontal entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	58
Tabla 15.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lámina dura entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	60
Tabla 16.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiolúcida periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	62
Tabla 17.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiopaca periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	64
Tabla 18.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la corticación periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	66
Tabla 19.	Significancia y concordancia de los indicadores interpretados radiográficamente	68

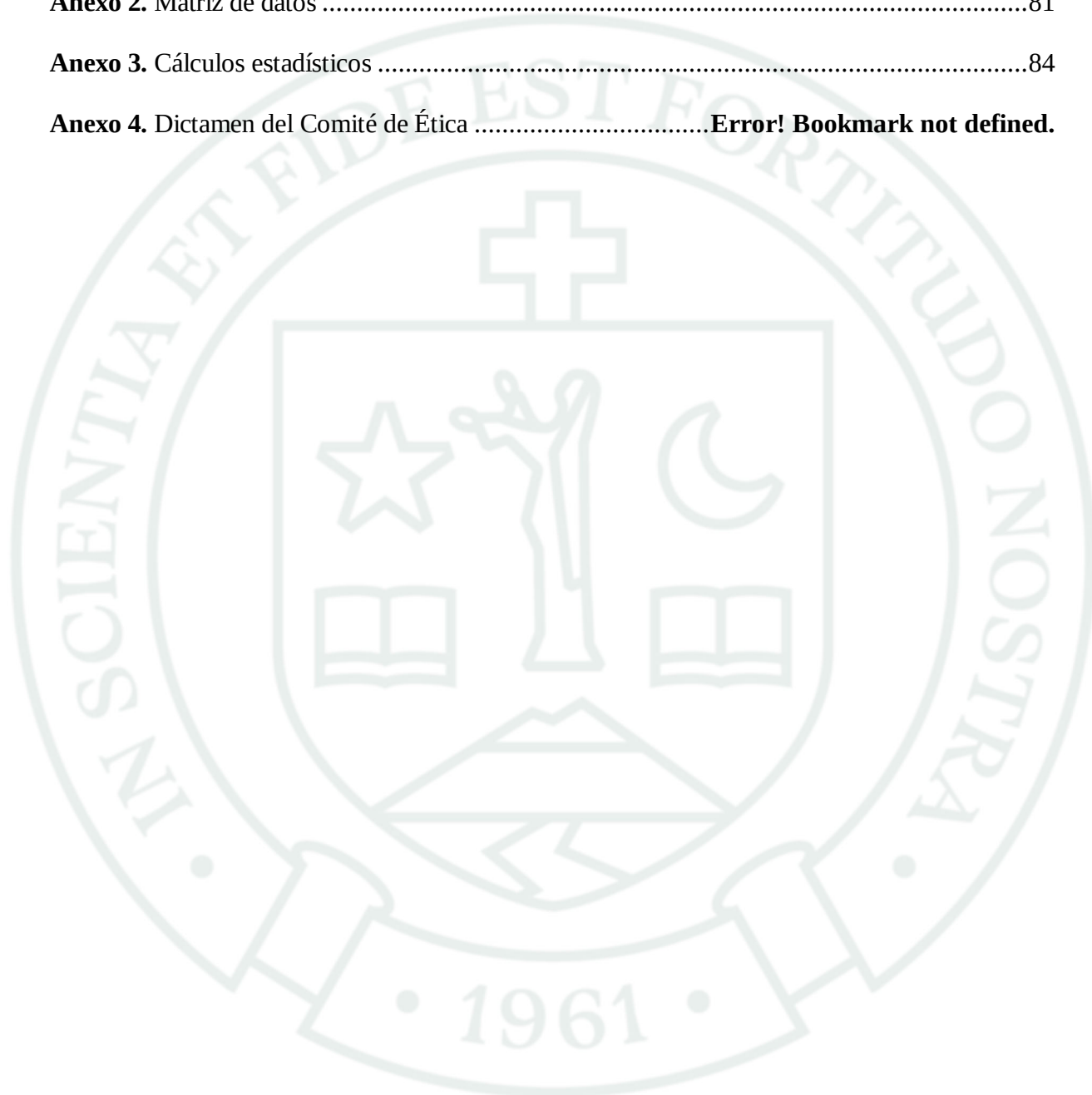
ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructuras dentales individuales y sus tejidos de soporte.....	8
Figura 2.	Técnica radiográfica periapical. Donde 1. Técnica paralela y 2. Técnica de la bisectriz	10
Figura 3.	Periodontitis apical sintomática de premolar con espacio de ligamento periodontal ensanchado.	14
Figura 4.	Absceso periapical agudo.....	14
Figura 5.	Absceso periapical crónico.....	15
Figura 6.	Granuloma periapical.	16
Figura 7.	Quiste radicular inflamatorio.....	16
Figura 8.	Reabsorción ósea.	17
Figura 9.	Concordancia de la interpretación radiográfica de la caries dental entre Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	37
Figura 10.	Concordancia de la interpretación radiográfica de la restauración profunda sin compromiso pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	39
Figura 11.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la fractura coronaria entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	41
Figura 12.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la radiodensidad pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	43
Figura 13.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la calcificación u obliteración de conductos entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	45
Figura 14.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la mineralización	

	pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia.....	47
Figura 15.	Concordancia en la interpretación radiográfica del contorno radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	49
Figura 16.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la continuidad del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	51
Figura 17.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la obliteración del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	53
Figura 18.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la reabsorción radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	55
Figura 19.	Concordancia en la interpretación radiográfica de un cuerpo extraño entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	57
Figura 20.	Concordancia en la interpretación radiográfica del espacio del ligamento periodontal entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	59
Figura 21.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lámina dura entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	61
Figura 22.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiolúcida periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	63
Figura 23.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiopaca periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	65
Figura 24.	Concordancia en la interpretación radiográfica de la corticación periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia	67

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de Interpretación Radiográfica Periapical	79
Anexo 2. Matriz de datos	81
Anexo 3. Cálculos estadísticos	84
Anexo 4. Dictamen del Comité de Ética	Error! Bookmark not defined.



INTRODUCCIÓN

La interpretación radiográfica constituye un componente esencial de la odontología contemporánea, ya que permite establecer diagnósticos precisos y planificar oportunamente el tratamiento de diversas patologías dentales, particularmente las de origen endodóntico (1). Las radiografías periapicales proporcionan información detallada sobre estructuras anatómicas como el ligamento periodontal, el ápice radicular y los tejidos óseos circundantes, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la toma de decisiones clínicas. No obstante, la valoración e interpretación de estas imágenes depende, en gran medida, de la experiencia, el conocimiento y el juicio clínico del profesional, lo que puede generar variaciones diagnósticas entre distintos observadores (2).

El desarrollo acelerado de las tecnologías digitales ha favorecido la incorporación de la inteligencia artificial (IA) en múltiples áreas de la salud, incluida la odontología (3). En este escenario, modelos avanzados como ChatGPT-5.1 han integrado capacidades de análisis de imágenes combinadas con procesamiento del lenguaje natural (4), ampliando las posibilidades de aplicación de estas herramientas en el ámbito clínico. Si bien dichos sistemas no han sido concebidos específicamente para el diagnóstico médico, su aptitud para generar interpretaciones a partir de imágenes despierta un creciente interés respecto a su potencial como recurso complementario en actividades tradicionalmente desempeñadas por profesionales de la salud.

En este contexto, la presente investigación tiene como finalidad evaluar la capacidad de ChatGPT-5.1 para interpretar radiografías periapicales y compararla con la interpretación efectuada por especialistas en endodoncia de la provincia de Arequipa. De este modo, se busca valorar objetivamente el posible aporte de la inteligencia artificial como herramienta de apoyo en la práctica odontológica.

Asimismo, el estudio se propone determinar el nivel de concordancia entre las interpretaciones radiográficas realizadas por ChatGPT-5.1 y aquellas consideradas como “gold standard”, emitidas por especialistas en endodoncia. La investigación pretende analizar el papel de la inteligencia artificial como una alternativa tecnológica capaz de complementar, mas no reemplazar, el criterio clínico humano, contribuyendo al fortalecimiento de la toma de decisiones sustentadas en la evidencia científica y en una mayor eficiencia diagnóstica.

CAPITULO I:
PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. Determinación del problema

Las radiografías periapicales constituyen una herramienta diagnóstica indispensable en la práctica odontológica, debido a que permiten evaluar el estado de los tejidos dentales y periapicales. Su adecuada interpretación facilita la identificación de lesiones, el seguimiento de tratamientos previos y la toma de decisiones clínicas oportunas, especialmente en el campo de la endodoncia. Sin embargo, el análisis radiográfico exige conocimientos especializados, experiencia clínica y una evaluación minuciosa de cada caso. En consecuencia, es posible que diferentes profesionales emitan diagnósticos distintos frente a una misma imagen, generando variabilidad en la interpretación y evidenciando la necesidad de incorporar estrategias que contribuyan a mejorar la precisión diagnóstica (2).

En los últimos años, la inteligencia artificial ha adquirido una relevancia creciente en diversas áreas de la salud, incluida la odontología (3). Su aplicación se ha extendido a especialidades como la periodoncia, la implantología, la odontología forense, la cardiología y la endodoncia, entre otras (2). Dentro de este contexto, modelos avanzados de lenguaje como ChatGPT-5.1 han demostrado capacidades significativas para procesar información, analizar datos y generar respuestas estructuradas (4), lo que ha despertado el interés científico por explorar su potencial en la interpretación de imágenes radiográficas.

A pesar del desarrollo alcanzado por estas tecnologías, todavía existe incertidumbre respecto a la precisión y confiabilidad de la inteligencia artificial para identificar alteraciones visibles en radiografías periapicales y determinar si sus interpretaciones son comparables con las realizadas por profesionales capacitados. Esta situación plantea la necesidad de evaluar objetivamente el desempeño de estas herramientas en escenarios clínicos reales.

En la provincia de Arequipa, donde la incorporación de tecnologías digitales en la práctica odontológica se encuentra en expansión, resulta pertinente analizar el posible papel de sistemas como ChatGPT-5.1 como apoyo en el diagnóstico radiográfico. Para ello, es indispensable establecer un referente confiable basado en la interpretación consensuada de especialistas en endodoncia, considerada como “gold standard”, que permita determinar el nivel de concordancia alcanzado por la inteligencia artificial en la identificación de patologías de origen endodóntico. Asimismo, resulta relevante examinar aspectos relacionados con la rapidez y el nivel de detalle de las interpretaciones generadas.

Por lo expuesto, la presente investigación tiene como propósito evaluar el nivel de concordancia entre la interpretación radiográfica periapical realizada por ChatGPT-5.1 y la efectuada por especialistas en endodoncia de la provincia de Arequipa. De esta manera, se pretende establecer si esta herramienta tecnológica puede constituir un recurso complementario útil para la práctica clínica odontológica, contribuyendo al fortalecimiento del diagnóstico mediante una integración ética, responsable y basada en evidencia científica.

2. Pregunta de investigación

¿Cuál es el nivel de concordancia en la interpretación radiográfica periapical entre ChatGPT-5.1 y Especialistas en Endodoncia?

3. Justificación

La presente investigación posee un carácter innovador, debido a que analiza la capacidad de ChatGPT-5.1 para interpretar radiografías periapicales y compara sus resultados con los obtenidos por profesionales odontólogos. Si bien existen estudios relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial en el análisis de imágenes médicas, aún son escasas las investigaciones desarrolladas en odontología y, particularmente, aquellas orientadas a evaluar el desempeño de modelos de lenguaje en el ámbito del diagnóstico radiográfico. En consecuencia, este estudio contribuirá a ampliar el conocimiento científico sobre el uso de tecnologías inteligentes aplicadas a la práctica odontológica.

Desde el punto de vista científico y académico, la investigación reviste especial importancia porque aborda la incorporación de herramientas emergentes en los procesos diagnósticos y en la formación profesional. La evaluación del grado de concordancia entre las interpretaciones emitidas por ChatGPT-5.1 y aquellas consideradas como referencia diagnóstica permitirá generar evidencia acerca de las fortalezas, limitaciones y potencialidades de la inteligencia artificial en el análisis radiográfico. Asimismo, los resultados obtenidos podrán servir como base para futuras investigaciones orientadas al desarrollo e implementación responsable de estas tecnologías en el ámbito sanitario.

En el plano social, el estudio responde a la necesidad de optimizar los recursos de apoyo al diagnóstico, especialmente en contextos donde existen limitaciones relacionadas con el tiempo, la infraestructura o la disponibilidad de especialistas. Determinar el nivel de

precisión alcanzado por una herramienta como ChatGPT-5.1 podría favorecer el desarrollo de alternativas complementarias que contribuyan a mejorar la calidad de la atención odontológica, fortaleciendo el proceso de toma de decisiones clínicas sin reemplazar el criterio profesional ni la experiencia del odontólogo.

Por otra parte, la inteligencia artificial se ha consolidado como una de las tecnologías con mayor impacto y crecimiento en el campo de la salud. Su rápida evolución ha generado expectativas respecto a sus beneficios potenciales, así como cuestionamientos vinculados con su aplicación ética, segura y eficaz. En este sentido, resulta fundamental evaluar rigurosamente el desempeño de estas herramientas en escenarios clínicos reales, con el propósito de comprender sus alcances y limitaciones dentro del ejercicio profesional odontológico.

Finalmente, la investigación es viable desde el punto de vista metodológico, técnico y operativo, ya que se dispone de las radiografías periapicales necesarias para el análisis, del acceso a la herramienta ChatGPT-5.1 y de especialistas en diagnóstico radiológico odontológico que actuarán como referencia diagnóstica. Del mismo modo, se cuenta con los recursos estadísticos y tecnológicos requeridos para el procesamiento y análisis de la información, lo que garantiza el desarrollo adecuado del estudio dentro de un plazo razonable y mediante una gestión eficiente de los recursos disponibles.

4. Objetivos

- Evaluar la concordancia de la interpretación radiográfica de la **corona** entre el Chat GPT 5.1 y los especialistas en endodoncia.
- Evaluar la concordancia de la interpretación radiográfica de la **cámara pulpar y estructura interna** entre los evaluadores mencionados.
- Evaluar la concordancia de la interpretación radiográfica de la **raíz / conductos** entre el entre el Chat GPT 5.1 y los especialistas aludidos.
- Evaluar la concordancia de la interpretación radiográfica del **área periapical** entre ambos sistemas.

5. Marco conceptual y antecedentes investigativos

5.1. Marco conceptual

5.1.1. Imágenes en odontología

Las técnicas de análisis de imágenes tienen como finalidad obtener información clínica relevante a partir del contenido visual, contribuyendo de manera significativa al proceso diagnóstico. La información derivada de estas herramientas puede abarcar desde mediciones básicas, como distancias y ángulos, hasta sistemas automatizados capaces de identificar y sugerir la presencia de determinadas patologías (5). Sin embargo, el aprovechamiento adecuado de estas tecnologías requiere conocer tanto sus beneficios como sus limitaciones. La exactitud de la interpretación depende no solo de la calidad técnica de la imagen obtenida, sino también de la capacidad del operador — ya sea un profesional o un sistema basado en inteligencia artificial— para analizar correctamente la información disponible (6,5).

a. Historia del desarrollo de imágenes

La evolución de las técnicas de imagen en odontología ha modificado sustancialmente la manera de diagnosticar y tratar las enfermedades del sistema estomatognático. El descubrimiento de los rayos X en 1895 y la obtención de la primera radiografía dental en 1896 constituyeron hitos trascendentales, ya que hicieron posible la observación de estructuras anatómicas internas sin recurrir a procedimientos invasivos, revolucionando la práctica odontológica (5). Posteriormente, las radiografías periapicales y panorámicas se consolidaron como herramientas esenciales para la detección de caries, lesiones periapicales y la planificación de tratamientos, ampliando su aplicación en diversas especialidades odontológicas (5,6).

La incorporación de la tecnología digital impulsó una transformación significativa de los métodos radiográficos convencionales hacia sistemas más seguros y eficientes. Las radiografías digitales permitieron disminuir la exposición del paciente a la radiación y, al mismo tiempo, mejorar la calidad de las imágenes, optimizando el almacenamiento, el procesamiento y el intercambio de información clínica (6). En este contexto, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)

representó un importante avance al proporcionar imágenes tridimensionales de alta resolución del complejo craneofacial y de las estructuras dentarias, convirtiéndose en una herramienta de gran utilidad para la planificación de implantes, procedimientos quirúrgicos maxilofaciales y la evaluación de la articulación temporomandibular (7,8).

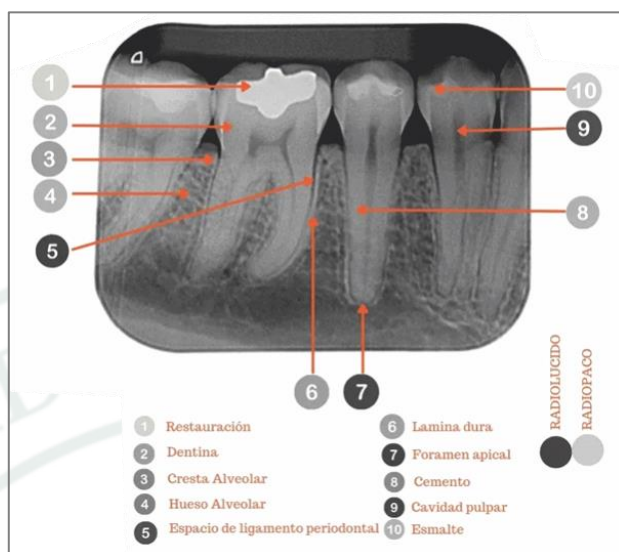
De manera complementaria, la resonancia magnética ha adquirido una creciente relevancia en el estudio de los tejidos blandos, especialmente en la valoración de alteraciones articulares y patologías orales, destacándose por la ventaja de no emplear radiación ionizante (9,10).

En años recientes, la inteligencia artificial ha surgido como una tecnología prometedora para el análisis de imágenes odontológicas. Los algoritmos desarrollados son capaces de identificar patrones radiográficos con gran rapidez, favoreciendo el diagnóstico temprano de enfermedades como la caries dental y los trastornos periodontales (11). Además de incrementar la precisión diagnóstica, estas herramientas contribuyen a optimizar los tiempos de atención y a disminuir la posibilidad de errores asociados a la interpretación humana. Asimismo, tecnologías emergentes como la realidad aumentada y la realidad virtual empiezan a incorporarse tanto en la planificación terapéutica como en la enseñanza odontológica, ampliando las posibilidades de innovación en la práctica clínica y académica (11,12).

5.1.2. Radiografía periapical

La radiografía periapical constituye una de las técnicas de diagnóstico por imágenes más empleadas en odontología, debido a su capacidad para proporcionar una visualización precisa y detallada de las piezas dentarias y de los tejidos que las rodean (13). Este método radiográfico permite observar desde la corona hasta el ápice radicular de uno o varios dientes, incluyendo las estructuras óseas periapicales y el hueso alveolar adyacente, razón por la cual representa una herramienta esencial para el diagnóstico y la planificación del tratamiento odontológico (5).

Figura 1. Estructuras dentales individuales y sus tejidos de soporte



* Extraído de LazosCaps Qx Odontopsim (38).

La radiografía periapical desempeña diversas funciones dentro de la práctica odontológica, especialmente en especialidades como la endodoncia, la periodoncia y la cirugía oral. Su utilidad clínica no se limita a la detección de caries profundas, sino que también permite evaluar la extensión de estas lesiones y su relación con el tejido pulpar. Del mismo modo, constituye una herramienta indispensable para identificar procesos inflamatorios periapicales y valorar las alteraciones ocasionadas por traumatismos que afectan tanto a las piezas dentarias como al hueso alveolar circundante. En el ámbito periodontal, facilita la estimación del nivel de pérdida ósea y el análisis de la morfología radicular con fines diagnósticos y terapéuticos. Asimismo, resulta de gran utilidad para el seguimiento de la osteointegración de implantes y la detección de cambios óseos periimplantarios.

Por otra parte, la radiografía periapical permite localizar dientes retenidos o impactados, diagnosticar procesos de reabsorción radicular interna y externa, examinar la configuración de la cámara pulpar y establecer con precisión la longitud de trabajo durante los procedimientos endodónticos. Estas múltiples aplicaciones consolidan su importancia como un recurso indispensable para la evaluación integral de la salud bucodental del paciente (5,13).

La capacidad diagnóstica de este método radiográfico depende, en gran medida, de la calidad de la imagen obtenida, de la correcta ejecución de la técnica radiográfica y de

la interpretación realizada por el profesional. La adecuada visualización de las estructuras anatómicas y de los signos clínicos está condicionada por factores como la nitidez, el contraste y la apropiada angulación del haz de rayos X durante la adquisición de la imagen (14).

Debido a su accesibilidad, bajo costo y elevado valor diagnóstico, la radiografía periapical continúa siendo una herramienta fundamental en la práctica odontológica cotidiana. La información que proporciona contribuye significativamente a los procesos de prevención, diagnóstico y tratamiento, favoreciendo una toma de decisiones clínicas fundamentada y orientada a garantizar el bienestar del paciente y el éxito de las intervenciones odontológicas.

a. Técnica de la bisectriz

La técnica de la bisectriz, denominada también técnica del ángulo bisectado, se fundamenta en un principio geométrico cuyo propósito es compensar la ausencia de paralelismo entre el eje longitudinal del diente y el receptor intraoral. En este procedimiento, la película radiográfica o el sensor se sitúan lo más próximo posible a la pieza dentaria, aunque sin mantener necesariamente una posición paralela respecto a esta. Como consecuencia, se genera un ángulo entre ambos elementos, el cual es dividido imaginariamente en dos partes iguales mediante una bisectriz; posteriormente, el haz de rayos X se dirige de manera perpendicular a dicha línea.

Esta técnica resulta especialmente útil en pacientes que presentan limitaciones anatómicas, como paladares profundos, arcadas estrechas o una apertura bucal reducida, debido a la facilidad con la que puede ser ejecutada. Sin embargo, una de sus principales desventajas radica en la posibilidad de producir distorsiones geométricas, tales como el alargamiento o acortamiento de las estructuras dentarias, lo que puede comprometer la exactitud de la interpretación radiográfica (5,16).

