



## Competencias diagnósticas en la interpretación radiográfica de estudiantes de odontología

Diagnostic skills in radiographic interpretation among dental students

Eric Giancarlo Becerra-Atoche<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9412-2137>

Paul Martin Herrera-Plasencia<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4901-8933>

<sup>1</sup>Universidad César Vallejo Piura. Escuela Profesional de Estomatología. Piura, Perú.

\*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: [pherrera@ucv.edu.pe](mailto:pherrera@ucv.edu.pe)

### RESUMEN

**Introducción:** La formación odontológica exige que los estudiantes desarrollen competencias diagnósticas sólidas para interpretar las imágenes radiográficas, esencial en la práctica clínica y en la toma de decisiones terapéuticas.

**Objetivo:** Analizar la evidencia científica sobre las competencias diagnósticas en la interpretación radiográfica de estudiantes de odontología.

**Métodos:** Se realizó una revisión sistemática exploratoria en educación, siguiendo las directrices del modelo PRISMA 2020. La búsqueda se efectuó en las bases de datos PubMed, Scopus y el motor Google Scholar, con artículos entre 2021 y 2025. Para la estrategia de búsqueda se emplearon operadores booleanos; se incluyeron estudios originales en inglés que evaluaran conocimientos, habilidades o competencias para interpretar radiografías dentales en estudiantes de odontología. La selección se realizó de manera ciega e independiente por dos investigadores. De los 472 artículos identificados, 13 artículos fueron seleccionados.

**Resultados:** Las competencias diagnósticas radiográficas en estudiantes de odontología se encuentran en proceso de consolidación. Las metodologías activas, la retroalimentación



estructurada y el uso de herramientas digitales mejoran la precisión diagnóstica y la motivación. La inteligencia artificial y la observación guiada favorecen la sistematicidad visual y la toma de decisiones clínicas. La práctica supervisada y la integración tecnológica fortalecen un aprendizaje más aplicado y orientado al desarrollo de competencias.

**Conclusiones:** Las competencias radiográficas para la interpretación diagnóstica en estudiantes de odontología se encuentran en proceso de desarrollo. Las estrategias activas y tecnológicas, junto con la retroalimentación inmediata y la práctica guiada, fortalecen progresivamente la precisión diagnóstica.

**Palabras clave:** estudiantes de odontología; diagnóstico por imagen; radiografía dental.

## ABSTRACT

**Introduction:** Dental training requires students to develop solid diagnostic skills for interpreting radiographic images, which is essential in clinical practice and therapeutic decision-making.

**Objective:** To analyze the scientific evidence on diagnostic skills in radiographic interpretation among dental students.

**Methods:** A systematic exploratory review in education was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. The search was performed in the PubMed, Scopus databases, and Google Scholar, covering articles published between 2021 and 2025. Boolean operators were used for the search strategy. Original studies in English that evaluated knowledge, skills, or competencies for interpreting dental radiographs in dental students were included. The selection was performed blindly and independently by two researchers. Of the 472 identified, 13 articles were selected.

**Results:** Radiographic diagnostic skills in dental students are in the process of consolidation. Active methodologies, structured feedback, and the use of digital tools improve diagnostic accuracy and motivation. Artificial intelligence and guided observation promote visual systematicity and clinical decision-making. Supervised practice and technological integration strengthen more applied learning oriented toward skills development.



**Conclusions:** Radiographic skills for diagnostic interpretation in dental students are in the process of development. Active and technological strategies, together with immediate feedback and guided practice, progressively strengthen diagnostic accuracy.

**Keywords:** diagnostic imaging; radiography, dental; students, dental.

Recibido: 15/10/2025

Aprobado: 15/01/2026

## INTRODUCCIÓN

La interpretación de radiografías dentales constituye una competencia central en la formación odontológica, ya que sustenta el diagnóstico de caries, periodontitis apical, anomalías anatómicas y lesiones tempranas, con repercusiones directas en la planificación terapéutica y en la seguridad del paciente. Sin embargo, múltiples estudios recientes evidencian que el nivel de desempeño de los estudiantes es irregular, con errores frecuentes de observación y de razonamiento diagnóstico.<sup>(1,2,3)</sup> Es importante destacar que la retroalimentación mínima deja a los estudiantes con sensibilidad reducida para detectar lesiones incipientes, mientras que la retroalimentación elaborada, apoyada por inteligencia artificial, incrementa la precisión diagnóstica en caries del esmalte y periodontitis apical.<sup>(1)</sup> Asimismo, los módulos de aprendizaje electrónico interactivo mejoran de manera significativa la identificación anatómica y la sistematicidad del reporte en panorámicas, lo que confirma que la estructura pedagógica y el diseño instruccional son determinantes para el progreso competencial.<sup>(2)</sup>