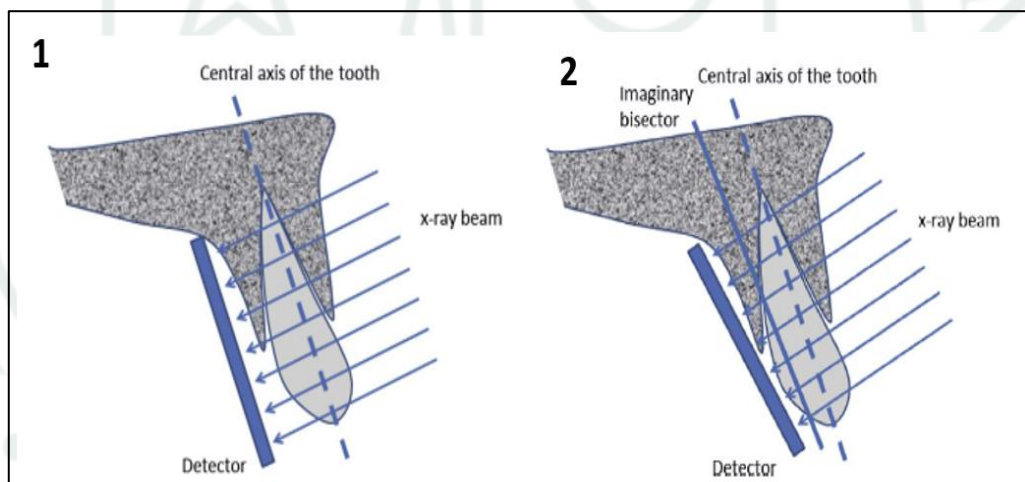
b. Técnica del paralelismo

La técnica del paralelismo, conocida también como técnica del ángulo recto, es considerada el método más preciso y confiable para la obtención de radiografías periapicales de alta calidad diagnóstica. Su fundamento consiste en mantener el eje

longitudinal del diente paralelo al sensor intraoral, orientando el haz de rayos X perpendicularmente a ambos elementos, lo que permite minimizar significativamente las distorsiones de la imagen (5).

La correcta ejecución de esta técnica requiere el empleo de posicionadores radiográficos, los cuales garantizan una adecuada alineación entre el diente, el sensor y el haz de radiación. Aunque la ubicación más posterior del receptor puede ocasionar molestias en algunos pacientes, las ventajas diagnósticas que ofrece compensan dichas limitaciones. Entre sus principales beneficios destacan la obtención de imágenes más nítidas, con dimensiones más próximas a la realidad anatómica y una mejor visualización de las estructuras apicales, razón por la cual constituye una técnica ampliamente utilizada en áreas como la endodoncia, la periodoncia y la implantología (14,16).

Figura 2. Técnica radiográfica periapical. Donde 1. Técnica paralela y 2. Técnica de la bisectriz



* Extraído de Dentro metric (15)

5.1.3. Patologías endodónticas

Las patologías endodónticas comprenden un conjunto de alteraciones que comprometen tanto la pulpa dental como los tejidos localizados alrededor del ápice radicular. En la mayoría de los casos, estas afecciones se desarrollan como consecuencia de caries profundas, traumatismos dentales, filtraciones coronarias, tratamientos restauradores extensos o agresiones de origen químico, térmico y bacteriano (17). Su diagnóstico exige una adecuada integración entre la evaluación

clínica, las pruebas de sensibilidad pulpar y el análisis radiográfico, siendo la radiografía periapical un recurso indispensable para identificar lesiones asintomáticas o de difícil detección mediante el examen clínico convencional (18).

La correcta identificación y clasificación de estas enfermedades permite establecer un tratamiento apropiado y favorece la uniformidad en la comunicación entre los profesionales. Con este propósito, se emplean sistemas de clasificación y guías clínicas, como las propuestas por la American Association of Endodontists (AAE), las cuales han sido adaptadas al contexto académico y asistencial de los países hispanohablantes (19). A continuación, se describen las principales patologías que afectan la pulpa dental y los tejidos periapicales, considerando sus características clínicas y sus manifestaciones radiográficas.

a. Patologías pulpares

Las patologías pulpares corresponden a procesos inflamatorios, degenerativos o necróticos que afectan el tejido pulpar. Estas alteraciones pueden presentarse con distintos grados de severidad, desde inflamaciones reversibles hasta la pérdida total de la vitalidad pulpar.

- **Pulpa normal:** corresponde a una pulpa sana que responde fisiológicamente a los estímulos térmicos y eléctricos, sin presentar dolor espontáneo ni síntomas persistentes (17,18).
- **Pulpitis reversible:** se caracteriza por una inflamación leve del tejido pulpar, generalmente asociada con caries incipientes o procedimientos restauradores recientes. El dolor provocado desaparece al retirar el estímulo desencadenante (17,18).
- **Pulpitis irreversible:** en su presentación sintomática, se manifiesta mediante dolor intenso, espontáneo y prolongado frente a estímulos térmicos, lo que evidencia un daño irreversible de la pulpa dental (20). Por otro lado, la forma asintomática no presenta signos clínicos evidentes, por lo que su diagnóstico depende de las pruebas clínicas y de los hallazgos radiográficos (19).

- **Pulpa necrótica:** se produce cuando el tejido pulpar pierde completamente su vitalidad, ocasionando una ausencia de respuesta a las pruebas de sensibilidad. Con frecuencia, esta condición se encuentra asociada a alteraciones periapicales detectables radiográficamente (18). Asimismo, pueden presentarse estados intermedios, como la necrosis pulpar parcial, en la que coexisten áreas de tejido vital y necrótico dentro de la cámara pulpar o de los conductos radiculares (20).

Desde el punto de vista radiográfico, las patologías pulpares no siempre presentan manifestaciones claramente identificables; sin embargo, es posible detectar signos indirectos, como el ensanchamiento del espacio correspondiente al ligamento periodontal o modificaciones en la continuidad de la lámina dura (19).

Además de las categorías clínicas descritas, existen dos condiciones adicionales que adquieren especial importancia en el análisis radiográfico:

- **Diente previamente tratado:** corresponde a piezas dentarias que han recibido un tratamiento endodóntico completo y presentan material de obturación visible en la radiografía. En estos casos, la interpretación debe considerar aspectos como la longitud, densidad y adaptación del material obturador, así como la presencia de posibles deficiencias técnicas, entre ellas fracturas instrumentales, sobreobturaciones o espacios vacíos dentro del sistema de conductos radiculares (17).
- **Diente con tratamiento previamente iniciado:** hace referencia a dientes que han sido sometidos a una intervención parcial, generalmente mediante la apertura de la cámara pulpar o una instrumentación inicial, sin haberse concluido el tratamiento de conductos. Radiográficamente, pueden evidenciarse cavidades de acceso, restos parciales de material endodóntico o signos asociados a la progresión de la patología debido a la ausencia de un tratamiento definitivo (17).

Estas dos categorías diagnósticas son particularmente relevantes en investigaciones orientadas a la interpretación de imágenes radiográficas, ya que permiten diferenciar los cambios fisiológicos posteriores al tratamiento endodóntico de las lesiones activas o de las posibles complicaciones terapéuticas

(16). Su correcta identificación y clasificación contribuye a mejorar la precisión del diagnóstico diferencial y aporta mayor rigurosidad a estudios comparativos, como el desarrollado en la presente investigación.

b. Patologías periapicales

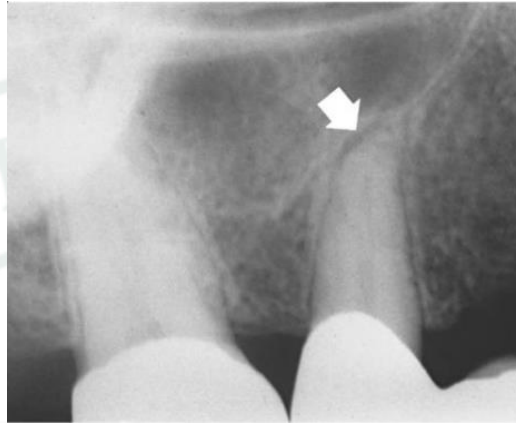
Las patologías periapicales comprenden diversas alteraciones inflamatorias e infecciosas que comprometen los tejidos localizados alrededor del ápice radicular. Generalmente, estas lesiones se desarrollan como consecuencia de infecciones originadas en la pulpa dental, particularmente después de la necrosis pulpar, lo que favorece la diseminación de microorganismos y de sus productos tóxicos hacia el ligamento periodontal, el cemento radicular y el hueso alveolar circundante (17). Su diagnóstico se fundamenta en la correlación entre los hallazgos clínicos y radiográficos, siendo la radiografía periapical el principal método para su detección, evaluación y control evolutivo (19). A continuación, se describen las principales patologías periapicales.

- **Periodontitis apical:** la periodontitis apical sintomática constituye la etapa inicial del compromiso periapical y corresponde a un proceso inflamatorio agudo de los tejidos adyacentes al ápice dentario. Clínicamente, se caracteriza por la presencia de dolor intenso y sensibilidad a la percusión o durante la masticación, aunque en las fases tempranas puede no mostrar alteraciones radiográficas evidentes. Sin embargo, es posible observar un ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal y la interrupción de la continuidad de la lámina dura. La intensidad del dolor y la marcada sensibilidad constituyen elementos importantes para diferenciar esta entidad de otras afecciones periapicales de carácter crónico (17).

Por otra parte, la periodontitis apical asintomática corresponde a una lesión crónica que no suele producir síntomas y que, en muchos casos, se identifica de manera incidental durante exámenes radiográficos de rutina (17). Radiográficamente, se manifiesta como una zona radiolúcida periapical bien delimitada, originada por una respuesta inflamatoria persistente en los tejidos periapicales (19). Desde el punto de vista histológico, esta lesión puede corresponder a un granuloma periapical o a un quiste radicular; sin embargo, la diferenciación definitiva entre

ambas entidades solo puede establecerse mediante un estudio histopatológico (20).

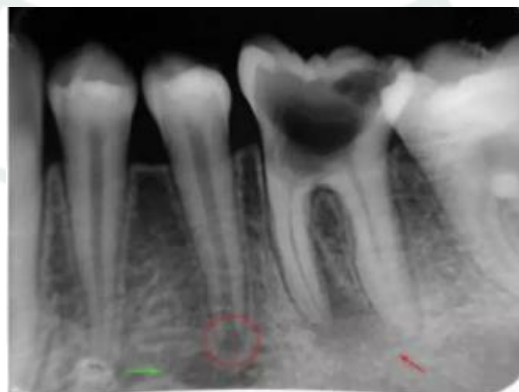
Figura 3. Periodontitis apical sintomática de premolar con espacio de ligamento periodontal ensanchado.



* Extraído de Fouad et al. (17).

- **Absceso apical agudo:** corresponde a una infección purulenta de evolución rápida que compromete los tejidos periapicales. Clínicamente, se caracteriza por la presencia de dolor espontáneo e intenso, sensación de presión, aumento de la movilidad dental, inflamación de los tejidos blandos e, incluso, manifestaciones sistémicas como fiebre. Desde el punto de vista radiográfico, las etapas iniciales pueden no mostrar alteraciones evidentes; sin embargo, a medida que la infección progresa, es posible identificar una imagen radiolúcida difusa y de contornos irregulares en la región apical, producto de la destrucción ósea ocasionada por la propagación del proceso infeccioso (19).

Figura 4. Absceso periapical agudo.



* Extraído de Segura (16).

- **Absceso apical crónico:** a diferencia del absceso apical agudo, esta entidad presenta una evolución lenta y de larga duración, generalmente sin sintomatología dolorosa. Su principal manifestación clínica es la presencia de una fístula intraoral a través de la cual drena el exudado purulento proveniente de la infección periapical (20). Desde el punto de vista radiográfico, suele evidenciarse una imagen radiolúcida circunscrita y bien delimitada en la región apical, la cual permanece relativamente estable en ausencia de complicaciones (19). Asimismo, este tipo de absceso puede coexistir con lesiones como el granuloma periapical o el quiste radicular, constituyendo una respuesta adaptativa del organismo frente a un proceso infeccioso persistente.

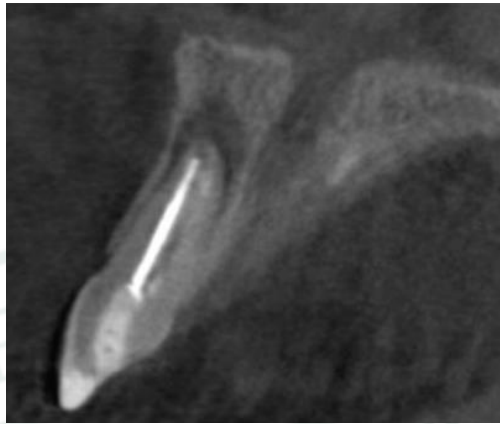
Figura 5. Absceso periapical crónico.



* Extraído de Segura (16).

- **Granuloma periapical:** corresponde a una lesión inflamatoria crónica constituida por tejido de granulación, infiltrado de células inflamatorias y restos epiteliales. Se considera una de las alteraciones periapicales más frecuentes asociadas a dientes con necrosis pulpar. Radiográficamente, se presenta como una imagen radiolúcida localizada en la región apical, cuyos límites pueden ser difusos o bien definidos, dependiendo del tiempo de evolución y del grado de cronicidad de la lesión (19). Debido a sus características radiográficas, puede confundirse con un quiste radicular; sin embargo, el diagnóstico definitivo únicamente puede establecerse mediante un examen histopatológico realizado después de una intervención quirúrgica periapical (17).

Figura 6. Granuloma periapical.



* Extraído de Torabinejad (20).

- **Quiste radicular (o periapical):** corresponde a una lesión epitelial benigna originada por la proliferación de los restos epiteliales de Malassez como respuesta a un proceso inflamatorio crónico. En comparación con el granuloma periapical, suele presentar un mayor tamaño y una morfología más redondeada (20). Desde el punto de vista radiográfico, se observa como una imagen radiolúcida bien delimitada, rodeada por bordes corticales finos que circunscriben el ápice radicular. Generalmente, esta lesión cursa de manera asintomática; sin embargo, cuando alcanza dimensiones considerables, puede provocar expansión ósea y desplazamiento de las estructuras anatómicas adyacentes (19).

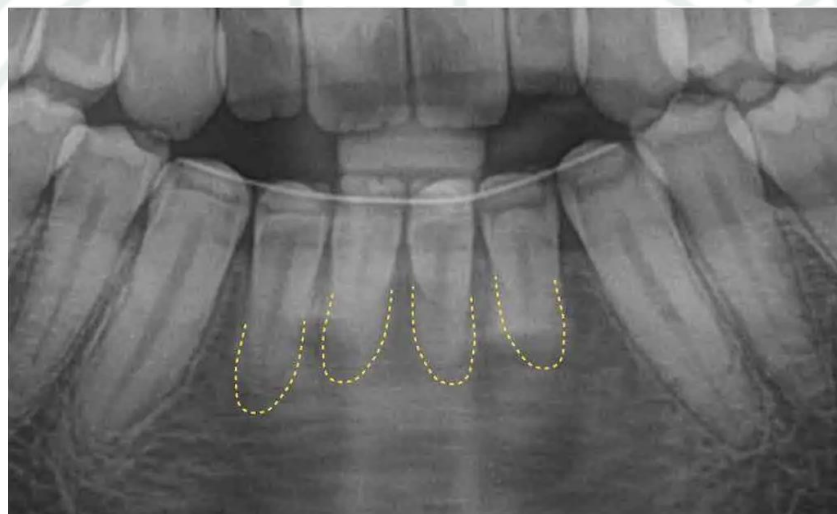
Figura 7. Quiste radicular inflamatorio.



* Extraído de Torabinejad (20).

- **Reabsorción ósea periapical:** puede presentarse como consecuencia de factores no infecciosos, entre ellos los traumatismos dentoalveolares y la aplicación de fuerzas ortodónticas excesivas. Asimismo, existen lesiones de origen no endodóntico que pueden manifestarse radiográficamente de manera similar a las alteraciones periapicales, dificultando el diagnóstico diferencial. Entre estas se encuentran los quistes óseos simples y diversas lesiones fibro-óseas, las cuales deben ser consideradas durante la evaluación clínica y radiográfica para evitar interpretaciones erróneas (17).

Figura 8. Reabsorción ósea.



* Extraído de Torabinejad (20).

Además de las lesiones estrictamente periapicales, existen diversas alteraciones dentarias que pueden identificarse mediante radiografías periapicales y que deben ser consideradas durante el proceso diagnóstico, ya que comparten el mismo campo radiográfico o presentan características semejantes a las patologías apicales. Entre las principales se encuentran las siguientes:

- **Fracturas radiculares:** las fracturas radiculares pueden clasificarse en longitudinales, verticales u horizontales, y su detección radiográfica depende de la orientación del trazo de fractura. Las fracturas horizontales suelen identificarse con mayor facilidad, manifestándose como líneas radiolúcidas que atraviesan la raíz, especialmente cuando la proyección radiográfica coincide con el plano de la fractura. En contraste, las fracturas verticales rara vez son visibles de manera directa; sin embargo, pueden sospecharse a partir

de hallazgos indirectos, como lesiones periapicales laterales, ensanchamiento localizado del ligamento periodontal o patrones atípicos de reabsorción ósea. La interpretación de estos casos debe complementarse con la evaluación clínica, particularmente en pacientes con antecedentes de traumatismo dental o tratamientos endodónticos previos (20).

- **Reabsorciones internas:** la reabsorción interna corresponde a un proceso patológico originado por la actividad osteoclástica dentro de la cámara pulpar o del conducto radicular. Radiográficamente, se presenta como una imagen radiolúcida homogénea, bien delimitada y simétrica, que modifica la anatomía habitual del conducto radicular sin comprometer, en las etapas iniciales, la continuidad de la superficie externa de la raíz (17).
- **Reabsorciones externas:** este tipo de reabsorción afecta la superficie externa de la raíz y puede asociarse con múltiples factores etiológicos, entre ellos traumatismos, movimientos ortodónticos excesivos, infecciones o tratamientos endodónticos inadecuados. En la radiografía, se observa como una pérdida irregular del contorno radicular, acompañada de áreas radiolúcidas cuya localización no necesariamente coincide con el eje del conducto. A diferencia de la reabsorción interna, su forma y extensión son variables y suelen asociarse con alteraciones concomitantes del ligamento periodontal y de la lámina dura (17).

La radiografía periapical desempeña un papel fundamental en la evaluación de estas alteraciones, ya que permite no solo identificar la presencia de lesiones apicales y radiculares, sino también realizar el seguimiento de su evolución y valorar la respuesta al tratamiento instaurado. No obstante, la interpretación de las imágenes puede verse influenciada por la experiencia y el criterio del profesional, lo que ha impulsado el desarrollo de herramientas complementarias basadas en inteligencia artificial, las cuales constituyen un campo emergente con gran potencial para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar la práctica clínica odontológica (21).

- **Principales tipos y signos radiográficos**

Tabla 1. Características observadas en imágenes radiográficas para las patologías pulpa y periapical

Clasificación clínica de patología pulpar y periapical	Imagen radiográfica
Pulpa normal	No se observan cambios en los tejidos periapicales. Por factores fisiológicos, puede haber o no evidencia de mineralización pulpar. No se observa presencia de reabsorción, caries o exposición mecánica de la pulpa (22, 23).
Pulpitis Reversible	Ausencia de cambios periapicales, relación con agente etiológico; caries y restauraciones profundas sin compromiso directo del tejido pulpar (22, 23). Coronalmente, asociación evidente del factor etiológico con la cavidad pulpar. Si el proceso inflamatorio se extiende hacia el área periapical, se observa aumento del espacio del ligamento periodontal (24,25).
Pulpitis irreversible sintomática	No evidencia cambios en zona periapical, en algunos casos se relaciona con la imagen de osteítis condensante, incremento en los patrones del trabeculado óseo, radio-opacidad periapical (19,24, 25). Apariencia radiográfica variable. Si la lesión bacteriana avanza se observará alteración en el área periapical
Pulpitis irreversible asintomática	Normalmente no hay evidencia de alteraciones en la zona apical (20,26). Establece pautas de calidad de la obturación endodóntica previa, adecuado o inadecuado, evidencia de aberraciones del tratamiento previo, (instrumentos fracturados, escalones, zips o perforaciones) (27).
Necrosis pulpar	Apariencia radiográfica variable (19,24). Relativo al estado periapical
Previamente tratado	Lámina dura intacta, el espacio del ligamento periodontal tiene una apariencia normal y uniforme, sin
Previamente iniciado	
Tejidos apicales sanos	

Clasificación clínica de patología pulpar y periapical	Imagen radiográfica
Periodontitis apical sintomática	interrupciones a lo largo del contorno radicular (19,26) Apariencia radiográfica variable, el espacio apical del ligamento periodontal y la lámina dura pueden tener apariencia normal o con ligero ensanchamiento y pérdida de la continuidad. En otros casos, se relaciona a lesión radiolúcida periapical, el tamaño de la radiolucidez dependerá del tiempo de evolución (19,23,28).
Periodontitis apical asintomática	Aumento del espacio del ligamento periodontal, lesión radiolúcida asociada al ápice radicular, de tamaño variable según la actividad osteoclástica presente (19,23).
Absceso apical agudo	Apariencia radiográfica variable, el espacio apical del ligamento periodontal y la lámina dura pueden presentar ligero ensanchamiento y/o pérdida de la continuidad. En otros casos, se relaciona a lesión radiolúcida periapical, el tamaño de la radiolucidez dependerá del tiempo de evolución (19,23).
Absceso apical crónico	Lesión radiolúcida asociada al ápice radicular, de tamaño variable, según la actividad osteoclástica presente (19,23).
Osteítis condensante	Lesión radiopaca periapical concéntrica y difusa (19,20)

5.1.4. Inteligencia Artificial (IA)

a. Concepto general y evolución histórica

La Inteligencia Artificial (IA) comprende un conjunto de tecnologías y sistemas computacionales diseñados para desarrollar funciones que tradicionalmente requieren capacidades propias de la inteligencia humana, como el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interpretación del lenguaje y el reconocimiento de patrones visuales. El concepto fue establecido formalmente en 1956 por John McCarthy durante la conferencia de Dartmouth, evento considerado como el inicio oficial de la investigación científica en inteligencia artificial (29).