La enseñanza tradicional basada en clases magistrales limita la práctica deliberada y reduce las oportunidades de retroalimentación formativa. La inclusión de recursos interactivos como Edpuzzle mantiene el nivel de aprendizaje alcanzado con clases convencionales, y eleva la motivación y la participación estudiantil, elementos clave para sostener la práctica repetida y la autorregulación.<sup>(3)</sup> En segundo lugar, el déficit en conocimiento anatómico aplicado y en



entrenamiento perceptivo genera diagnósticos incompletos. *Gnanasekaran F* y otros,<sup>(4)</sup> a través de tecnología de seguimiento ocular, observaron que los estudiantes dirigían su mirada a las regiones de interés, pero aun así fallaban en emitir diagnósticos correctos, lo que revela la necesidad de protocolos cognitivos, además de perceptivos; asimismo con instrucción guiada los estudiantes novatos mejoran sus patrones de exploración visual y reducen las omisiones diagnósticas.<sup>(5)</sup>

Las dificultades también se asocian con factores emocionales y motivacionales. La simulación inmersiva, aunque no siempre supera en rendimiento inmediato a la clase tradicional, incrementa la satisfacción y el compromiso. *Alsufyani N* y otros<sup>(6)</sup> realizaron un estudio sobre anatomía panorámica con realidad virtual. Esta modalidad facilita la práctica repetida en un entorno seguro, disminuye la ansiedad y prepara al estudiante para elaborar informes más estructurados. Un aspecto adicional es la calidad técnica de la imagen. *Olegário I* y otros<sup>(7)</sup> reportaron que, aunque el 72 % de las *bitewings* pediátricas realizadas por estudiantes eran aceptables desde el punto de vista diagnóstico, los errores de angulación horizontal eran frecuentes; el uso de portaimágenes estandarizados mejoró de forma significativa los resultados. Por otro lado, *Mahmoud S* y otros<sup>(8)</sup> encontraron que los estudiantes manifiestan baja confianza en la toma de radiografías en zonas posteriores, lo que refuerza la relación entre desempeño técnico y seguridad diagnóstica.

La inteligencia artificial emerge como una herramienta con potencial educativo. *Schropp L* y otros<sup>(9)</sup> documentaron que un *software* asistido mejora la especificidad diagnóstica en la detección de caries proximales y proporciona trayectorias de aprendizaje más estables. De igual modo, *Durmazpinar P* y otros<sup>(10)</sup> compararon el rendimiento de estudiantes frente a ChatGPT-4o en casos endodónticos y hallaron que el modelo superó la precisión diagnóstica de los alumnos, lo que sugiere que la inteligencia artificial puede funcionar como cotutor, siempre bajo la supervisión docente.

El objetivo de esta revisión es analizar la evidencia científica sobre las competencias diagnósticas en la interpretación radiográfica de estudiantes de odontología.



## MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática exploratoria en educación sobre las competencias diagnósticas en la interpretación radiográfica de estudiantes de odontología. El proceso se desarrolló conforme a las directrices metodológicas del modelo PRISMA 2020,<sup>(11)</sup> con el objetivo de garantizar la transparencia, rigurosidad y sistematicidad en la identificación, selección y síntesis de los estudios incluidos.

La búsqueda de información se efectuó en las bases de datos PubMed y Scopus, complementada con el motor académico Google Scholar para ampliar el alcance y recuperar estudios adicionales. Se consideraron artículos originales publicados en inglés que evaluaran las competencias o habilidades diagnósticas en la interpretación de imágenes radiográficas dentales en estudiantes de odontología, sin restricción geográfica; se priorizaron aquellos con metodología claramente definida y resultados empíricos.