Durante sus primeras etapas, el progreso de la IA estuvo condicionado por las limitaciones tecnológicas y la reducida capacidad de procesamiento disponible. Sin embargo, a partir de la década de 1980 surgieron avances importantes con la incorporación de algoritmos de aprendizaje automático (machine learning). Posteriormente, desde el año 2012, el desarrollo de arquitecturas basadas en redes neuronales profundas (deep learning) generó una evolución significativa, permitiendo analizar grandes cantidades de datos con mayor eficiencia, incluyendo información proveniente de imágenes médicas y odontológicas (30).

En la actualidad, la inteligencia artificial puede clasificarse en tres niveles según su grado de capacidad cognitiva (31):

- **IA estrecha o débil:** corresponde a sistemas diseñados para realizar funciones específicas, como el análisis de radiografías, reconocimiento de imágenes o detección de patrones determinados.
- **IA general (AGI):** hace referencia a sistemas hipotéticos capaces de desarrollar habilidades cognitivas similares a las humanas en diferentes áreas del conocimiento; actualmente continúa en fase de investigación y desarrollo.
- **IA superinteligente:** representa un concepto teórico de una inteligencia artificial que superaría ampliamente las capacidades intelectuales humanas.

b. Aplicaciones de la IA en salud e imágenes médicas

La inteligencia artificial ha adquirido una participación relevante dentro del área de la salud, particularmente en el procesamiento e interpretación de imágenes médicas. Mediante técnicas de aprendizaje profundo, los algoritmos pueden reconocer patrones complejos presentes en radiografías, tomografías computarizadas (CT), resonancias magnéticas (MRI) y otros estudios diagnósticos, alcanzando niveles de precisión que pueden aproximarse al desempeño de especialistas humanos en determinadas tareas (29).

En el análisis de imágenes, la IA desarrolla principalmente tres funciones:

- **Clasificación:** permite determinar si una imagen presenta alteraciones y establecer la categoría o naturaleza de la anomalía identificada, como lesiones quísticas, tumorales o inflamatorias.
- **Segmentación:** consiste en delimitar con precisión los bordes y características de una lesión o estructura anatómica específica dentro de una imagen.
- **Generación de informes:** facilita la elaboración de descripciones radiográficas y la propuesta de posibles diagnósticos diferenciales mediante lenguaje técnico especializado.

Estas capacidades han contribuido a disminuir la variabilidad diagnóstica, mejorar la estandarización de criterios interpretativos y optimizar los tiempos empleados en los procesos clínicos. Asimismo, el desarrollo de modelos multimodales, como ChatGPT-4o, capaces de procesar simultáneamente información textual y visual, ha ampliado las posibilidades de aplicación de sistemas de inteligencia artificial generalista en áreas especializadas como la radiología odontológica.

c. IA especializadas en imágenes radiográficas

En el ámbito sanitario se han desarrollado sistemas de inteligencia artificial diseñados específicamente para el análisis automatizado de imágenes radiográficas, tanto médicas como odontológicas. Estas plataformas son entrenadas mediante grandes bases de datos conformadas por imágenes previamente interpretadas y clasificadas por especialistas, permitiendo adaptarse a

protocolos diagnósticos establecidos. Entre las principales herramientas destacan (32):

- **VUNO Med:** sistema orientado al análisis de imágenes médicas, con capacidad para identificar alteraciones como fracturas, nódulos pulmonares, neumonía y otras enfermedades mediante estudios radiográficos torácicos (33).
- **Denti.AI:** plataforma especializada en odontología que analiza radiografías periapicales y panorámicas para identificar hallazgos como caries, pérdida ósea periodontal y lesiones periapicales, entre otras alteraciones (34).
- **Diagnocat:** herramienta basada en inteligencia artificial que permite analizar estudios de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), radiografías panorámicas y periapicales, generando informes diagnósticos estructurados (35).

Además de estas herramientas especializadas, los modelos multimodales como ChatGPT-5.1 desarrollado por OpenAI han comenzado a ser evaluados en escenarios clínicos debido a su capacidad para generar descripciones detalladas y estructuradas de hallazgos radiográficos cuando reciben instrucciones (prompts) adecuadamente formuladas.

d. Chat GPT 5.1

ChatGPT-5.1 constituye un modelo avanzado de procesamiento del lenguaje natural perteneciente a la familia GPT (Generative Pre-trained Transformer) desarrollada por OpenAI. Su arquitectura se fundamenta en redes neuronales transformadoras entrenadas mediante grandes volúmenes de información textual, lo que le permite interpretar, procesar y generar lenguaje humano con elevada coherencia contextual (4). En comparación con versiones anteriores, ChatGPT-5.1 incorpora mejoras en sus capacidades de razonamiento, comprensión de instrucciones complejas y elaboración de respuestas más precisas, adaptadas a diferentes escenarios, incluyendo contextos académicos y clínicos.

Este modelo emplea técnicas de aprendizaje profundo y entrenamiento multimodal, lo que le permite establecer relaciones entre descripciones, conceptos semánticos y patrones lingüísticos para generar respuestas estructuradas y organizadas. Entre sus principales características destacan la rapidez de procesamiento, la capacidad de sintetizar información compleja y la posibilidad de responder consultas especializadas en áreas biomédicas y odontológicas (2). Por ello, ChatGPT-5.1 se ha convertido en una herramienta digital con potencial para apoyar actividades como la elaboración de informes, revisión de literatura científica, simulación de procesos de razonamiento clínico y descripción de hallazgos diagnósticos, siempre bajo la supervisión y criterio del profesional responsable (1,3,4,12,36).

En el ámbito odontológico, especialmente en endodoncia, ChatGPT-5.1 puede procesar descripciones de hallazgos radiográficos periapicales proporcionadas por el usuario y generar interpretaciones textuales fundamentadas en la información adquirida durante su entrenamiento (3,4,36). Si bien no sustituye la evaluación clínica directa ni el análisis especializado de un odontólogo, tiene la capacidad de reconocer terminología diagnóstica, relacionar características descritas y estructurar informes mediante un lenguaje técnico estandarizado. En este sentido, representa una herramienta complementaria con potencial aplicación en la interpretación radiográfica asistida, la formación académica y el apoyo a la toma de decisiones clínicas, sin reemplazar el juicio del especialista (2).

5.2. Análisis de antecedentes investigativos

5.2.1. Internacionales

Diversas investigaciones desarrolladas a nivel internacional han explorado el potencial de la inteligencia artificial aplicada a la interpretación de imágenes radiográficas odontológicas. En este ámbito, se reconoce que la radiografía periapical constituye un recurso diagnóstico esencial para la identificación de alteraciones dentales y periapicales, debido a que permite visualizar con detalle las estructuras anatómicas involucradas. Sin embargo, la interpretación de estas imágenes puede estar condicionada por factores como la experiencia, formación y criterio del profesional, generando posibles diferencias entre observadores. Ante esta situación, la inteligencia artificial se plantea como una herramienta complementaria capaz de contribuir al análisis radiográfico mediante sistemas computacionales que reproducen procesos asociados al aprendizaje, reconocimiento de patrones, razonamiento y apoyo en la toma de decisiones. Su incorporación en odontología ha demostrado resultados alentadores como soporte en actividades clínicas y académicas relacionadas con la interpretación de imágenes (21).

De manera similar, un estudio realizado en España evaluó y comparó distintos métodos para la detección de caries interproximales, considerando la interpretación efectuada por profesionales, el empleo de escáneres intraorales con tecnología de infrarrojo cercano y un sistema basado en inteligencia artificial. Los resultados evidenciaron que los operadores humanos alcanzaron mayores valores de sensibilidad diagnóstica, mientras que el sistema de inteligencia artificial presentó una elevada especificidad. Aunque el rendimiento general de la IA no logró superar la evaluación clínica realizada por especialistas, los resultados indican que estas herramientas pueden desempeñar un papel complementario dentro de los flujos de trabajo digitales, favoreciendo la asistencia diagnóstica. Asimismo, se destaca la importancia de continuar desarrollando investigaciones orientadas a evaluar su desempeño en situaciones clínicas específicas y establecer con mayor precisión sus ventajas y limitaciones (36).

Por otro lado, estudios recientes han investigado la capacidad de modelos de inteligencia artificial generativa para analizar imágenes radiográficas, describir lesiones radiolúcidas y plantear posibles diagnósticos diferenciales. Los resultados indican que estos sistemas pueden generar interpretaciones clínicas estructuradas y coherentes a partir de información visual, demostrando capacidad para reconocer determinadas características asociadas a alteraciones patológicas. No obstante, también se ha identificado que su precisión puede verse afectada por factores como la complejidad de la lesión, la calidad de la imagen y la disponibilidad de información clínica complementaria. Por ello, se recomienda que estas herramientas sean empleadas como apoyo diagnóstico y no como reemplazo del criterio profesional. Estos hallazgos reflejan el creciente interés por integrar modelos de inteligencia artificial en los procesos de análisis e interpretación radiográfica odontológica (4).

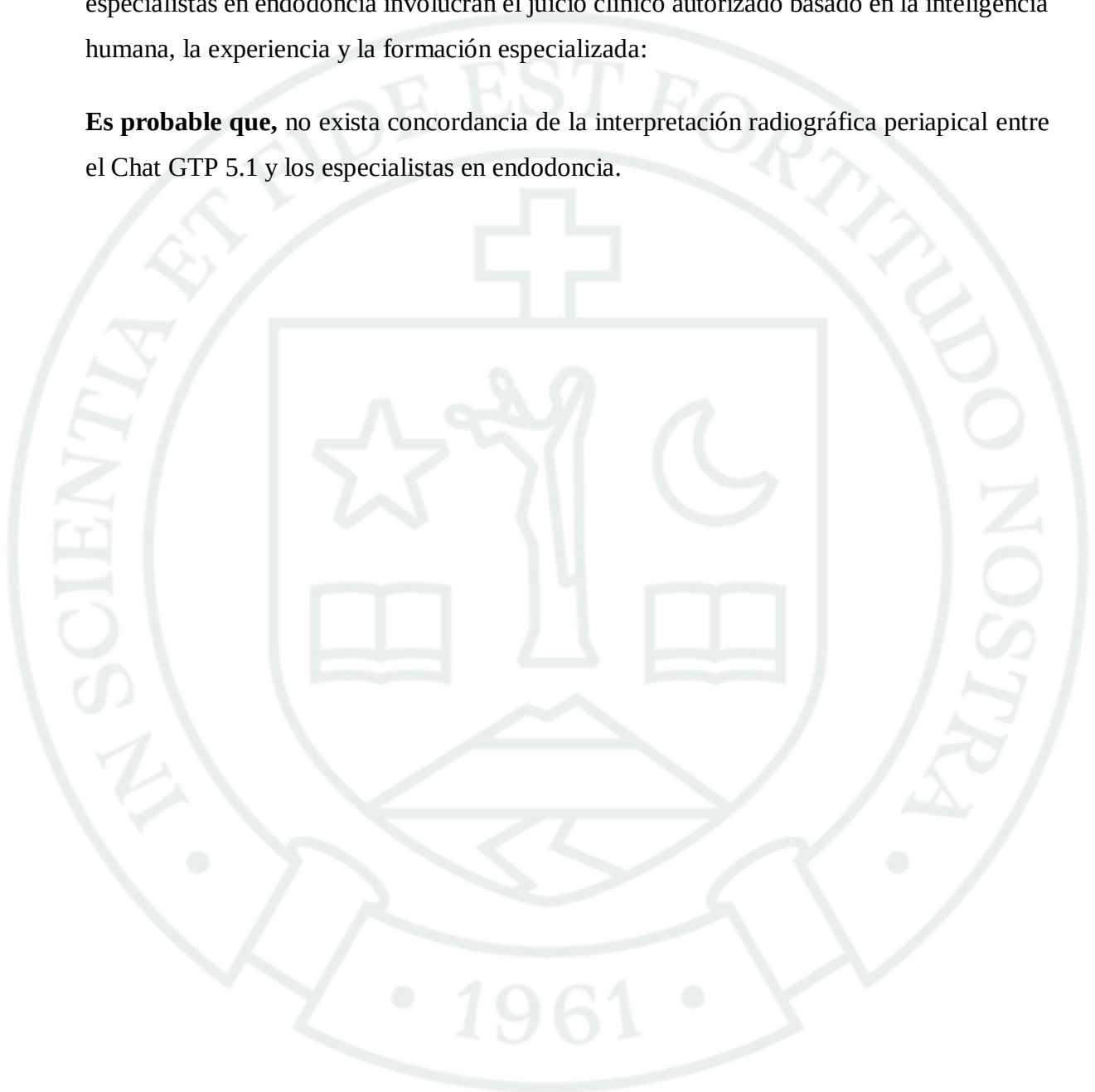
5.2.2. Nacionales

En el ámbito nacional, se ha informado la evaluación clínica de un dispositivo médico activo basado en inteligencia artificial destinado a la interpretación de radiografías panorámicas y periapicales dentro de un escenario odontológico real. Los resultados obtenidos evidenciaron que esta tecnología puede contribuir a mejorar la precisión diagnóstica y disminuir la variabilidad asociada a la interpretación convencional realizada por profesionales, favoreciendo una mayor estandarización en la identificación de hallazgos radiográficos. Asimismo, se concluyó que la incorporación de sistemas de inteligencia artificial representa una alternativa de apoyo potencial para el odontólogo durante el análisis de imágenes diagnósticas, siempre considerando la supervisión y validación del especialista (37).

6. Hipótesis

Dado que, ChatGPT-5.1 es un modelo de inteligencia artificial desarrollado para procesar, analizar e interpretar información proveniente de diferentes fuentes, incluyendo imágenes, mediante el reconocimiento de patrones y la generación de respuestas estructuradas; y los especialistas en endodoncia involucran el juicio clínico autorizado basado en la inteligencia humana, la experiencia y la formación especializada:

Es probable que, no exista concordancia de la interpretación radiográfica periapical entre el Chat GTP 5.1 y los especialistas en endodoncia.





CAPITULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1. Diseño metodológico

La investigación correspondió a un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo observacional, retrospectivo, transversal y orientado a evaluar la concordancia diagnóstica. Presentó un diseño no experimental y un nivel comparativo, debido a que se analizó el grado de acuerdo entre la interpretación radiográfica realizada mediante inteligencia artificial (ChatGPT-5.1) y la interpretación establecida por cirujanos dentistas especialistas, considerada como referencia diagnóstica, sin realizar manipulación de las variables de estudio.

2. Población y muestra

La población estuvo conformada por radiografías periapicales digitales de pacientes adultos atendidos en la Clínica Diego Romero Odontólogo durante el año 2026.

La muestra fue de tipo no probabilística e intencional, seleccionándose únicamente aquellas radiografías que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para la investigación. El tamaño muestral fue calculado mediante el análisis de concordancia diagnóstica utilizando el índice Kappa de Cohen, considerando un nivel de significancia de 0,05, una potencia estadística del 80%, un valor esperado de concordancia Kappa de 0,60 y un valor mínimo aceptable de 0,40. Bajo estos parámetros, se determinó un tamaño muestral mínimo aproximado de 49 radiografías periapicales digitales, lo que permitió evaluar adecuadamente el nivel de concordancia entre la interpretación realizada por ChatGPT-5.1 y la establecida por los especialistas como estándar de referencia.

a. Criterios de inclusión

- Radiografías correspondientes a pacientes con dentición permanente.
- Presencia de una única lesión de origen endodóntico claramente visible en la región periapical.
- Imágenes con adecuada calidad radiográfica, nitidez y contraste.
- Radiografías sin ediciones, marcas, flechas o anotaciones.
- Disponibilidad de historia clínica o referencia profesional que permita validar el diagnóstico.

b. Criterios de exclusión

- Radiografías con más de una lesión por imagen.
- Imágenes correspondientes a dentición decidua o mixta.
- Radiografías borrosas, sobreexpuestas, subexpuestas o pixeladas.
- Imágenes alteradas digitalmente o con artefactos visuales.
- Ausencia de respaldo clínico o profesional para validar el diagnóstico de referencia.

3. Tabla de variables

Tabla 2. Variables e indicadores

Variable	Indicador	Subindicador De primer orden	Subindicador De segundo orden	Escala de medición
Interpretación radiográfica periapical	Corona	- Caries	Concuerda No concuerda	Nominal Dicotómica
		- Restauración profunda sin compromiso pulpar		
		- Fractura coronaria		
	Cámara pulpar / estructura interna	- Radiodensidad pulpar	Concuerda No concuerda	
		- Calcificación u obliteración de conductos		
		- Mineralización pulpar		
	Raíz/conductos	- Contorno radicular	Concuerda No concuerda	
		- Continuidad del conducto radicular		
		- Obliteración del conducto radicular		
		- Reabsorción radicular		
		- Presencia de cuerpo extraño		
	Zona periapical	- Espacio del ligamento periodontal	Concuerda No concuerda	
		- Lámina dura		
		- Lesión radiolúcida periapical		
		- Lesión radiopaca periapical		
		- Corticación periapical		

* Elaboración propia.

4. Técnicas y procedimientos

a. Técnica

La técnica de evaluación interpretativa de las radiografías periapicales se fundamentó en protocolos estandarizados y validados empleados en investigaciones recientes, los cuales fueron adaptados al contexto odontológico del presente estudio y establecidos en concordancia con las recomendaciones de la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) y la Guía de Diagnóstico Clínico para Patologías Pulpares y Periapicales. Para el análisis radiográfico se consideraron los siguientes aspectos:

Corona

- Caries.
- Restauraciones profundas sin compromiso pulpar.
- Fracturas coronarias.

Cámara pulpar / estructura interna

- Radiodensidad pulpar.
- Calcificación u obliteración de conductos.
- Mineralización pulpar.

Raíz / conductos

- Contorno radicular.
- Continuidad del conducto radicular.
- Obliteración del conducto radicular.
- Reabsorción radicular.
- Presencia de cuerpo extraño.

Zona periapical

- Espacio del ligamento periodontal.
- Lámina dura.
- Lesión radiolúcida periapical.

- Lesión radiopaca periapical.
- Corticación periapical.

Asimismo, se incluyó un apartado de observaciones adicionales para registrar hallazgos no contemplados previamente.

b. Procedimiento

Las radiografías seleccionadas fueron evaluadas por un comité conformado por tres especialistas en endodoncia, quienes realizaron interpretaciones individuales e independientes utilizando la ficha de recolección de datos previamente establecida. Posteriormente, se efectuó una reunión de consenso con la finalidad de analizar las discrepancias encontradas y establecer una interpretación radiográfica consensuada, considerada como referencia diagnóstica o gold standard.

Luego, cada radiografía fue analizada mediante ChatGPT-5.1 a través de la carga individual de las imágenes y la aplicación de prompts estandarizados previamente definidos. Las interpretaciones generadas por la inteligencia artificial fueron registradas en la misma ficha de evaluación utilizada por los especialistas, permitiendo la comparación directa entre ambos métodos interpretativos.

La información obtenida fue recopilada y organizada en una base de datos digital. Antes del análisis, todas las radiografías fueron sometidas a un proceso de anonimización y codificación mediante identificadores alfanuméricos, con el propósito de preservar la confidencialidad y protección de la información de los pacientes.

Instrumento

Se utilizó una Ficha de Interpretación Radiográfica Periapical, elaborada considerando los indicadores establecidos en la tabla de operacionalización de variables. El instrumento estuvo conformado por cuatro indicadores principales y 16 subindicadores, permitiendo registrar de manera estructurada los hallazgos radiográficos identificados tanto por los especialistas como por ChatGPT-5.1.

5. Plan de análisis

El procesamiento de los datos se realizó mediante procedimientos manuales y computarizados. En una primera etapa, la información obtenida fue registrada y organizada en una base de datos elaborada en Microsoft Excel 2019. Posteriormente, los datos fueron exportados al programa estadístico IBM SPSS Statistics versión 25 para el desarrollo del análisis correspondiente.

Se aplicó estadística descriptiva mediante el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes, con la finalidad de caracterizar los hallazgos radiográficos identificados por el comité de especialistas y por ChatGPT-5.1. Todos los análisis estadísticos fueron realizados considerando un nivel de significancia del 5% ($p < 0,05$).

Para determinar el nivel de concordancia entre ambas interpretaciones radiográficas se empleó el índice Kappa de Fleiss, considerando las dimensiones evaluadas en la ficha de interpretación radiográfica. La valoración del grado de acuerdo se realizó mediante la clasificación modificada propuesta por Landis y Koch, estableciendo los siguientes criterios de interpretación.

- 0,00: sin concordancia
- 0,01 – 0,20: concordancia leve o ligera
- 0,21 – 0,40: concordancia aceptable
- 0,41 – 0,60: concordancia moderada o media
- 0,61 – 0,80: concordancia considerable
- 0,81 – 1,00: concordancia casi perfecta

6. Recursos

6.1. Humanos

Investigador : Kana Ccapa, Rolin.
Asesor : Dr. Marco Antonio Zevallos.

6.2. Físicos

- Ambientes de la Clínica Diego Romero Odontólogo.
- Computadora portátil con acceso seguro a ChatGPT-5.1.
- Sistema de almacenamiento digital.
- Fichas de recolección de datos.

- Materiales de escritorio.
- Cámara o escáner, de ser necesario.

6.3. Tecnológicos

Para el desarrollo de la investigación se emplearon los siguientes recursos tecnológicos:

- **ChatGPT-5.1:** utilizado como herramienta de inteligencia artificial para la interpretación de las radiografías periapicales seleccionadas mediante protocolos y prompts estandarizados.
- **Microsoft Excel 2019:** empleado para el registro, organización y sistematización inicial de los datos obtenidos durante la evaluación radiográfica.
- **IBM SPSS Statistics versión 25:** utilizado para el procesamiento estadístico de la información y la aplicación de las pruebas de concordancia correspondientes.
- **Almacenamiento en la nube institucional:** empleado para la gestión, resguardo y organización segura de los archivos digitales relacionados con la investigación.

6.4. Institucionales

El estudio se desarrolló en la Clínica Diego Romero Odontólogo, institución donde se obtuvo el acceso a las radiografías periapicales digitales utilizadas como unidades de análisis para la investigación.

6.5. Económicos

La investigación fue autofinanciada por la investigadora, quien asumió los costos relacionados con los recursos tecnológicos, procesamiento de información, análisis estadístico y demás actividades necesarias para la ejecución del estudio.

CAPÍTULO III:
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Resultados

Tabla 3. Concordancia de la interpretación radiográfica de la caries dental entre Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	CARIES DENTAL				TOTAL	
	Ausencia		Presencia		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	37	75,51	12	24,49	49	100,00
Especialista 1	37	75,51	12	24,49	49	100,00
Especialista 2	35	71,43	14	28,57	49	100,00
Especialista 3	35	67,35	16	32,65	49	100,00

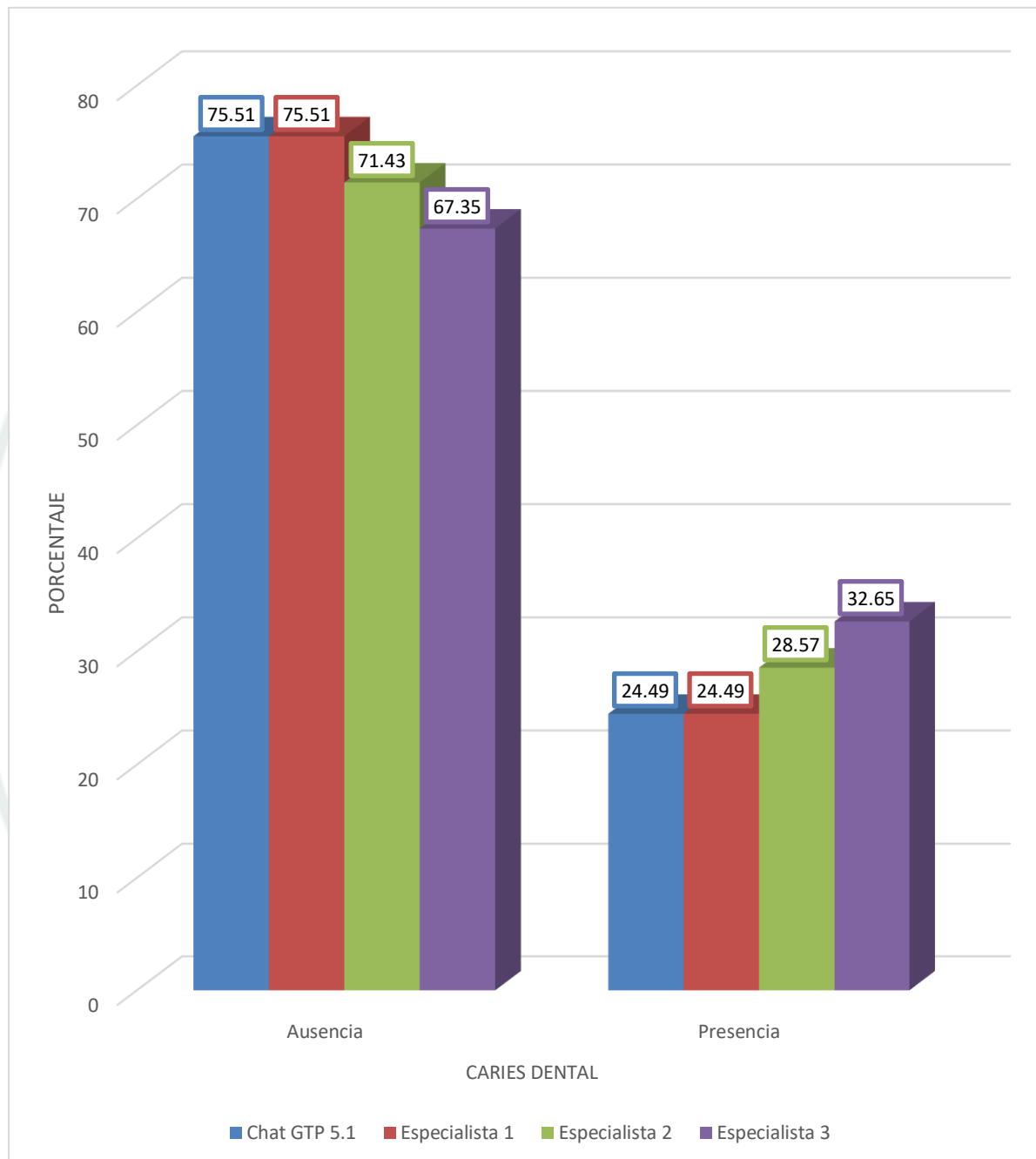
* Elaboración propia.

X^2 : 1.12 < VC: 7.82

K: 0.165

ChatGPT-5.1 y el especialista 1 presentaron valores porcentuales interpretativos iguales respecto al diagnóstico de caries, evidenciando una concordancia completa en sus evaluaciones. Por su parte, los especialistas 2 y 3 mostraron diferencias mínimas en sus interpretaciones; sin embargo, estas variaciones no alcanzaron significancia estadística, indicando que sus apreciaciones fueron semejantes entre sí. En consecuencia, las evaluaciones realizadas mostraron un nivel de acuerdo concordante de grado leve o ligero, según la interpretación del índice Kappa obtenido.

Figura 9. Concordancia de la interpretación radiográfica de la caries dental entre Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 4. Concordancia de la interpretación radiográfica de la restauración profunda sin compromiso pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	RESTAURACIÓN PROFUNDA				TOTAL	
	Ausencia		Presencia		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	28	57,14	21	42,86	49	100,00
Especialista 1	28	57,14	21	42,86	49	100,00
Especialista 2	35	71,43	14	28,57	49	100,00
Especialista 3	39	79,59	10	20,41	49	100,00

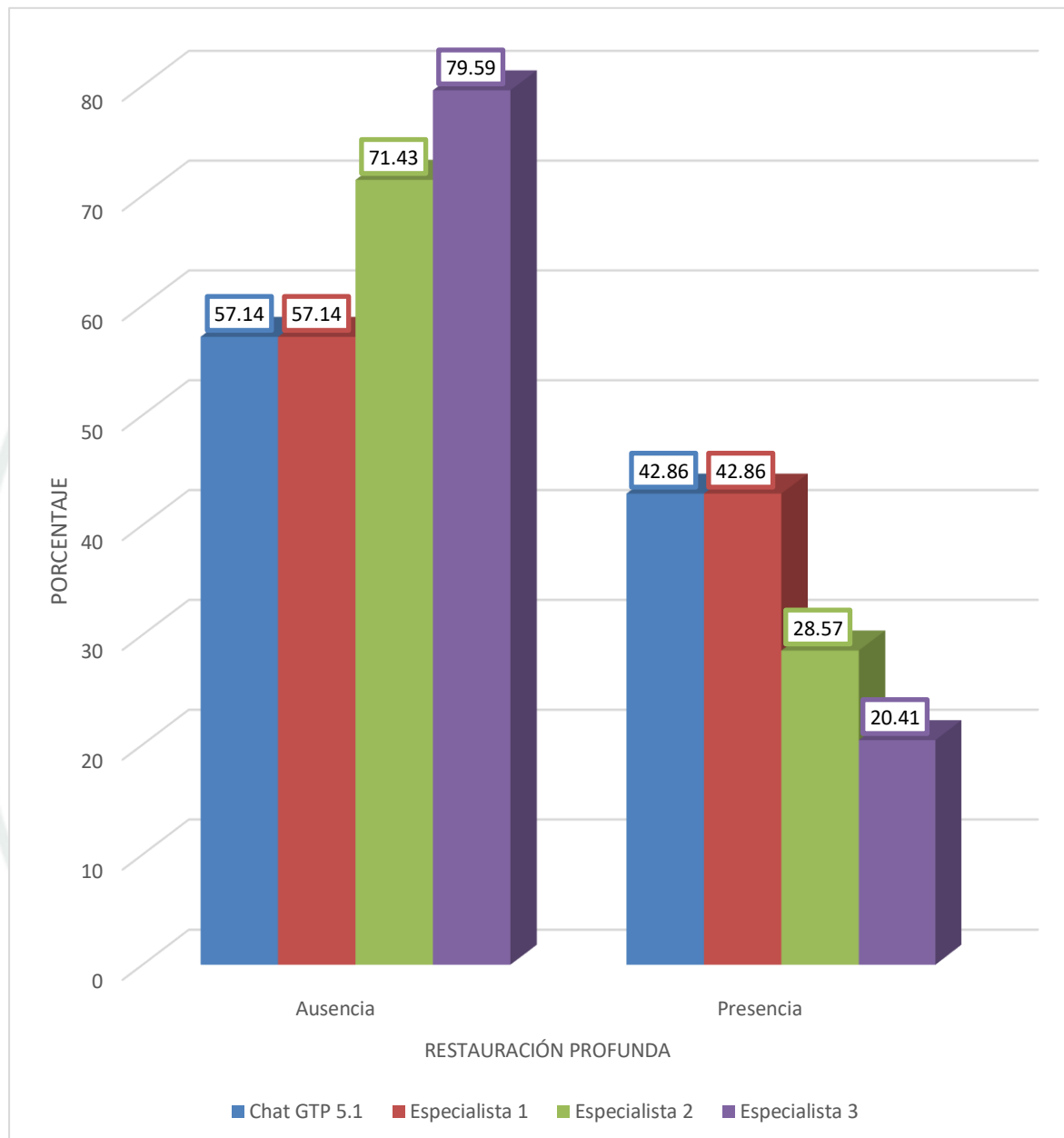
* Elaboración propia.

X^2 : 8.13 > VC: 7.82

K: 0.02

Aunque la interpretación radiográfica correspondiente a restauración profunda sin compromiso pulpar mostró una concordancia completa entre ChatGPT-5.1 y el especialista 1, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa al comparar dichas valoraciones con las realizadas por los especialistas 2 y 3. Este resultado indica ausencia de concordancia entre el primer grupo de evaluadores y los especialistas mencionados, debido a que, mientras ChatGPT-5.1 y el especialista 1 presentaron interpretaciones idénticas, las evaluaciones de los especialistas 2 y 3 fueron diferentes entre sí y respecto al primer grupo. Por lo tanto, las discrepancias observadas reflejan variabilidad interpretativa en esta categoría diagnóstica, evidenciada mediante el análisis estadístico de concordancia.

Figura 10. Concordancia de la interpretación radiográfica de la restauración profunda sin compromiso pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



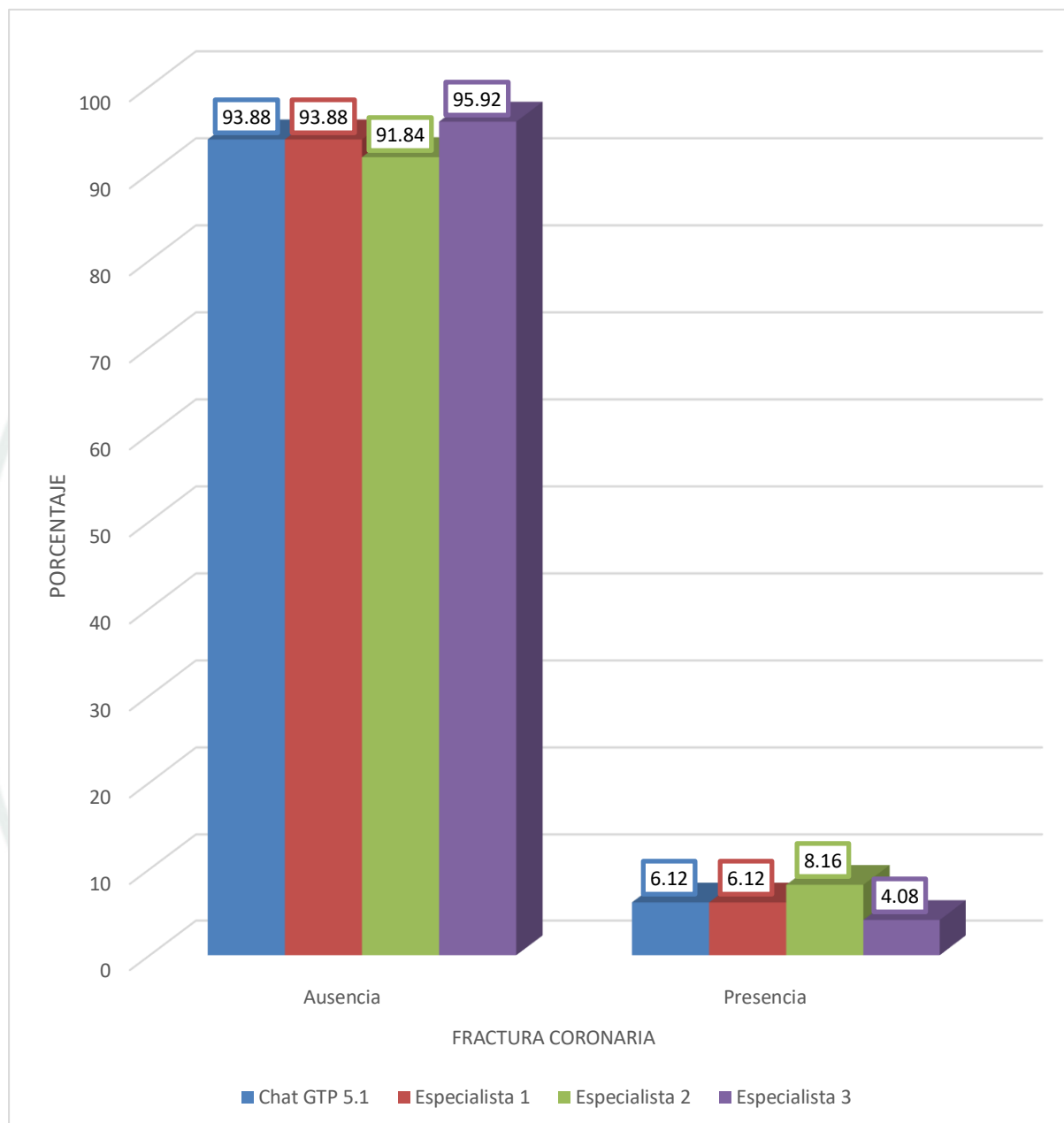
* Elaboración propia.

Tabla 5. Concordancia en la interpretación radiográfica de la fractura coronaria entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	FRACTURA CORONARIA				TOTAL	
	Ausencia		Presencia		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	46	93,88	3	6,12	49	100,00
Especialista 1	46	93,88	3	6,12	49	100,00
Especialista 2	45	91,84	4	8,16	49	100,00
Especialista 3	47	95,92	2	4,08	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 0.713 < VC: 7.82			K: 0.710			

La interpretación radiográfica correspondiente a la fractura coronaria presentó valores porcentuales idénticos entre ChatGPT-5.1 y la evaluación realizada por el especialista 1, evidenciando una coincidencia completa en sus apreciaciones. Asimismo, las interpretaciones efectuadas por los especialistas 2 y 3 mostraron únicamente diferencias mínimas, las cuales no alcanzaron significancia estadística. En este sentido, el análisis mediante la prueba de Chi cuadrado (X²) evidenció una similitud estadísticamente relevante entre la valoración realizada por la inteligencia artificial y los criterios clínicos de los especialistas respecto al diagnóstico de fractura coronaria. Por lo tanto, los resultados reflejan un nivel de concordancia considerable entre las interpretaciones evaluadas.

Figura 11. Concordancia en la interpretación radiográfica de la fractura coronaria entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 6. Concordancia en la interpretación radiográfica de la radiodensidad pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

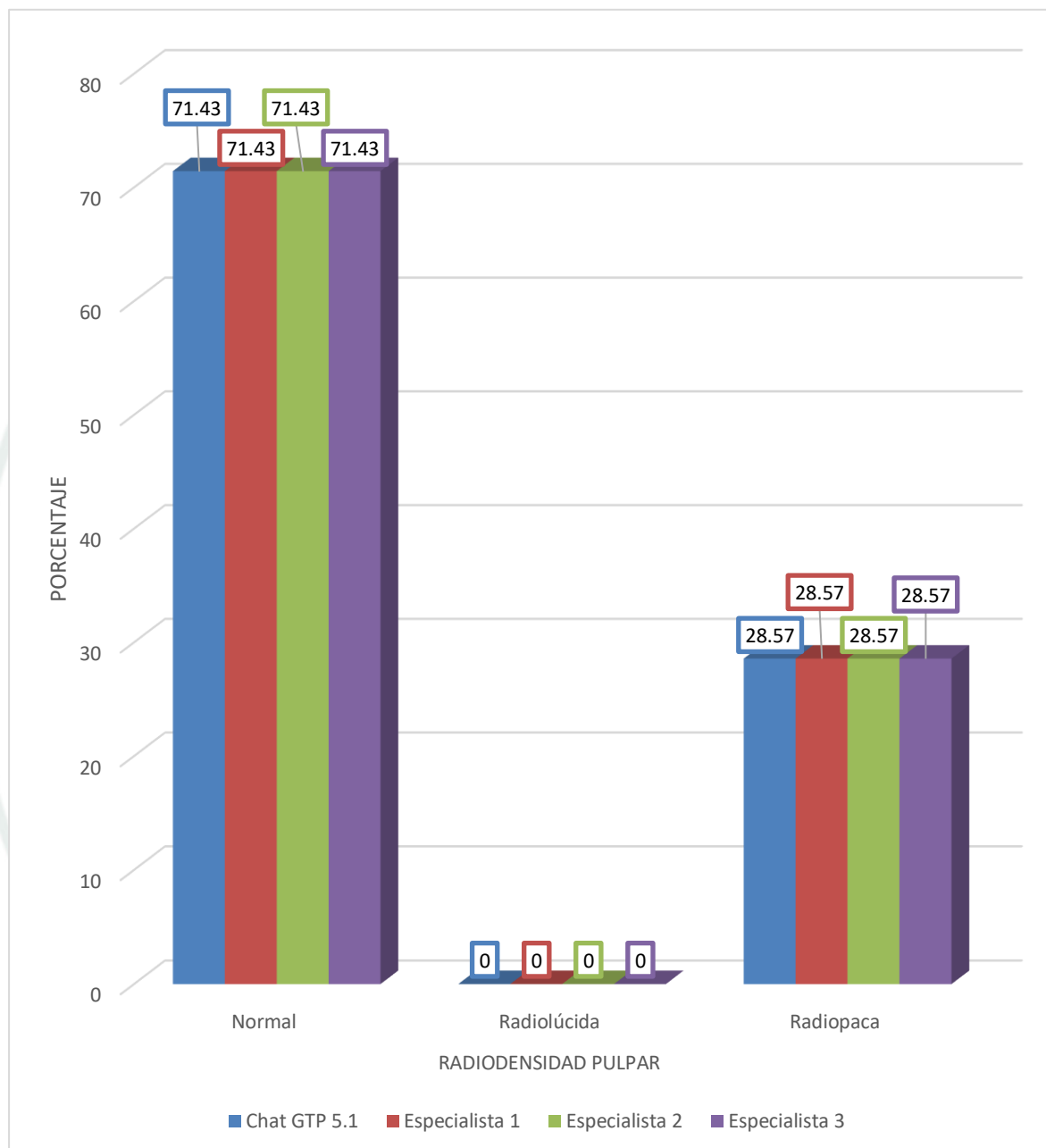
EVALUADORES	RADIODENSIDAD PULPAR						TOTAL	
	Normal		Radiolúcida		Radiopaca			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	35	71,43	0	0,00	14	28,57	49	100,00
Especialista 1	35	71,43	0	0,00	14	28,57	49	100,00
Especialista 2	35	71,43	0	0,00	14	28,57	49	100,00
Especialista 3	35	71,43	0	0,00	14	28,57	49	100,00

* Elaboración propia.

$$X^2: 0.000 < VC: 9.49$$

La interpretación radiográfica del estado pulpar mostró una coincidencia absoluta entre la evaluación realizada por ChatGPT-5.1 y el criterio clínico de los especialistas, evidenciada por la igualdad de los registros porcentuales obtenidos en los cuatro sistemas de valoración diagnóstica. El análisis estadístico mediante la prueba de contraste de hipótesis determinó la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre las evaluaciones, confirmando la similitud de los criterios interpretativos. Debido a que los valores obtenidos fueron idénticos para cada grupo evaluador, el cálculo del índice Kappa no resultó necesario, al no existir variabilidad entre las mediciones que requiriera estimar el grado de concordancia.

Figura 12. Concordancia en la interpretación radiográfica de la radiodensidad pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



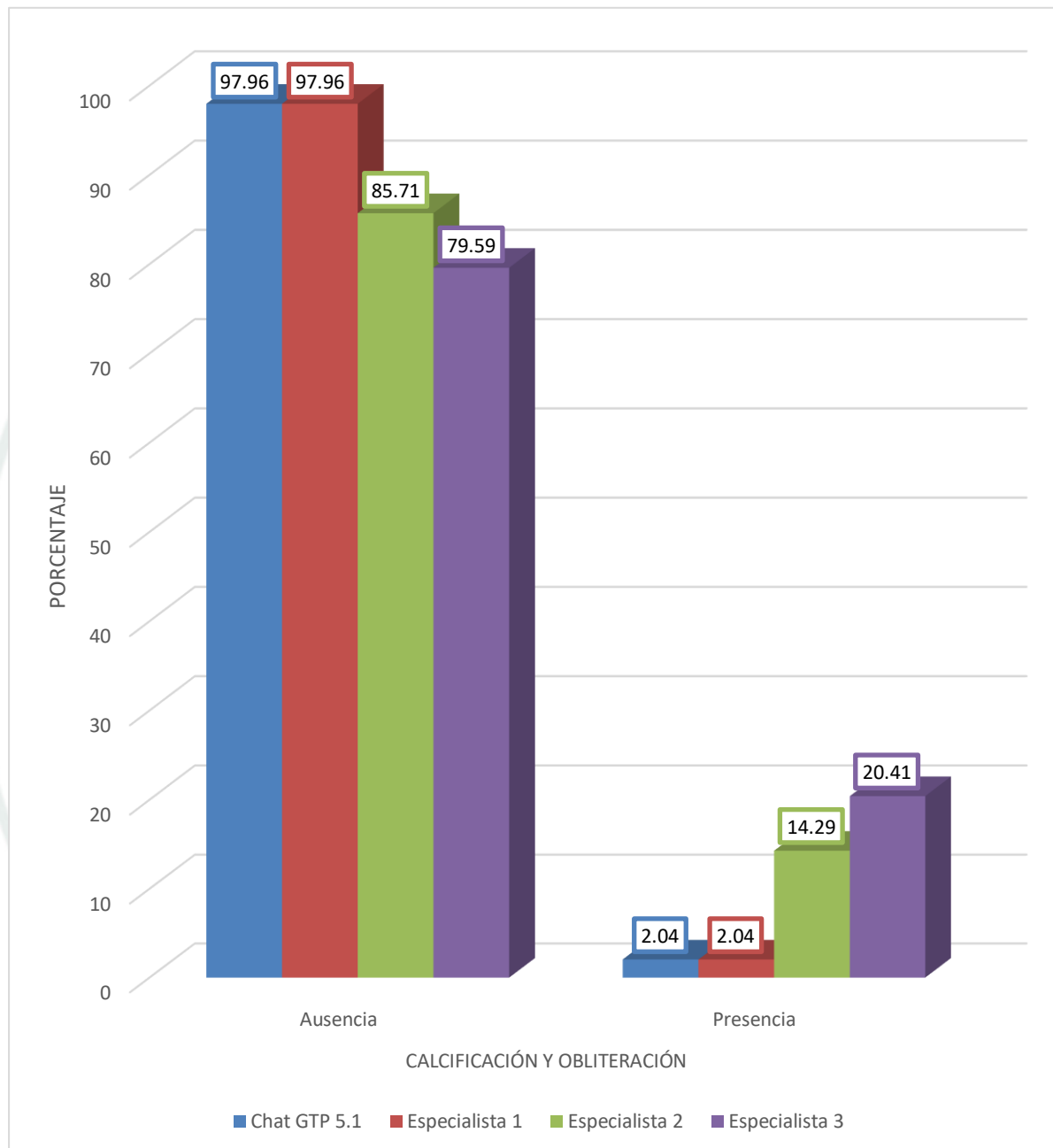
* Elaboración propia.