La revisión y selección de los estudios se realizó de manera ciega e independiente por dos investigadores, quienes analizaron primero los títulos y resúmenes, y después los textos completos de las publicaciones potencialmente elegibles. Las discrepancias se resolvieron por consenso, para garantizar la objetividad y consistencia en la inclusión de los estudios. El protocolo de la presente revisión sistemática no fue registrado en PROSPERO, debido a que el estudio se centró en el ámbito educativo de la formación odontológica y no en la evaluación de intervenciones clínicas o desenlaces en pacientes.

### Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: idioma inglés, la búsqueda se realizó entre enero del 2020 y marzo del 2025, orientada a seleccionar estudios que aportaran evidencia empírica y relevante sobre el desarrollo de competencias diagnósticas radiográficas en la formación odontológica. Se incluyeron los artículos originales que evaluaran las habilidades interpretativas de imágenes radiográficas dentales en estudiantes de odontología, con metodología claramente definida y accesibles a texto completo. Se excluyeron los estudios que no abordaran de manera directa la interpretación radiográfica o que se centraran de forma exclusiva en profesionales



egresados, docentes o especialistas. También se descartaron revisiones narrativas, cartas al editor, resúmenes de congresos y publicaciones duplicadas o con información insuficiente para el análisis.

## Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda en las bases de datos fue: (“competenc\*” OR “skill\*” OR “ability” OR “proficiency” OR “knowledge” OR “diagnostic\*” OR “interpretation”) AND (“radiography” OR “radiograph\*” OR “dental imaging” OR “oral radiology”) AND (“dental student\*” OR “odontology student\*” OR “students dental”)

En Google Scholar fue: (“radiographic interpretation” OR “oral radiology”) AND (“competence\*” OR “skill\*”) AND (“dental student\*” OR “dentistry education”) NOT (“review”).

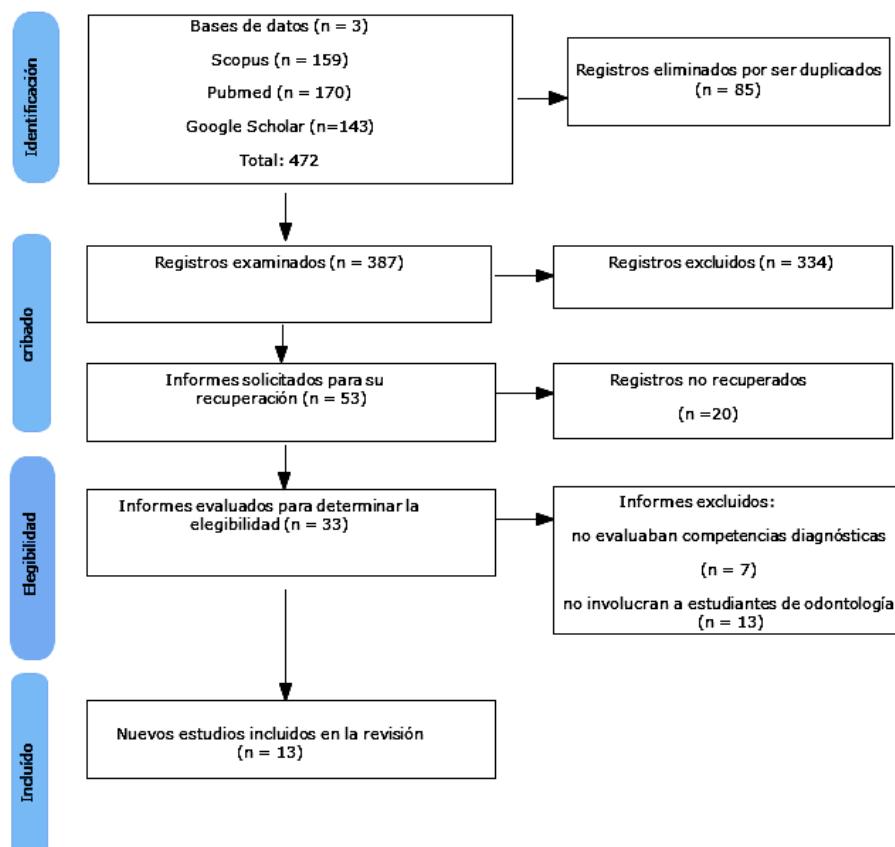
Los artículos identificados se exportaron a Zotero.

## RESULTADOS

La búsqueda inicial identificó un total de 472 registros. Después de eliminar los duplicados ( $n= 85$ ) se obtuvieron 387 artículos únicos que fueron sometidos a la primera etapa de cribado, mediante la lectura de títulos y resúmenes para determinar su relevancia según los criterios de inclusión establecidos. En esta fase se excluyeron 334 registros por no estar relacionados con el tema de estudio. Después, los 53 artículos restantes pasaron a la revisión del texto completo; sin embargo, 20 de ellos no pudieron ser recuperados. Los 33 artículos restantes fueron evaluados detalladamente para determinar su elegibilidad. De este grupo, se excluyeron 7 publicaciones por no evaluar conocimientos, habilidades o competencias relacionadas con la interpretación radiográfica dental, y 13 por no involucrar a estudiantes de odontología en su población de estudio. Finalmente, 13 artículos cumplieron con todos los criterios de inclusión y se seleccionaron para su análisis en la presente revisión (Fig. 1). Los principales autores fueron *Rampf S* y otros,<sup>(1)</sup> *Gnanasekaran F* y otros,<sup>(4)</sup> *Alsusfyani N* y otros,<sup>(6)</sup> *Olegário I* y otros,<sup>(7)</sup> *Mahmoud S* y otros,<sup>(8)</sup> *Schropp L* y otros,<sup>(9)</sup> *Durmazpinar P* y otros,<sup>(10)</sup> *Rocha B* y otros,<sup>(12)</sup> *Young A* y otros,<sup>(13)</sup> *Zain-Alabdeen E* y otros,<sup>(14)</sup> *Math S* y otros,<sup>(15)</sup> *Vogel D* y otros<sup>(16)</sup> y *Ameen M* y otros.<sup>(17)</sup> Este proceso garantizó la selección de



estudios relevantes, metodológicamente consistentes y directamente vinculados con el objetivo planteado, asegurando la validez del análisis comparativo y la síntesis de los resultados obtenidos.



**Fig. 1** - Diagrama de flujo. Selección de artículos.

## DISCUSIÓN

La formación en interpretación radiográfica es una de las áreas críticas en la enseñanza odontológica, pues de ella dependen diagnósticos certeros y decisiones terapéuticas adecuadas. Los 13 estudios analizados permiten comprender cómo diferentes enfoques metodológicos, tecnológicos y pedagógicos impactan en la adquisición de esta competencia. A continuación, se presentan los hallazgos organizados por ejes temáticos, explicando no solo los resultados sino también las razones que los sustentan.



## Retroalimentación y práctica deliberada

El estudio de *Rampf S* y otros<sup>(1)</sup> constituye uno de los aportes más sólidos, al demostrar que la retroalimentación elaborada (que incluye explicaciones conceptuales, estrategias y ejemplos) supera claramente a la retroalimentación básica (limitada a señalar correcto o incorrecto). La razón estriba en que la retroalimentación elaborada facilita la transferencia cognitiva: no solo se informa del error, sino que se enseña cómo razonar para evitarlo. Este tipo de retroalimentación reduce la carga cognitiva del estudiante y potencia la práctica deliberada, lo que se traduce en mejor sensibilidad diagnóstica en caries del esmalte y periodontitis apical.

De forma complementaria, *Rocha B* y otros<sup>(12)</sup> evaluaron metodologías tradicionales, híbridas y *e-learning* en la interpretación de caries proximales. Aunque no encontraron diferencias significativas en los aciertos entre los grupos, sí observaron mayor aceptación de los métodos activos. El “por qué” de este hallazgo puede explicarse por la teoría de la motivación intrínseca: los estudiantes se implican más en actividades que les permiten participar activamente, lo que favorece la práctica sostenida. Sin embargo, al no contar con retroalimentación enriquecida, los resultados en precisión fueron similares.