Tabla 7. Concordancia en la interpretación radiográfica de la calcificación u obliteración de conductos entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	CALCIFICACIÓN Y OBLITERACIÓN				TOTAL	
	Ausencia		Presencia		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 2	42	85,71	7	14,29	49	100,00
Especialista 3	39	79,59	10	20,41	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 14.14 > VC: 7.82			K: 0.01			

La interpretación radiográfica correspondiente a la calcificación u obliteración de conductos presentó coincidencia completa entre la valoración realizada por ChatGPT-5.1 y el criterio del especialista 1. No obstante, el análisis mediante la prueba de Chi cuadrado (X²) evidenció diferencias estadísticamente significativas al comparar estas interpretaciones con las evaluaciones efectuadas por los especialistas 2 y 3. En consecuencia, el índice de Kappa no demostró un nivel de concordancia significativo, lo que indica variabilidad entre los criterios interpretativos de los evaluadores para esta condición radiográfica.

Figura 13. Concordancia en la interpretación radiográfica de la calcificación u obliteración de conductos entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



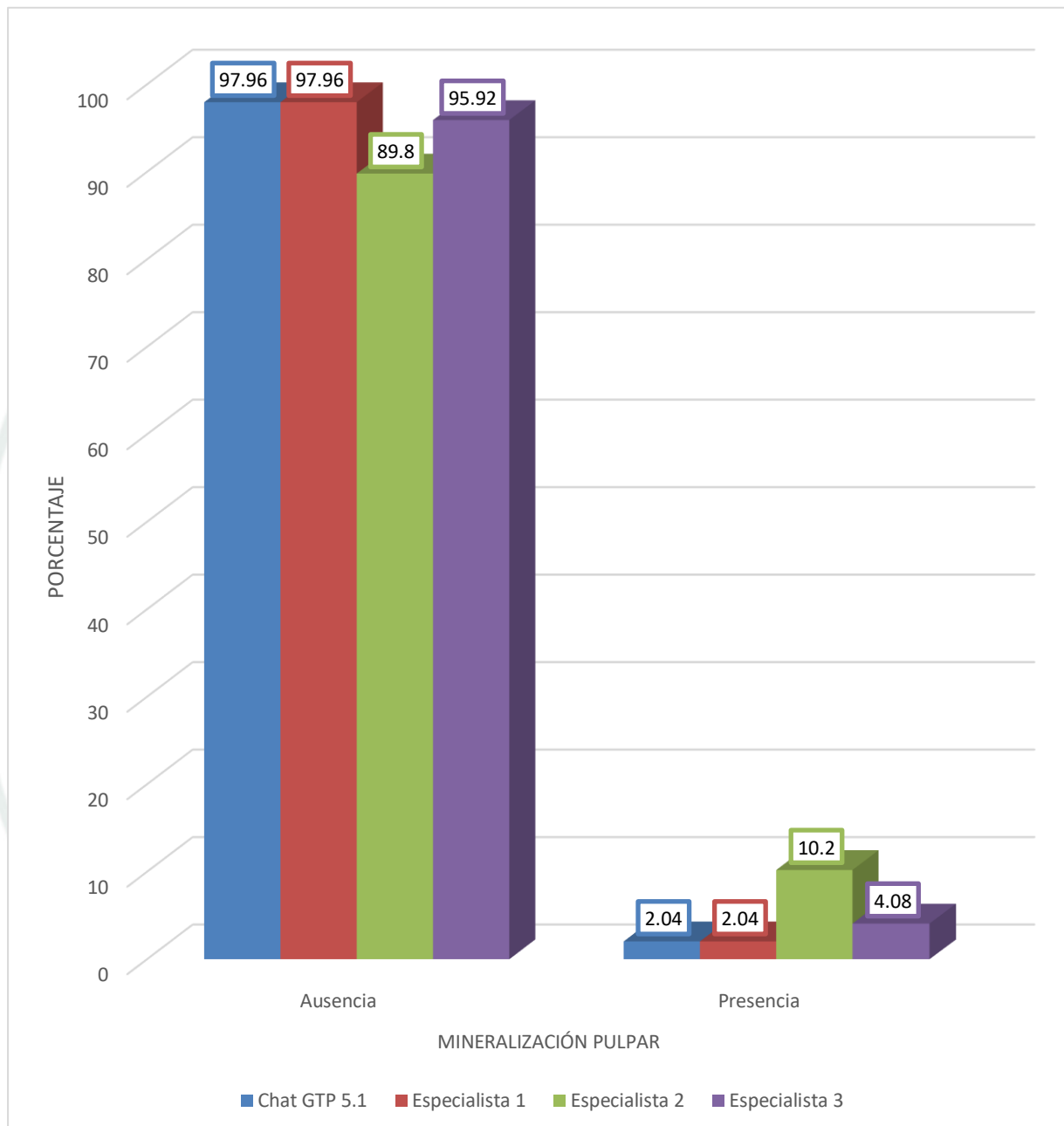
* Elaboración propia.

Tabla 8. Concordancia en la interpretación radiográfica de la mineralización pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	MINERALIZACIÓN PULPAR				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 2	44	89,80	5	10,20	49	100,00
Especialista 3	47	95,92	2	4,08	49	100,00
* Elaboración propia.						
		X²: 4.99 < VC: 7.82		K: 0.51		

La interpretación radiográfica de la mineralización pulpar presentó resultados idénticos entre la evaluación realizada por ChatGPT-5.1 y la valoración del especialista 1. Asimismo, la prueba de Chi cuadrado (X^2) evidenció la ausencia de diferencias estadísticamente significativas al comparar estas interpretaciones con las correspondientes a los especialistas 2 y 3, demostrando similitud entre los criterios evaluados. En concordancia con estos hallazgos, el índice de Kappa indicó un nivel de acuerdo moderado entre la interpretación de la inteligencia artificial y el juicio clínico de los especialistas, debido a la coincidencia observada entre las diferentes valoraciones diagnósticas.

Figura 14. Concordancia en la interpretación radiográfica de la mineralización pulpar entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



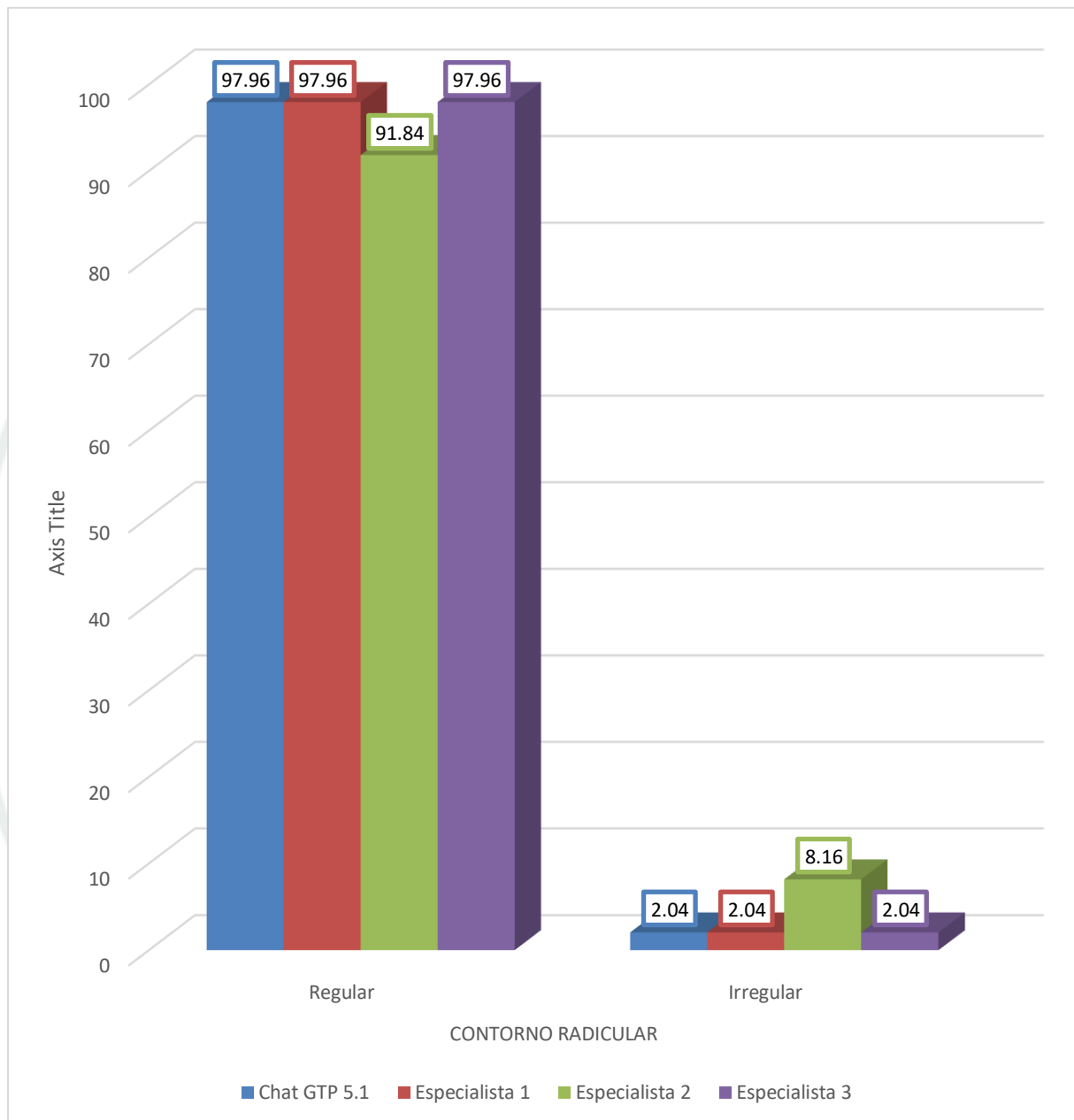
* Elaboración propia.

Tabla 9. Concordancia en la interpretación radiográfica del contorno radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	CONTORNO RADICULAR				TOTAL	
	Regular		Irregular			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 2	45	91,84	4	8,16	49	100,00
Especialista 3	48	97,96	1	2,04	49	100,00
* Elaboración propia.						
	X ² : 1.73 < VC: 7.82		K: 0.47			

La interpretación radiográfica del contorno radicular realizada por ChatGPT-5.1 y los especialistas 1 y 3 presentó resultados idénticos, evidenciando una coincidencia completa entre sus valoraciones. De acuerdo con la prueba de Chi cuadrado (X²), estos criterios interpretativos fueron estadísticamente similares a los emitidos por el especialista 2, sin encontrarse diferencias significativas entre los evaluadores. En consecuencia, los resultados demostraron homogeneidad en las apreciaciones diagnósticas, lo que se reflejó en el índice de Kappa, el cual indicó un nivel de concordancia moderada entre la interpretación de la inteligencia artificial y los criterios clínicos de los especialistas.

Figura 15. Concordancia en la interpretación radiográfica del contorno radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 10. Concordancia en la interpretación radiográfica de la continuidad del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

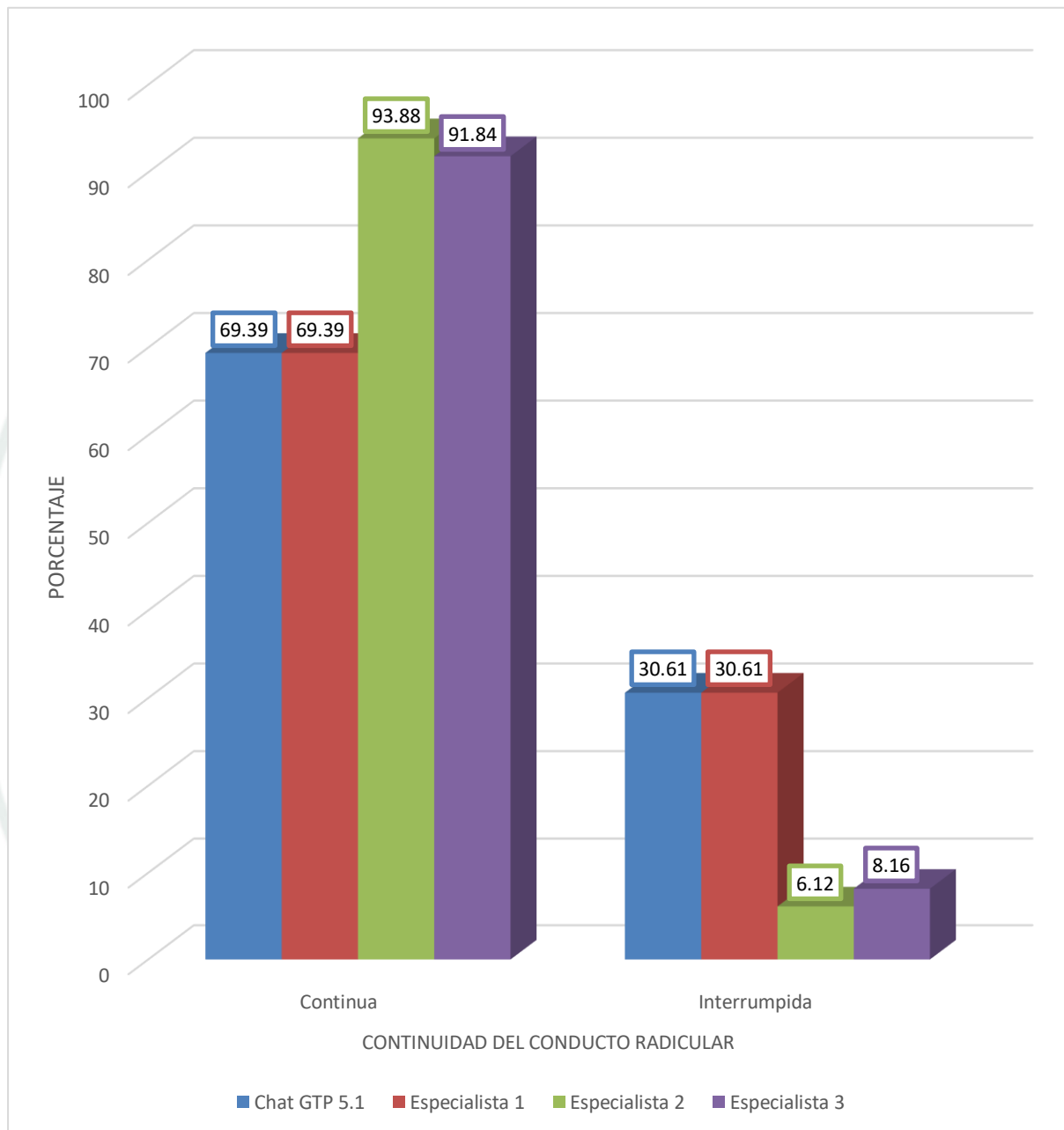
EVALUADORES	CONTINUIDAD DEL CONDUCTO RADICULAR				TOTAL	
	Continua		Interrumpida			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	34	69,39	15	30,61	49	100,00
Especialista 1	34	69,39	15	30,61	49	100,00
Especialista 2	46	93,88	3	6,12	49	100,00
Especialista 3	45	91,84	4	8,16	49	100,00

* Elaboración propia.

X^2 : 17.67 > VC: 7.82 K: 0.00

La valoración radiográfica de la continuidad del conducto radicular mostró una coincidencia absoluta entre ChatGPT-5.1 y el especialista 1, quienes presentaron interpretaciones matemáticamente idénticas. Por otro lado, los especialistas 2 y 3 evidenciaron criterios interpretativos similares entre sí. Sin embargo, al comparar ambos grupos de evaluadores mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2), se identificó una diferencia estadísticamente significativa, debido a que el valor calculado del estadístico superó el valor crítico establecido. En consecuencia, los resultados sugieren la existencia de discrepancia entre las interpretaciones realizadas por ChatGPT-5.1 y el especialista 1 respecto a las valoraciones emitidas por los especialistas 2 y 3, evidenciando ausencia de concordancia diagnóstica para esta característica radiográfica.

Figura 16. Concordancia en la interpretación radiográfica de la continuidad del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 11. Concordancia en la interpretación radiográfica de la obliteración del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

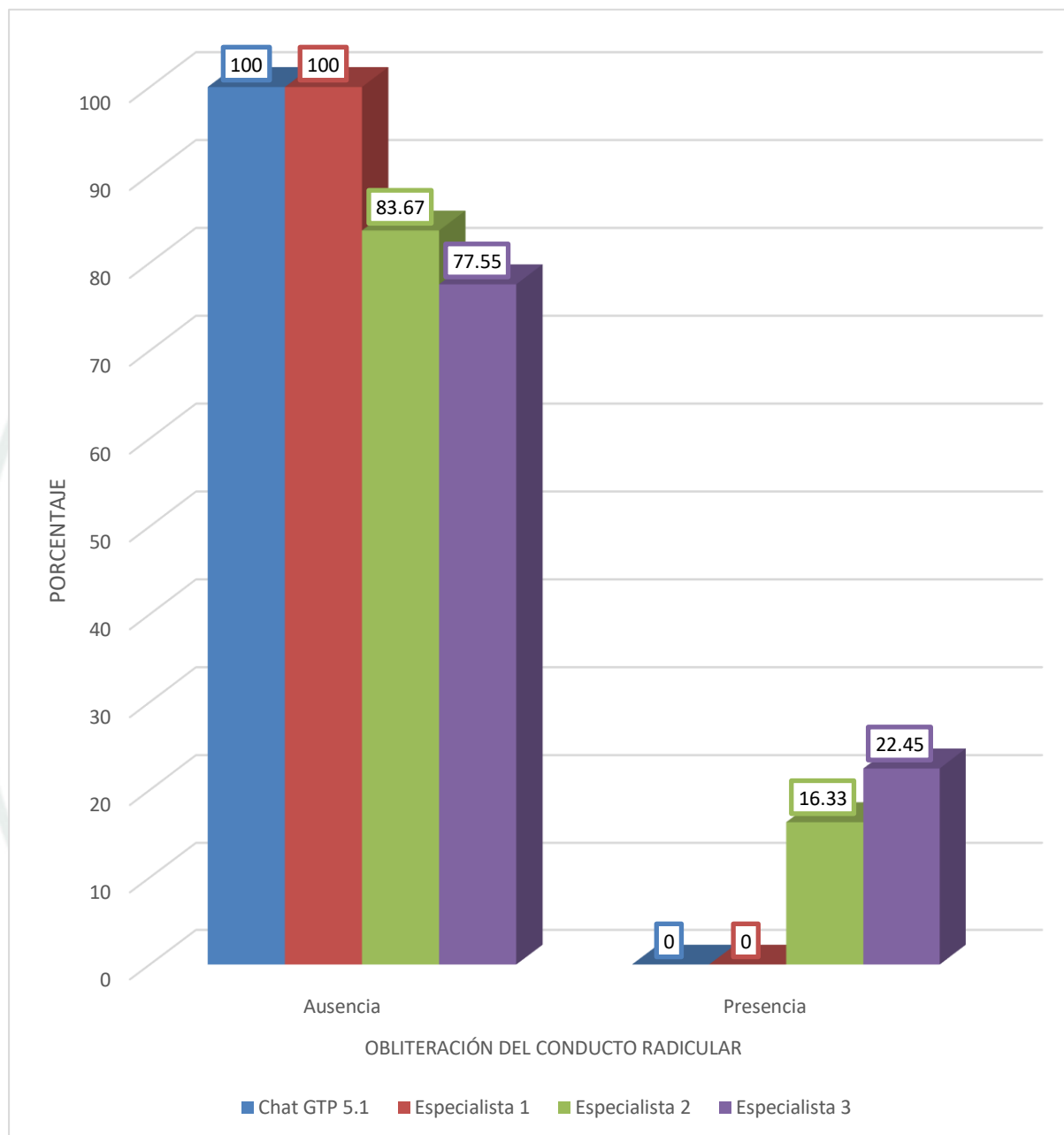
EVALUADORES	OBLITERACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	49	100,00	0	0,00	49	100,00
Especialista 1	49	100,00	0	0,00	49	100,00
Especialista 2	41	83,67	8	16,33	49	100,00
Especialista 3	38	77,55	11	22,45	49	100,00

* Elaboración propia.

X^2 : 17.41 > VC: 7.82 K: 0.01

La interpretación radiográfica de la obliteración del conducto radicular presentó diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro grupos de evaluadores, según los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2). Si bien ChatGPT-5.1 y el especialista 1 mostraron una coincidencia completa en sus valoraciones, los especialistas 2 y 3 presentaron únicamente una diferencia matemática mínima entre sus diagnósticos. No obstante, al comparar las interpretaciones de los dos primeros evaluadores con las realizadas por los especialistas 2 y 3, se evidenció una discrepancia estadísticamente significativa. En concordancia con estos hallazgos, el índice de Kappa indicó ausencia de concordancia entre las evaluaciones, reflejando variabilidad en los criterios interpretativos para esta condición radiográfica.

Figura 17. Concordancia en la interpretación radiográfica de la obliteración del conducto radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 12. Concordancia en la interpretación radiográfica de la reabsorción radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	REABSORCIÓN RADICULAR				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 2	45	91,84	4	8,16	49	100,00
Especialista 3	44	89,80	5	10,20	49	100,00

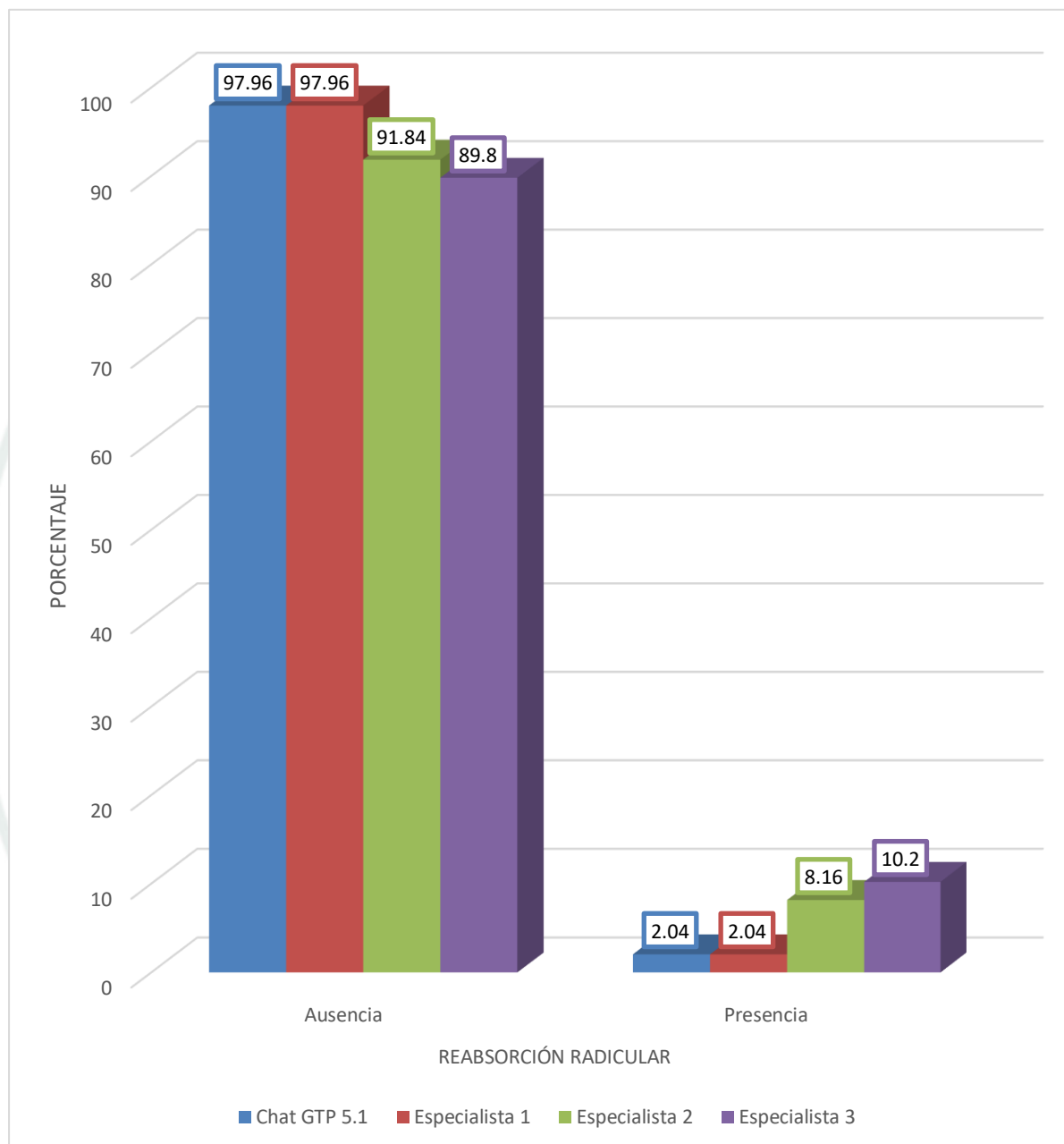
* Elaboración propia.

X^2 : 4.91 < VC: 7.82

K: 0.51

No se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de la reabsorción radicular entre los cuatro evaluadores, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2). Se observó que ChatGPT-5.1 y el especialista 1 presentaron diagnósticos idénticos, mientras que los especialistas 2 y 3 mostraron interpretaciones similares entre sí. Esta homogeneidad en los criterios diagnósticos permitió que el índice de Kappa estableciera un nivel de concordancia moderada o media entre los evaluadores, evidenciando similitud en la valoración radiográfica de esta alteración.

Figura 18. Concordancia en la interpretación radiográfica de la reabsorción radicular entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



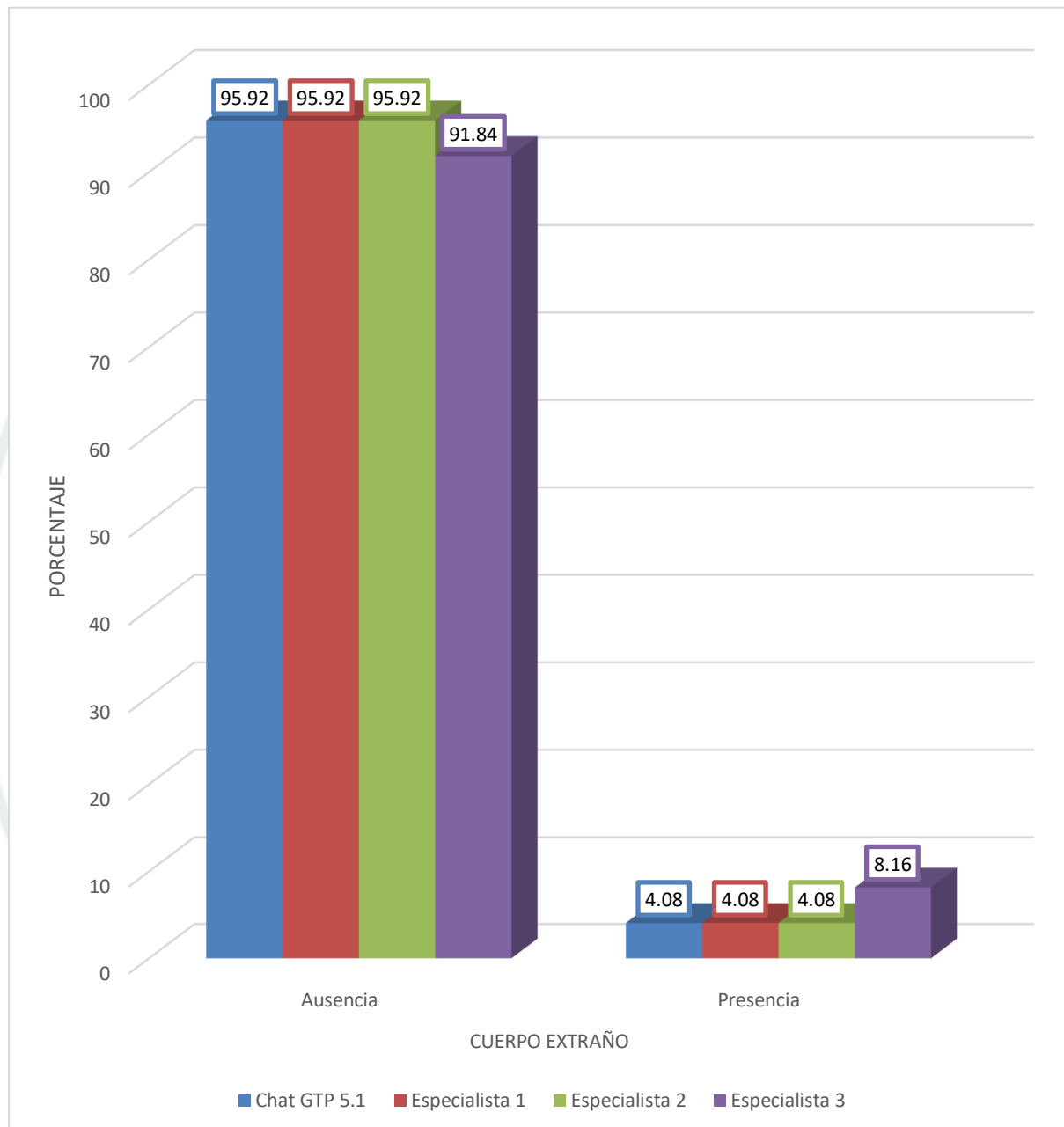
* Elaboración propia.

Tabla 13. Concordancia en la interpretación radiográfica de un cuerpo extraño entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	CUERPO EXTRAÑO				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	47	95,92	2	4,08	49	100,00
Especialista 1	47	95,92	2	4,08	49	100,00
Especialista 2	47	95,92	2	4,08	49	100,00
Especialista 3	45	91,84	4	8,16	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 1.28 < VC: 7.82			K: 0.810			

No se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de cuerpo extraño entre los cuatro evaluadores, según los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X²). ChatGPT-5.1 y los especialistas 1 y 2 presentaron coincidencia absoluta en sus diagnósticos, mientras que el especialista 3 mostró una valoración similar respecto a las interpretaciones de los demás evaluadores. En función de estas similitudes, el índice de Kappa determinó un nivel de concordancia casi perfecta entre la interpretación realizada por la inteligencia artificial y el criterio clínico de los especialistas para este indicador radiográfico.

Figura 19. Concordancia en la interpretación radiográfica de un cuerpo extraño entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 14. Concordancia en la interpretación radiográfica del espacio del ligamento periodontal entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	ESPACIO DEL LIGAMENTO PERIODONTAL				TOTAL	
	Normal		Ensanchado		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	26	53,06	23	46,94	49	100,00
Especialista 1	26	53,06	23	46,94	49	100,00
Especialista 2	15	30,61	34	69,39	49	100,00
Especialista 3	41	83,67	8	16,33	49	100,00

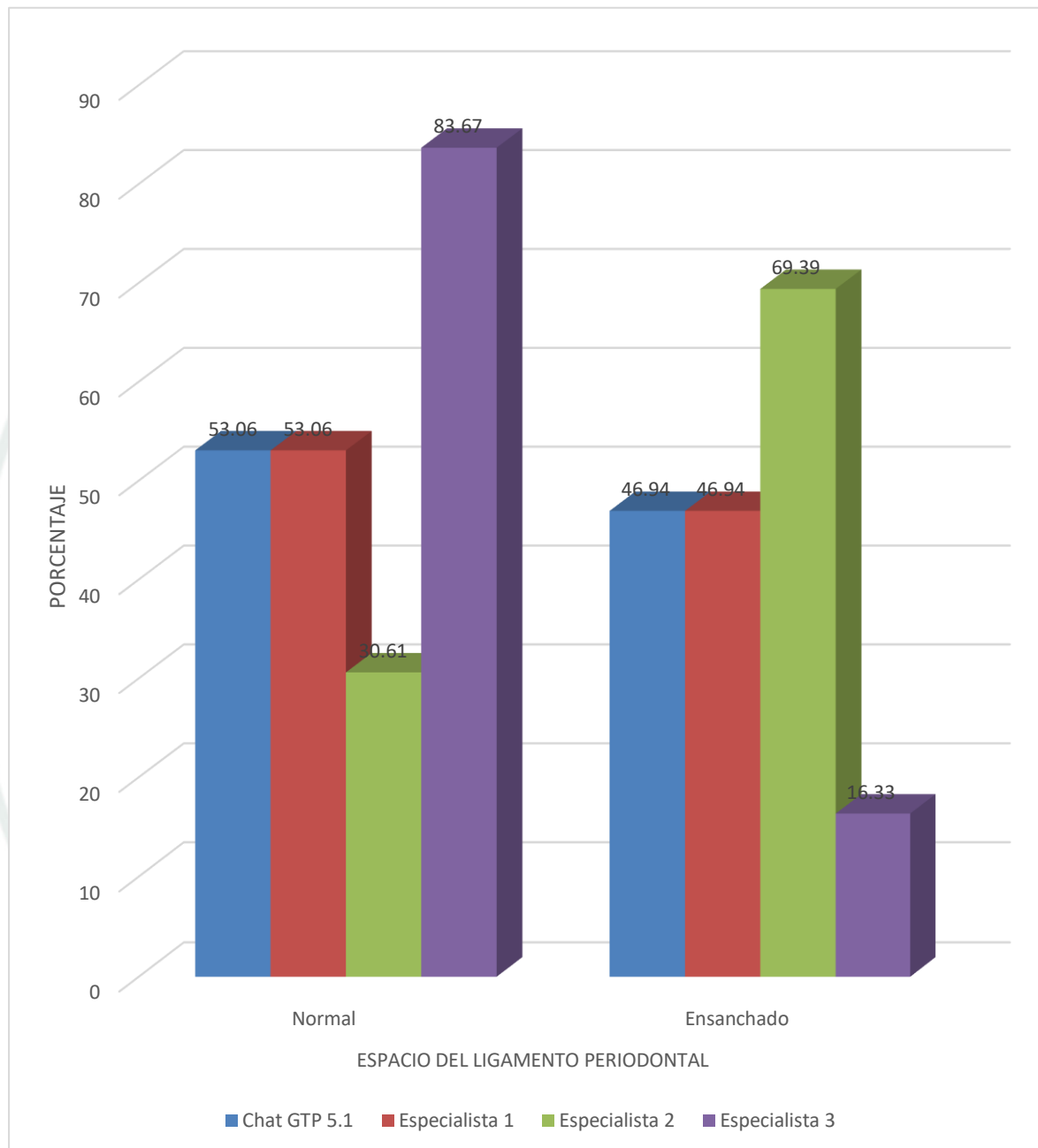
* Elaboración propia.

X^2 : 28.1 > VC: 7.82

K: 0.00

Se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica del espacio del ligamento periodontal entre los cuatro evaluadores, según los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2). No obstante, se observó una coincidencia completa entre la valoración realizada por ChatGPT-5.1 y el especialista 1. En contraste, las interpretaciones de los especialistas 2 y 3 no solo presentaron discrepancias entre sí, sino también respecto a los criterios emitidos por los dos primeros evaluadores. En consecuencia, el índice de Kappa reflejó ausencia de concordancia diagnóstica, evidenciando discrepancias interpretativas entre la inteligencia artificial y los especialistas en la evaluación de este indicador radiográfico.

Figura 20. Concordancia en la interpretación radiográfica del espacio del ligamento periodontal entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



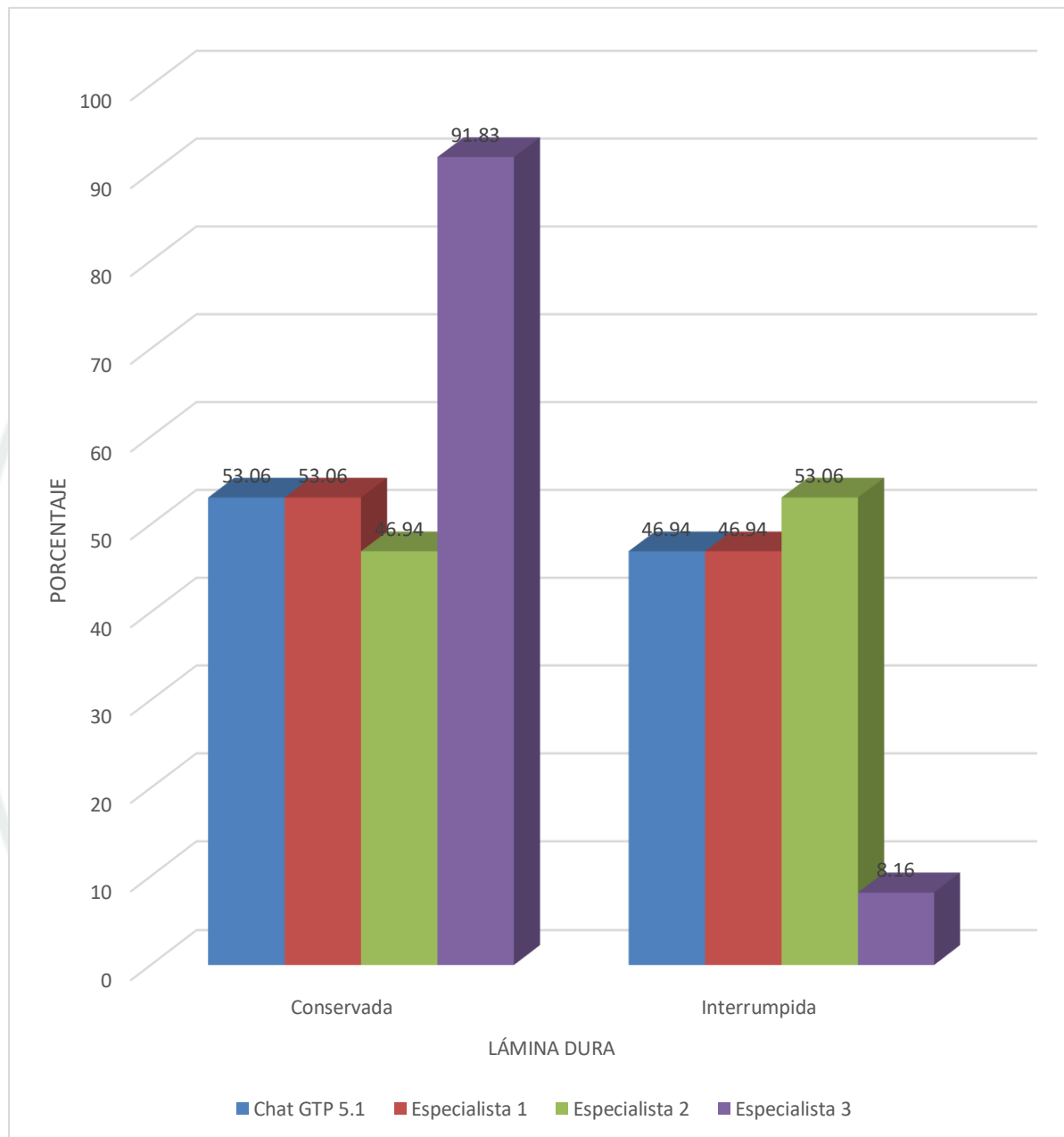
* Elaboración propia.

Tabla 15. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lámina dura entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	LÁMINA DURA				TOTAL	
	Conservada		Interrumpida		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	26	53,06	23	46,94	49	100,00
Especialista 1	26	53,06	23	46,94	49	100,00
Especialista 2	23	46,94	26	53,06	49	100,00
Especialista 3	45	91,83	4	8,16	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 26.49 > VC: 7.82			K: 0.03			

Se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de la lámina dura entre los cuatro evaluadores, según los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X²). No obstante, las valoraciones realizadas por ChatGPT-5.1 y el especialista 1 presentaron una coincidencia porcentual absoluta. En contraste, los diagnósticos emitidos por los especialistas 2 y 3 mostraron diferencias entre sí y, además, discrepancias respecto a las interpretaciones de los dos primeros evaluadores. En concordancia con estos hallazgos, el índice de Kappa evidenció ausencia de concordancia entre las evaluaciones, reflejando variabilidad en los criterios interpretativos de este hallazgo radiográfico.

Figura 21. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lámina dura entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



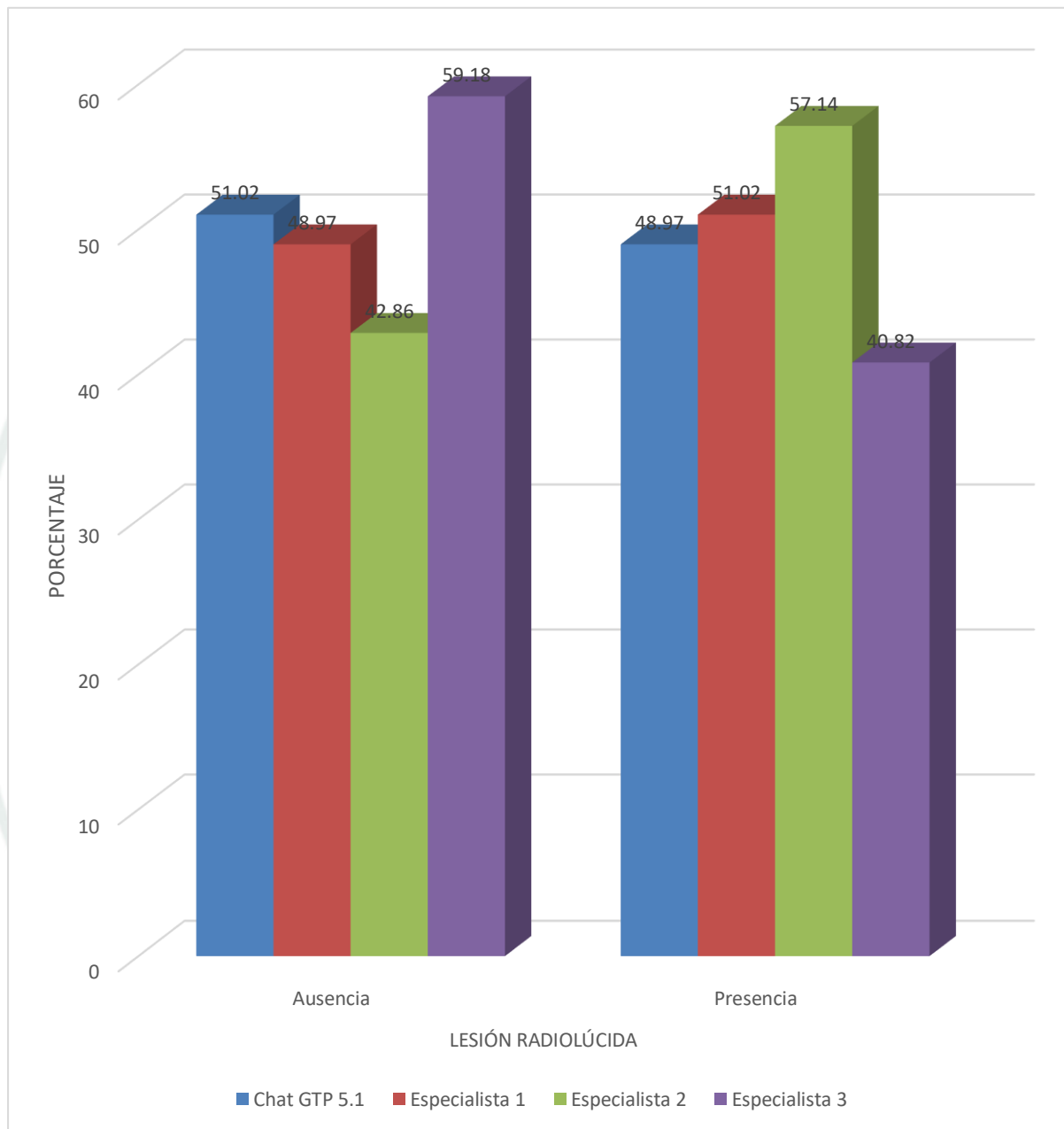
* Elaboración propia.