Por otro lado, *Young A* y otros<sup>(13)</sup> aplicaron un seminario con un sistema de respuesta del público. Aunque la variabilidad en las respuestas fue amplia, la interacción inmediata generó un ambiente dinámico de aprendizaje. Esto refleja la importancia del *feedback* inmediato: recibir correcciones en tiempo real ayuda a reforzar el aprendizaje, incluso si el rendimiento final no difiere mucho de otros métodos.

Estos estudios revelan que el aprendizaje no depende únicamente del formato metodológico, sino del tipo de retroalimentación recibida. Mientras más elaborada y contextualizada sea, mayor será la consolidación de competencias.

## Metodologías activas y enseñanza digital

*Zain-Alabdeen E* y otros<sup>(14)</sup> compararon el uso de Edpuzzle con la clase tradicional. Ambos mejoraron el rendimiento, pero el Edpuzzle incrementó el interés y la motivación. El mecanismo detrás de este efecto radica en la interactividad: al obligar al estudiante a responder dentro del video, se mantiene la atención y se promueve la autorregulación del aprendizaje. En un estudio



más estructurado, *Math S* y otros<sup>(15)</sup> implementaron un módulo de *e-learning* interactivo en interpretación de panorámicas. Los resultados fueron significativos: los estudiantes mejoraron en la identificación anatómica y en la elaboración de reportes radiográficos. Este hallazgo se explica porque el módulo no se limitó a transmitir información, sino que incorporó actividades guiadas, ejemplos prácticos y retroalimentación inmediata, elementos que generan un aprendizaje activo y profundo.

Los hallazgos de *Rocha B* y otros<sup>(12)</sup> complementan esta línea al señalar que, aunque el rendimiento objetivo no varíe entre métodos, la preferencia por metodologías activas fortalece la adherencia al aprendizaje. El trasfondo es claro: la motivación y la satisfacción no garantizan precisión inmediata, pero sí predisponen al estudiante a invertir más tiempo y esfuerzo en la práctica. Así, los métodos digitales y activos no deben verse solo como alternativas modernas, sino como estrategias que potencian la motivación, la práctica autónoma y, cuando están bien diseñadas, también el desempeño objetivo.

## Estrategias visuo-perceptivas y entrenamiento de la mirada diagnóstica

El procesamiento visual es un pilar de la interpretación radiográfica. *Vogel J* y otros,<sup>(16)</sup> mediante *eye-tracking*, demostraron que los estudiantes avanzados observan las imágenes con mayor cobertura, menos fijaciones innecesarias y obtienen diagnósticos más certeros. Tras la enseñanza, los novatos mejoraron su velocidad y amplitud de observación. Este resultado confirma la importancia de entrenar cómo mirar una radiografía, no solo qué buscar; además, evidenciaron que la introducción de protocolos de observación guiada generaba cambios inmediatos en los patrones de búsqueda. Por qué se relaciona con el concepto de andamiaje cognitivo: cuando se ofrece al estudiante una secuencia clara de exploración (ej. perímetro óseo, dientes, espacios, estructuras anatómicas), se reduce el riesgo de omitir hallazgos relevantes.

Asimismo, *Gnanasekaran F* y otros<sup>(4)</sup> aportaron un matiz importante: muchos estudiantes fijaban su mirada en la región de interés, pero fallaban en emitir el diagnóstico correcto. Esto demuestra que el problema no siempre está en la percepción visual, sino en la interpretación cognitiva de lo que se observa. Enseñar a ver es necesario, pero también a razonar clínicamente sobre lo observado. Estos tres estudios coinciden en que la adquisición de competencias diagnósticas no es solo un



proceso de memorización de criterios, sino de entrenar la mirada y el razonamiento de manera conjunta.