Tabla 16. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiolúcida periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	LESIÓN RADIOLÚCIDA				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	25	51,02	24	48,97	49	100,00
Especialista 1	24	48,97	25	51,02	49	100,00
Especialista 2	21	42,86	28	57,14	49	100,00
Especialista 3	29	59,18	20	40,82	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 2.67 < VC: 7.82			K: 0.368			

No se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de la lesión radiolúcida entre los cuatro evaluadores, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X²). Esto indica que las valoraciones diagnósticas fueron similares entre sí, debido a que el valor calculado del estadístico fue menor que el valor crítico establecido. En concordancia con estos resultados, el índice de Kappa evidenció un nivel de acuerdo aceptable entre las interpretaciones realizadas por ChatGPT-5.1 y los especialistas, demostrando una adecuada concordancia diagnóstica para este hallazgo radiográfico.

Figura 22. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiolúcida periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



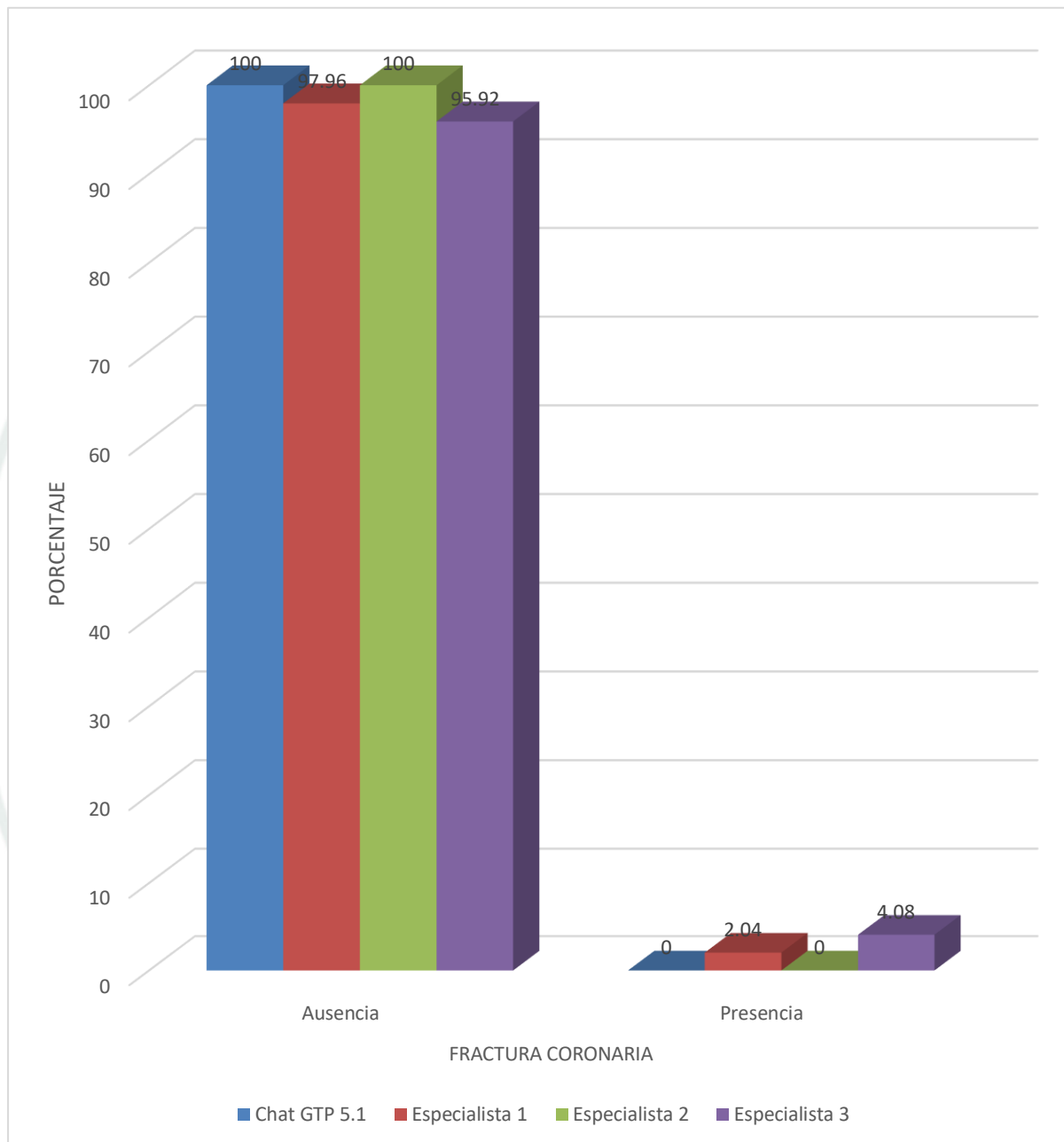
* Elaboración propia.

Tabla 17. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiopaca periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	LESIÓN RADIOPACA				TOTAL	
	Ausencia		Presencia			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Chat GTP 5.1	49	100,00	0	0,00	49	100,00
Especialista 1	48	97,96	1	2,04	49	100,00
Especialista 2	49	100,00	0	0,00	49	100,00
Especialista 3	47	95,92	2	4,08	49	100,00
* Elaboración propia.						
X²: 3.72 < VC: 7.82			K: 0.41			

No se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de la lesión radiopaca entre los cuatro evaluadores, según los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X²). En consecuencia, las valoraciones realizadas por ChatGPT-5.1 y los especialistas presentaron similitud en sus criterios diagnósticos, reflejando un nivel de concordancia moderado o medio entre la inteligencia artificial y el juicio clínico de los evaluadores.

Figura 23. Concordancia en la interpretación radiográfica de la lesión radiopaca periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



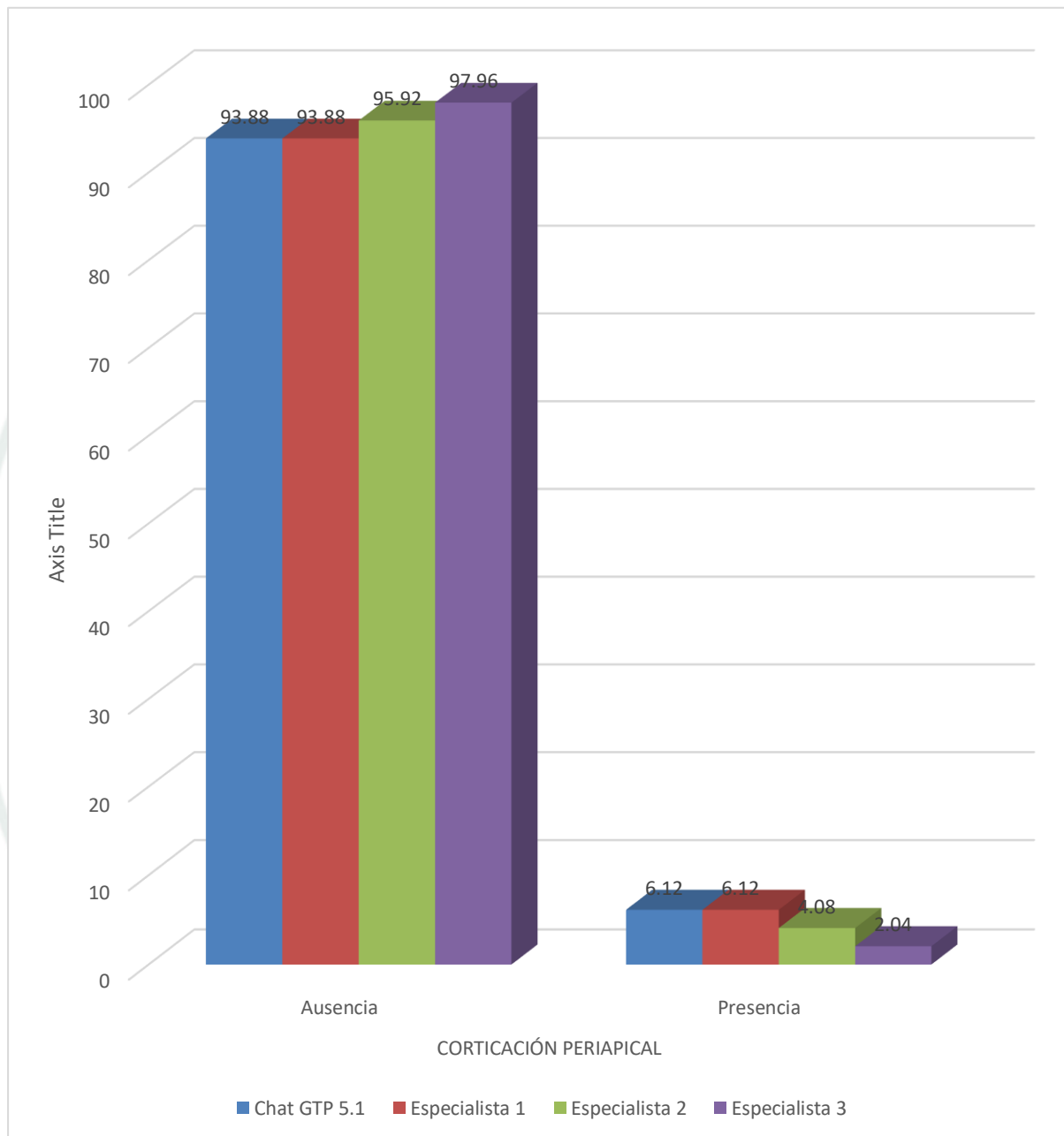
* Elaboración propia.

Tabla 18. Concordancia en la interpretación radiográfica de la corticación periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia

EVALUADORES	CORTICACIÓN PERIAPICAL				TOTAL	
	Ausencia		Presencia		Nº	%
	Nº	%	Nº	%		
Chat GTP 5.1	46	93,88	3	6,12	49	100,00
Especialista 1	46	93,88	3	6,12	49	100,00
Especialista 2	47	95,92	2	4,08	49	100,00
Especialista 3	48	97,96	1	2,04	49	100,00
* Elaboración propia.						
X ² : 0.60 < VC: 7.82			K: 0.238			

No se evidenció diferencia estadísticamente significativa en la interpretación radiográfica de la corticación periapical entre los cuatro evaluadores, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X²). En consecuencia, las valoraciones realizadas por ChatGPT-5.1 y los especialistas mostraron criterios diagnósticos similares, lo que se reflejó en el índice de Kappa, el cual determinó un nivel de concordancia aceptable entre las evaluaciones efectuadas.

Figura 24. Concordancia en la interpretación radiográfica de la corticación periapical entre el Chat GTP 5.1 y especialistas en endodoncia



* Elaboración propia.

Tabla 19. Significancia y concordancia de los indicadores interpretados radiográficamente

INDICADORES	SIGNIFICACIÓN	CONCORDANCIA	KAPPA
Caries dental	=	Si	0.165
Restauración profunda	≠	No	0.02
Fractura coronaria	=	Si	0.710
Radiodensidad pulpar	=	Si	-
Calcificación y obliteración	≠	No	0.01
Mineralización pulpar	=	Si	0.51
Contorno radicular	=	Si	0.47
Continuidad de conducto radicular	≠	No	0.00
Obliteración del conducto radicular	≠	No	0.01
Reabsorción radicular	=	Si	0.51
Cuerpo extraño	=	Si	0.81
Espacio del ligamento periodontal	≠	No	0.00
Lámina dura	≠	No	0.03
Lesión radiolúcida periapical	=	Si	0.368
Lesión radiopaca periapical	=	Si	0.41
Corticación periapical	=	Si	0.238

* Elaboración propia.

Los indicadores radiográficos en los cuales ChatGPT-5.1 y los especialistas evidenciaron similitud estadística y, por consiguiente, niveles de concordancia diagnóstica fueron: caries dental, fractura coronaria, radiodensidad pulpar, mineralización pulpar, reabsorción radicular, cuerpo extraño, lesión radiolúcida, lesión radiopaca y corticación periapical.

En contraste, los indicadores que presentaron diferencias estadísticamente significativas entre la interpretación realizada por la inteligencia artificial y el criterio clínico de los especialistas, reflejando ausencia de concordancia diagnóstica, fueron: restauración profunda, calcificación u obliteración, continuidad del conducto radicular, obliteración del conducto radicular, espacio del ligamento periodontal y lámina dura. Estos resultados evidencian que la concordancia entre ChatGPT-5.1 y los especialistas varió según la complejidad y naturaleza del hallazgo radiográfico evaluado.

2. Discusión

Los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2) evidenciaron una similitud estadísticamente significativa entre la interpretación radiográfica periapical realizada por ChatGPT-5.1 y la efectuada por los especialistas en endodoncia en relación con los siguientes indicadores: caries dental, fractura coronaria, radiodensidad pulpar, calcificación y obliteración, contorno radicular, reabsorción radicular, cuerpo extraño, lesión radiolúcida, lesión radiopaca y corticación periapical. Asimismo, la aplicación del índice de Kappa permitió determinar la existencia de concordancia entre ambas modalidades de interpretación diagnóstica, considerando los valores obtenidos en la estimación del nivel de acuerdo.

Estos hallazgos coinciden con investigaciones orientadas a evaluar el empleo de inteligencia artificial en el análisis de radiografías retroalveolares, donde se ha demostrado una elevada capacidad de estos sistemas para identificar estructuras periapicales y reconocer alteraciones asociadas a las piezas dentarias (21). En concordancia con dichos resultados, el presente estudio evidenció que ChatGPT-5.1 presentó un desempeño favorable como herramienta complementaria al criterio de los especialistas en endodoncia, mostrando capacidad para interpretar cambios relacionados con estructuras coronarias, cámaras pulpares, conductos radiculares, raíces y tejidos periapicales.

De manera similar, una investigación que analizó la capacidad diagnóstica de sistemas de inteligencia artificial y radiografías periapicales para la detección de caries interproximales encontró que la interpretación realizada por profesionales presentó mayor sensibilidad diagnóstica, mientras que la inteligencia artificial alcanzó mejores niveles de especificidad. Aunque el sistema de IA no logró superar al juicio clínico humano en términos de precisión global, los autores resaltaron su utilidad como herramienta de apoyo en los procesos diagnósticos radiográficos (36). Estos resultados guardan relación con los obtenidos en la presente investigación, donde ChatGPT-5.1 mostró una concordancia favorable con la interpretación establecida por los especialistas, evidenciando su potencial como recurso complementario en la evaluación radiográfica odontológica.

Asimismo, un estudio que comparó el desempeño de un sistema basado en Transformadores Generativos Preentrenados con la evaluación profesional para la detección de caries interproximales determinó que los especialistas presentaron mayor sensibilidad diagnóstica,

mientras que la inteligencia artificial mostró una capacidad superior en aspectos relacionados con la especificidad diagnóstica. Los autores concluyeron que, aunque la IA no reemplazó la evaluación humana, representó un recurso sinérgico capaz de complementar el diagnóstico radiográfico (4). Estos resultados presentan similitud con los encontrados en este estudio, donde ChatGPT-5.1 alcanzó niveles adecuados de concordancia con los especialistas en endodoncia para diversos indicadores radiográficos evaluados.

Finalmente, una investigación orientada a validar un dispositivo médico activo basado en inteligencia artificial para la interpretación de imágenes radiográficas periapicales concluyó que esta tecnología puede contribuir al incremento de la precisión diagnóstica y a la reducción de la variabilidad asociada al criterio humano, la cual puede estar influenciada por factores como la experiencia clínica y la formación del profesional (37). Este antecedente presenta coincidencias con los resultados del presente estudio, debido a que ChatGPT-5.1 demostró capacidad para generar interpretaciones concordantes con los especialistas en determinados hallazgos radiográficos, respaldando su posible aplicación como herramienta de apoyo en el diagnóstico odontológico.

CONCLUSIONES

PRIMERA

Respecto a la interpretación radiográfica de las estructuras coronarias, se evidenció concordancia entre ChatGPT-5.1 y los especialistas en endodoncia en la evaluación de caries dental y fractura coronaria. Sin embargo, en el indicador correspondiente a restauración profunda no se encontró concordancia entre las valoraciones realizadas por ambos sistemas evaluadores, evidenciándose diferencias en los criterios interpretativos.

SEGUNDA

En relación con la cámara pulpar y las estructuras internas dentarias, los resultados mostraron concordancia entre ChatGPT-5.1 y los especialistas en la interpretación radiográfica de la radiodensidad pulpar y la mineralización pulpar. No obstante, para los indicadores de calcificación y obliteración se identificaron diferencias estadísticamente significativas, reflejando ausencia de concordancia entre las evaluaciones comparadas.

TERCERA

Respecto a la evaluación radiográfica de raíz y conductos radiculares, se encontró concordancia entre ChatGPT-5.1 y los especialistas en endodoncia para los indicadores de contorno radicular, reabsorción radicular y presencia de cuerpo extraño. En contraste, la interpretación de la continuidad y obliteración del conducto radicular presentó discrepancias entre los evaluadores, evidenciando falta de concordancia diagnóstica.

CUARTA

En relación con la región periapical, se evidenció concordancia entre ChatGPT-5.1 y los especialistas en endodoncia respecto a la identificación radiográfica de lesiones radiolúcidas, lesiones radiopacas y corticación periapical. Sin embargo, en la evaluación del espacio del ligamento periodontal y la lámina dura se observó discordancia entre las interpretaciones, con diferencias estadísticamente significativas entre los evaluadores.

En términos generales, de los 16 indicadores radiográficos evaluados comparativamente, 10 presentaron similitud estadística y, por consiguiente, concordancia entre la interpretación realizada por ChatGPT-5.1 y los especialistas en endodoncia. En cambio, 6 indicadores mostraron diferencias estadísticamente significativas, evidenciando ausencia de concordancia diagnóstica entre ambos métodos de evaluación.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a futuros tesisistas evaluar la concordancia de la interpretación tomográfica de la morfología real de los defectos óseos septales e interseptales mediante ChatGPT-5.1 y especialistas en radiología periodontal, con la finalidad de determinar el grado de acuerdo o discrepancia existente entre ambas valoraciones diagnósticas.
2. Se sugiere desarrollar investigaciones orientadas a comparar la interpretación radiográfica periapical de las lesiones de furcación grado I, II y III según la clasificación de Rateitschak, realizada por ChatGPT-5.1 y especialistas en periodoncia, con el propósito de establecer el nivel de concordancia entre la inteligencia artificial y el criterio clínico especializado.
3. Se recomienda evaluar la capacidad de ChatGPT-5.1 para interpretar el grado de reparación ósea en defectos tratados mediante regeneración tisular guiada (RTG), comparando sus resultados con la valoración de especialistas en periodoncia, a fin de determinar la existencia de acuerdos diagnósticos o posibles discrepancias interpretativas.
4. Se propone realizar estudios que analicen el nivel de osteointegración alrededor de implantes dentales endóseos mediante la interpretación de imágenes por inteligencia artificial y la evaluación de especialistas en implantología, con el objetivo de identificar similitudes o diferencias en la valoración de la reparación y estabilidad ósea periimplantaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Regidor E. Inteligencia artificial en odontología: democratización de la atención bucodental. *Rev Cient Odontol*. 2024;12(2):12-29.
2. Cacñahuaray-Martínez G, Gómez-Meza D, Lamas-Lara V, Guerrero ME. Aplicación de la inteligencia artificial en odontología: revisión de la literatura. *Odontol Sanmarquina*. 2021;24(3):243-54.
3. Domenico-Voza BP. Evolución de las imágenes: de la radiología convencional a la inteligencia artificial. *Reporte Imagenol Dentomaxilofac*. 2025;4(1):e2025040101.
4. Silva TP, Andrade-Bortoletto MFS, Ocampo TSC, Alencar-Palha C, Bornstein MM, Oliveira-Santos C, et al. Performance of a commercially available Generative Pre-trained Transformer (GPT) in describing radiolucent lesions in panoramic radiographs and establishing differential diagnoses. *Clin Oral Investig*. 2024;28(3):204.
5. Mallya S, Lam EWN. *White and Pharoah's oral radiology: principles and interpretation*. 8th ed. St. Louis (MO): Elsevier Health Sciences; 2019.
6. Putra RH, Doi C, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. Current applications and development of artificial intelligence for digital dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2022;51(1):20210197. doi:10.1259/dmfr.20210197.
7. Mupparapu M, Tyndall DA. Cone beam computed tomography in dental practice. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(4):500-7. doi:10.14219/jada.archive.2009.0199.
8. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone beam computed tomography. *Dent Clin North Am*. 2018;62(3):361-91. doi:10.1016/j.cden.2018.03.002.
9. Loyola AM, D'Elia M. Magnetic resonance imaging in dentistry. *J Clin Imaging Sci*. 2016;6:34. doi:10.4103/2156-7514.193137.
10. Flügge T, Gross C, Ludwig U, Schmitz J, Nahles S, Heiland M, et al. Dental MRI-only: a future vision or standard of care? A literature review on current indications and

- applications of MRI in dentistry. *Dentomaxillofac Radiol.* 2023;52(4):20220333. doi:10.1259/dmfr.20220333.
11. Magne P, Belser UC. Computer-assisted esthetic dentistry. *J Prosthet Dent.* 2002;88(3):274-83. doi:10.1067/mpr.2002.1261.
 12. Chauhan V, Kaur G. Artificial intelligence in dentistry: a review. *J Pharm Bioallied Sci.* 2020;12(1):1-6. doi:10.4103/jpbs.JPBS_289_19.
 13. Fermín R, Martínez Gómez JC, Schemel ME, Saldivia Y, Sánchez T, Rojas MX, et al. Estructuras anatómicas en radiografías periapicales [material docente]. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Odontología, Cátedra de Radiología; 2007. Actualizado en 2013.
 14. Universidad Nacional de Colombia. Protocolo garantía de la calidad de la imagen [documento institucional]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; s.f.
 15. Dento Metric. La radiografía periapical como indicador de pérdida ósea [Internet]. Guadalajara: Dento Metric Radiología Dental; 2023 [citado 2025 dic 5]. Disponible en: <https://dentometric.mx/la-radiografia-periapical-como-indicador-de-perdida-osea>
 16. Segura Egea JJ. Lección 13ª: Patología y terapéutica dentales III [material docente]. Sevilla: Universidad de Sevilla, Facultad de Odontología; s.f.
 17. Fouad AF, Torabinejad M, Shabahang S, editores. Endodoncia: principios y práctica. 6a ed. Barcelona: Elsevier; 2021.
 18. Berman LH, Hargreaves KM, editores. Cohen. Vías de la pulpa. 12a ed. Barcelona: Elsevier; 2022.
 19. Marroquín Peñaloza TY, García Guerrero CC. Guía de diagnóstico clínico para patologías pulpares y periapicales. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2015;26(2):153-68.
 20. Torabinejad M. Endodontia. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil; 2010.
 21. Saavedra A, Chen M, González N, Byrne S, Barria A. Uso de la inteligencia artificial para el análisis de radiografías retroalveolares. *Contacto Científico.* 2025;5(1):50-65.