## Simulación y realidad virtual

El estudio de *Alsufyani N* y otros<sup>(6)</sup> analizaron el uso de realidad virtual (RV) para enseñar anatomía panorámica. Los estudiantes que utilizaron RV mostraron mayor satisfacción y compromiso, aunque el rendimiento en la identificación anatómica fue mixto respecto al grupo tradicional. Este resultado refleja que la inmersión y motivación son beneficios claros de la RV, pero su impacto en la precisión depende de cómo se integre con la enseñanza tradicional. Al relacionar este hallazgo con el de *Math S* y otros,<sup>(15)</sup> sobre *e-learning*, puede concluirse que las tecnologías digitales no necesariamente superan siempre a la enseñanza convencional en resultados inmediatos, pero sí ofrecen ventajas como práctica ilimitada, reducción de la ansiedad y motivación sostenida. En contextos donde la repetición y la práctica segura son cruciales, estas tecnologías pueden marcar la diferencia en el mediano plazo.

## Competencia técnica y calidad de imagen

Tres estudios profundizaron en la relación entre la técnica radiográfica y la competencia interpretativa. *Ameen M* y otros,<sup>(17)</sup> analizaron más de 4700 radiografías endodónticas tomadas por estudiantes, hallaron 37 % de repeticiones, principalmente por la omisión del ápice. Esto se explica porque la ejecución técnica, cuando es deficiente, limita la posibilidad diagnóstica y aumenta la exposición del paciente, generando problemas éticos y de aprendizaje. La lección es clara: sin imágenes de calidad, no puede haber interpretación correcta. *Olegário I* y otros<sup>(7)</sup> estudiaron *bitewings* verticales en niños y reportaron que, aunque la mayoría eran aceptables, los errores de angulación horizontal eran frecuentes. La mejora significativa con el uso de portaimágenes Rinn XCP confirma que la estandarización del instrumental reduce la variabilidad y facilita la calidad. Por último, *Mahmoud S* y otros,<sup>(8)</sup> en una encuesta, revelaron que muchos estudiantes tenían baja confianza en zonas posteriores, lo cual está asociado con las dificultades técnicas. La percepción de inseguridad en la práctica clínica refuerza la necesidad de auditorías y retroalimentación constante. Estos tres estudios evidencian que la competencia técnica y la interpretativa son inseparables: se deben entrenar juntas para lograr resultados clínicamente útiles.



## Inteligencia artificial como andamio educativo

La inteligencia artificial surge como un apoyo emergente. *Schropp L* y otros<sup>(9)</sup> mostraron que el uso de AssistDent mejoró la especificidad diagnóstica y contribuyó a trayectorias de aprendizaje más estables. *Rampf S* y otros<sup>(1)</sup> confirmaron que el software dentalXrai puede estandarizar la retroalimentación, reduciendo la variabilidad entre tutores. Asimismo, *Durmazpinar P* y otros<sup>(10)</sup> encontraron que ChatGPT-4o superaba a los estudiantes en precisión diagnóstica en casos endodónticos. Esto se explica porque la capacidad de la IA para procesar patrones de manera rápida y consistente. Sin embargo, los autores coinciden en que la IA no debe reemplazar al docente, sino actuar como cotutor. Su papel es proporcionar un *feedback* inmediato y estandarizado, facilitando la práctica autónoma, pero siempre bajo la validación de expertos.

## Percepción y satisfacción estudiantil

La percepción del estudiante es un factor indirecto pero poderoso. *Mahmoud S* y otros<sup>(8)</sup> mostraron que las dificultades técnicas reducían la confianza y la satisfacción. *Zain-Alabdeen E* y otros<sup>(14)</sup> y *Alsufyani N* y otros<sup>(6)</sup> confirmaron que los métodos interactivos y de VR, aunque no siempre aumentan la precisión inmediata, elevan la motivación y la disposición a practicar. El sustento de este hallazgo es que la motivación intrínseca facilita la práctica deliberada, condición esencial para consolidar competencias.