22. European Society of Endodontology. Accreditation of postgraduate specialty training programmes in endodontology. Minimum criteria for training specialists in endodontology within Europe. *Int Endod J*. 2010;43(8):725-37.
23. Huuonen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. *Endod Topics*. 2002;1(1):3-25.
24. Levin LG, Law AS, Holland GR, Abbott PV, Roda RS. Identify and define all diagnostic terms for pulpal health and disease states. *J Endod*. 2009;35(12):1645-57.
25. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of pulp sensibility tests. Part I: general information and thermal tests. *Int Endod J*. 2010;43(9):738-62.
26. Secretaría Distrital de Salud. Guía de práctica clínica en salud oral: patología pulpar y periapical [Internet]. Bogotá: Secretaría Distrital de Salud; 2009 [citado 2010 mar 17]. Disponible en: http://acfo.edu.co/educacion/pdf/Guias/guia_enf_pulpar_y_periapical.pdf
27. Abbott PV, Yu C. A clinical classification of the status of the pulp and the root canal system. *Aust Dent J*. 2007;52(1 Suppl):S17-S31.
28. Gutmann JL, Baumgartner JC, Gluskin AH, Hartwell GR, Walton RE. Identify and define all diagnostic terms for periapical/periradicular health and disease states. *J Endod*. 2009;35(12):1658-74.
29. Flores JR, Ruiz AR, Toala ED, Mite TY, Erazo JT. Evolución de la inteligencia artificial y su uso en el reconocimiento de imágenes. [Datos bibliográficos incompletos].
30. Franco DB, Barrera FO. La evolución de la inteligencia artificial y su impacto en la sociedad: un análisis histórico. *Didáctica Sin Fronteras*. 2024;(33):1-10.
31. Ramos AD, Díaz AR. Clasificación, aplicaciones y desafíos de la inteligencia artificial: un análisis integral. *Rev Inf Cient Dir Salud INFODIR*. 2024.
32. Domenico-Voza BP. Evolución de las imágenes: de la radiología convencional a la inteligencia artificial. *Reporte Imagenol Dentomaxilofac*. 2025;4(1):e2025040101.

33. Jiménez Caja M, Criado del Río MT. Diagnóstico radiográfico sobre muñeca y mano para la determinación de la edad de los menores no acompañados. Artículo de revisión. [Datos bibliográficos incompletos].
34. Bonfanti Gris M. Evaluación de la fiabilidad del programa basado en inteligencia artificial Denti.AI para la identificación de estructuras y tratamientos dentarios presentes en radiografías panorámicas [tesis]. 2021.
35. Oropeza AO, Gaona E, Frechero NM, Pinto GR, Castaneira EC. Inteligencia artificial, usos de software y sus aplicaciones en radiología dental. Rev ADM. 2024;81(5):271-9.
36. Rodrigues N. Evaluación de la capacidad diagnóstica de caries interproximales detectadas mediante radiografías periapicales con y sin inteligencia artificial e infrarrojo cercano [trabajo de fin de máster]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Odontología; 2024.
37. Isidro T, Piero D. Validación clínica de dispositivo médico activo asistido por inteligencia artificial para diagnóstico en radiografías panorámicas y periapicales en Clínicas Odontológicas Huánuco 2025-2026 [tesis].
38. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74.



Anexo 1.

Ficha de Interpretación Radiográfica Periapical

FICHA DE REGISTRO DE INTERPRETACIÓN RADIOGRÁFICA PERIAPICAL

Usted ha sido seleccionado como especialista para participar en la interpretación de radiografías periapicales en la investigación titulada: **“Precisión de la interpretación radiográfica periapical entre ChatGPT-5.1 y especialistas en endodoncia, Arequipa, 2026”**.

Se le solicita analizar cada radiografía y registrar los hallazgos observados en la presente ficha, marcando la opción que corresponda según su criterio profesional, de acuerdo con la escala indicada en cada ítem.

A) INFORMACIÓN GENERAL

- Nombre del evaluador : _____
- Fecha de evaluación : _____
- Código de imagen radiográfica : _____

B) INFORMACIÓN RADIOGRÁFICA

1. CORONA

- | | | |
|---|-----------------------------------|------------------------------------|
| 1.1 Caries | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 1.2 Restauración profunda sin compromiso pulpar | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 1.3 Fractura coronaria | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |

2. CÁMARA PULPAR / ESTRUCTURA INTERNA

- | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 2.1 Radiodensidad pulpar | ☐ Normal | ☐ Radiolúcida | ☐ Radiopaca |
| 2.2 Calcificación u obliteración de conductos | ☐ Ausencia | ☐ Presencia | |
| 2.3 Mineralización pulpar | ☐ Ausencia | ☐ Presencia | |

3. RAÍZ/CONDUCTOS

- | | | |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 3.1 Contorno radicular | ☐ Regular | ☐ Irregular |
| 3.2 Continuidad del conducto radicular | ☐ Continua | ☐ Interrumpida |
| 3.3 Obliteración del conducto radicular | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 3.4 Reabsorción radicular | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 3.5 Presencia de cuerpo extraño | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |

4. PERIAPICAL

- | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 4.1 Espacio del ligamento periodontal | ☐ Normal | ☐ Ensanchado |
| 4.2 Lámina dura | ☐ Conservada | ☐ Interrumpida |
| 4.3 Lesión radiolúcida periapical | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 4.4 Lesión radiopaca periapical | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |
| 4.5 Corticación periapical | ☐ Ausencia | ☐ Presencia |

5. OBSERVACIONES ADICIONALES

Registre cualquier hallazgo complementario que considere relevante y que no haya sido consignado en los ítems anteriores.

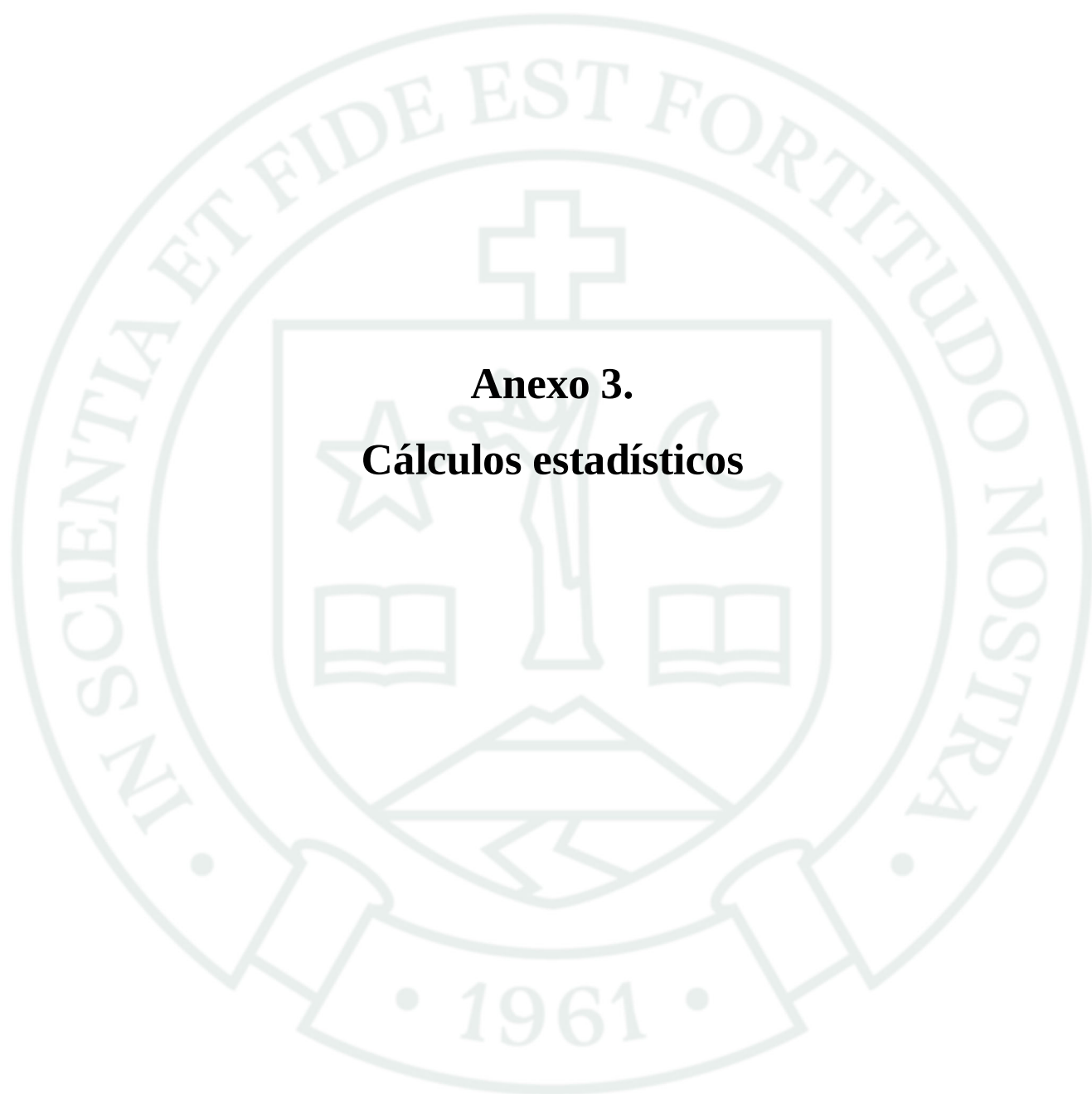
.....
.....



Anexo 2.
Matriz de datos

Caso	Pieza	1.1 Caries	1.2 Restauración profunda	1.3 Fractura coronaria	2.1 Radiodensidad pulpar	2.2 Calcificación/Obliteración	2.3 Mineralización pulpar	3.1 Contorno radicular	3.2 Continuidad conducto	3.3 Obliteración conducto	3.4 Reabsorción radicular	3.5 Cuerpo extraño	4.1 Espacio LP	4.2 Lámina dura	4.3 Lesión radiolúcida	4.4 Lesión radiopaca	4.5 Corticación periapical
1	21	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
2	21	ausencia	ausencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	presencia	ausencia	ausencia
3	36	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	presencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
4	21	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
5	15	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
6	36	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	presencia	presencia
7	36	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
8	48	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
9	36	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
10	15	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
11	36	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	presencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
12	17	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
13	11	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
14	25	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
15	46	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
16	47	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
17	24	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
18	21	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
19	12	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
20	47	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
21	11	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	presencia
22	36	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
23	36	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
24	22	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	presencia
25	47	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
26	11	ausencia	ausencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
27	16	ausencia	presencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
28	16	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
29	46	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
30	13	ausencia	ausencia	presencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
31	36	ausencia	ausencia	presencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia

Caso	Pieza	1.1 Caries	1.2 Restauración profunda	1.3 Fractura coronaria	2.1 Radiodensidad pulpar	2.2 Calcificación/Obliteración	2.3 Mineralización pulpar	3.1 Contorno radicular	3.2 Continuidad conducto	3.3 Obliteración conducto	3.4 Reabsorción radicular	3.5 Cuerpo extraño	4.1 Espacio LP	4.2 Lámina dura	4.3 Lesión radiolúcida	4.4 Lesión radiopaca	4.5 Corticación periapical
32	47	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
33	35	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
34	46	ausencia	ausencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
35	36	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
36	11	ausencia	ausencia	ausencia	radiopaca	ausencia	ausencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
37	37	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
38	44	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
39	46	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
40	15	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
41	36	ausencia	presencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
42	25	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
43	16	ausencia	presencia	ausencia	normal	presencia	presencia	regular	interrumpida	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
44	47	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
45	37	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	irregular	continua	ausencia	presencia	ausencia	ensanchado	interrumpida	presencia	ausencia	ausencia
46	47	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
47	46	ausencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
48	11	ausencia	ausencia	presencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia
49	46	presencia	ausencia	ausencia	normal	ausencia	ausencia	regular	continua	ausencia	ausencia	ausencia	normal	conervada	ausencia	ausencia	ausencia



Anexo 3.
Cálculos estadísticos

CÁLCULO DEL χ^2

Estadística para caries

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	37	35,5	1,5	2,25	0,06
Chat GTP-P	12	13,5	1,5	2,25	0,17
Especialista 1-A	37	35,5	1,5	2,25	0,06
Especialista 1-P	12	13,5	1,5	2,25	0,17
Especialista 2-A	35	35,5	0,5	0,25	0,01
Especialista 2-P	14	13,5	0,5	0,25	0,02
Especialista 3-A	33	35,5	2,5	6,25	0,18
Especialista 3-P	16	13,5	2,5	6,25	0,46
TOTAL	196				$\chi^2 = 1.12$

$Gl = (c-1) (f-1) = (2-1) (4-1) = 1 \times 3 = 3$

$NS = 0.05$

$VC = 7.82$

Estadística para tabla 4

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	28	32.5	4.5	20.25	0.62
Chat GTP-P	21	16.5	4.5	20.25	1.23
Especialista 1-A	28	32.5	4.5	20.25	0.62
Especialista 1-P	21	16.5	4.5	20.25	1.23
Especialista 2-A	35	32.5	2.5	6.25	0.19
Especialista 2-P	14	16.5	2.5	6.25	0.38
Especialista 3-A	39	32.5	6.5	42.25	1.30
Especialista 3-P	10	16.5	6.5	42.25	2.56
TOTAL	196				$\chi^2 = 8.13$

$VC = 7.82$

Estadística para fractura coronaria

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	46	46.25	0.25	0.0625	0.001
Chat GTP-P	3	3.00	0.00	0.0000	0.000
Especialista 1-A	46	46.25	0.25	0.0625	0.001
Especialista 1-P	3	3.00	0.00	0.0000	0.000
Especialista 2-A	45	46.25	1.25	1.5625	0.033
Especialista 2-P	4	3.00	1.00	1.0000	0.333
Especialista 3-A	47	46.25	0.75	0.5625	0.012
Especialista 3-P	2	3.00	1.00	1.0000	0.333
TOTAL	196				$\chi^2 = 0.713$

VC = 7.82

Estadística para calcificación u obliteración de conductos

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	48	44.25	3.75	14.06	0.31
Chat GTP-P	1	4.75	3.75	14.06	2.95
Especialista 1-A	48	44.25	3.75	14.06	0.32
Especialista 1-P	1	4.75	3.75	14.06	2.95
Especialista 2-A	42	44.25	2.25	5.06	0.11
Especialista 2-P	7	4.75	2.25	5.06	1.07
Especialista 3-A	39	44.25	2.25	27.56	0.62
Especialista 3-P	10	4.75	2.25	27.56	5.80
TOTAL	196				$\chi^2 = 14.14$

VC = 7.82

Estadística para mineralización pulpar

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	48	46.75	1.25	1.56	0.03
Chat GTP-P	1	2.25	1.25	1.56	0.69
Especialista 1-A	48	46.75	1.25	1.56	0.03
Especialista 1-P	1	2.25	1.25	1.56	0.69
Especialista 2-A	44	46.75	2.75	7.56	0.16
Especialista 2-P	5	2.25	2.75	7.56	3.36
Especialista 3-A	47	46.75	0.25	0.06	0.00
Especialista 3-P	2	2.25	0.25	0.06	0.03
TOTAL	196				$\chi^2 = 4.99$

VC = 7.82

Estadística para contorno radicular

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	48	47.25	0.75	0.56	0.01
Chat GTP-P	1	1.75	0.75	0.56	0.43
Especialista 1-A	48	47.25	0.75	0.56	0.01
Especialista 1-P	1	1.75	0.75	0.56	0.43
Especialista 2-A	45	47.25	2.25	5.06	0.11
Especialista 2-P	4	1.75	2.25	5.06	1.29
Especialista 3-A	48	47.25	0.75	0.56	0.01
Especialista 3-P	1	1.75	0.75	0.56	0.43
TOTAL	196				$\chi^2 = 1.73$

VC = 7.82

Estadística para continuidad del conducto radicular

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	34	39.75	5.75	33.06	0.83
Chat GTP-P	15	9.25	5.75	33.06	3.57
Especialista 1-A	34	39.75	5.75	33.06	0.83
Especialista 1-P	15	9.25	5.75	33.06	3.57
Especialista 2-A	46	39.75	6.25	39.06	0.98
Especialista 2-P	3	9.25	6.25	39.06	4.22
Especialista 3-A	45	39.75	5.25	27.56	0.69
Especialista 3-P	4	9.25	5.25	27.56	2.98
TOTAL	196				$\chi^2 = 17.67$

VC = 7.82

Estadística para obliteración del conducto radicular

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	49	44,25	4.75	22.56	0.51
Chat GTP-P	0	4.75	4.75	22.56	4.75
Especialista 1-A	49	44,25	4.75	22.56	0.51
Especialista 1-P	0	4.75	4.75	22.56	4.75
Especialista 2-A	41	44,25	3.25	10.56	0.24
Especialista 2-P	8	4.75	3.25	10.56	2.22
Especialista 3-A	38	44,25	6.25	39.03	0.88
Especialista 3-P	11	4.75	6.25	39.03	3.55
TOTAL	196				$\chi^2 = 17.41$

VC = 7.82

Estadística para reabsorción radicular

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	48	46.25	1.75	3.06	0.07
Chat GTP-P	1	2.75	1.75	3.06	1.11
Especialista 1-A	48	46.25	1.75	3.06	0.07
Especialista 1-P	1	2.75	1.75	3.06	1.11
Especialista 2-A	45	46.25	1.25	1.56	0.03
Especialista 2-P	4	2.75	1.25	1.56	0.57
Especialista 3-A	44	46.25	2.25	5.06	0.11
Especialista 3-P	5	2.75	2.25	5.06	1.84
TOTAL	196				$\chi^2 = 4.91$

VC = 7.82

Estadística para cuerpo extraño

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	47	46.5	0.5	0.25	0.01
Chat GTP-P	2	2.5	0.5	0.25	0.10
Especialista 1-A	47	46.5	0.5	0.25	0.01
Especialista 1-P	2	2.5	0.5	0.25	0.10
Especialista 2-A	47	46.5	0.5	0.25	0.01
Especialista 2-P	2	2.5	0.5	0.25	0.10
Especialista 3-A	45	46.5	1.5	2.25	0.05
Especialista 3-P	4	2.5	1.5	2.25	0.90
TOTAL	196				$\chi^2 = 1.28$

VC = 7.82

Estadística para espacio del ligamento periodontal

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	26	29.5	3.5	12.25	0.42
Chat GTP-P	23	22.0	1.0	1.00	0.05
Especialista 1-A	26	29.5	3.5	12.25	0.42
Especialista 1-P	23	22.0	1.0	1.00	0.05
Especialista 2-A	15	29.5	14.5	210.25	7.13
Especialista 2-P	34	22.0	12.0	144.00	6.55
Especialista 3-A	41	29.5	11.5	132.25	4.48
Especialista 3-P	8	22.0	14.00	196.00	8.91
TOTAL	196				$\chi^2 = 28.01$

VC = 7.82

Estadística para tabla 15

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	26	30	4	16	0.53
Chat GTP-P	23	19	4	16	0.84
Especialista 1-A	26	30	4	16	0.53
Especialista 1-P	23	19	4	16	0.84
Especialista 2-A	23	30	7	49	1.63
Especialista 2-P	26	19	7	49	2.58
Especialista 3-A	45	30	15	225	7.50
Especialista 3-P	4	19	15	225	11.84
TOTAL	196				$\chi^2 = 26.49$

VC = 7.82

Estadística para lesión radiolúcida

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	25	24.75	0.75	0.56	0.023
Chat GTP-P	24	24.75	0.25	0.06	0.003
Especialista 1-A	24	24.75	0.75	0.56	0.023
Especialista 1-P	25	24.75	0.25	0.06	0.003
Especialista 2-A	21	24.75	3.75	14.06	0.568
Especialista 2-P	28	24.75	3.75	14.06	0.580
Especialista 3-A	29	24.75	4.25	18.06	0.730
Especialista 3-P	20	24.75	4.25	18.06	0.745
TOTAL	196				$\chi^2 = 2.675$

VC = 7.82

Estadística para lesión radiopaca

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	49	48.25	0.75	0.56	0.01
Chat GTP-P	0	0.75	0.75	0.56	0.75
Especialista 1-A	48	48.25	0.75	0.56	0.01
Especialista 1-P	1	0.75	0.75	0.56	0.08
Especialista 2-A	49	48.25	0.75	0.56	0.01
Especialista 2-P	0	0.75	0.75	0.56	0.75
Especialista 3-A	47	48.25	1.25	1.56	0.03
Especialista 3-P	2	0.75	1.25	1.56	2.08
TOTAL	196				$\chi^2 = 3.72$

VC = 7.82

Estadística para corticacion periapical

COMBINACIÓN	O	E	O-E	(O-E) ²	$\chi^2 = \frac{\sum(O - E)^2}{E}$
Chat GTP-A	46	46.75	0.75	0.56	0.01
Chat GTP-P	3	2.25	0.75	0.56	0.25
Especialista 1-A	46	46.75	0.75	0.56	0.01
Especialista 1-P	3	2.25	0.75	0.56	0.25
Especialista 2-A	47	46.75	0.25	0.06	0.00
Especialista 2-P	2	2.25	0.25	0.06	0.03
Especialista 3-A	48	46.75	1.25	1.56	0.03
Especialista 3-P	1	2.25	0.25	0.06	0.02
TOTAL	196				$\chi^2 = 0.60$

VC = 7.82