Se concluye que el camino hacia una enseñanza radiológica efectiva no está en elegir un único método, sino en diseñar programas multimodales, donde la teoría, la práctica guiada, el *feedback* enriquecido, la tecnología y la motivación interactúan de forma sinérgica. El desafío futuro es evaluar la retención a largo plazo y la transferencia de estas competencias al entorno clínico real, asegurando que los estudiantes no solo sepan mirar, sino también interpretar con precisión, seguridad y confianza.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rampf S, Gehrig H, Möltner A, Fischer MR, Schwendicke F, Huth KC. Radiographical diagnostic competences of dental students using various feedback methods and integrating an AI application: A randomized clinical trial [Internet]. Eur J Dent Educ. 2024;28:925–937. DOI: <https://doi.org/10.1111/eje.13028>
2. Xu H, Ang B, Soh, J, Ponnampерuma G. Methods to Improve Diagnostic Reasoning in Undergraduate Medical Education in the Clinical Setting: a Systematic Review [Internet]. J Gen Intern Med. 2021; 36: 2745–54. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11606-021-06916-0>
3. Mutlak Z, Saqer N, Chan SCC, Majeed A, Jerjes W. The misdiagnosis tracker: enhancing diagnostic reasoning through cognitive bias awareness and error analysis [Internet]. J Clin Med. 2025;14(12):4139. DOI: <https://doi.org/10.3390/jcm14124139>
4. Gnanasekaran F, Nirmal L, Sujitha P, Bhavyaa R, Muthu M, Cho VY, et al. Visual interpretation of panoramic radiographs in dental students using eye-tracking technology [Internet]. J Dent Educ. 2022;86(7):887–92. DOI: <https://doi.org/10.1002/jdd.12899>
5. Altun I, Turan O, Awan O. Revolutionizing radiology education: exploring innovative teaching methods [Internet]. Abdom Radiol (NY). 2025; 50(12):6225-34. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00261-025-05010-x>
6. Alsufyani N, Alnamlah S, Mutaieb S, Alageel R, AlQarni M, Bukhari A, et al. Virtual reality simulation of panoramic radiographic anatomy for dental students [Internet]. J Dent Educ. 2023; 87:1200–09. DOI: <https://doi.org/10.1002/jdd.13240>
7. Olegário I, Leith R, O'Connell AC. Quality of vertical bitewing radiographs and common errors of positioning in children: a study with undergraduate operators [Internet]. Int J Paediatr Dent. 2025; 35:869–875. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijpd.13299>
8. Mahmoud S, Alnuaimy A, Abbas FK, Alhamdani F. Assessing the satisfaction of third-year dental students with X-ray training across colleges of dentistry in Iraq: an evaluative study [Internet]. Indian J Dent Res. 2025; 36:122–9. DOI: [https://doi.org/10.4103/ijdr.ijdr\\_1009\\_23](https://doi.org/10.4103/ijdr.ijdr_1009_23)



9. Schropp L, Sørensen APSS, Devlin H, Matzen LH. Use of artificial intelligence software in dental education: assisted proximal caries assessment in bitewing radiographs [Internet]. Eur J Dent Educ. 2024; 28:490–496. DOI: <https://doi.org/10.1111/eje.12973>
10. Durmazpinar P, Ekmekci E. Comparing diagnostic skills in endodontic cases: dental students versus ChatGPT-4° [Internet]. BMC Oral Health. 2025;25:457. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12903-025-05857-y>
11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews [Internet]. BMJ. 2021;372:71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
12. Rocha B, Porto-Alegre Rosa BS, Cerqueira TS, de-Azevedo-Vaz SL, Barbosa GLR, Ferreira LM, et al. Evaluation of different teaching methods in the radiographic diagnosis of proximal carious lesions [Internet]. Dentomaxillofac Radiol. 2020; 50:20200295. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20200295>
13. Young A, Skudutyte-Rysstad R, Torgersen G, Giertsen E. Teaching Radiographic Caries Detection and Treatment Planning: A Seminar Using an Audience Response System [Internet]. Caries Res. 2022; 56(3):226–33. DOI: <https://doi.org/10.1159/000526109>
14. Zain-Alabdeen E. Evaluation and Perception of an Edpuzzle Class Compared with a Traditional Class among Oral Radiology Undergraduate Students [Internet]. Eur J Gen Dent. 2023; 12:115–20. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0043-1770987>
15. Math S, Sultan O, Bin Zainal Anuar M, Pacheco-Pereira C. Interactive E-Learning Module: Enhancing Panoramic Radiograph Interpretation Skills of Dental Students [Internet]. J Dent Educ. 2025;87:e13923. DOI: <https://doi.org/10.1002/jdd.13923>
16. Vogel D, Schulze R. Viewing patterns regarding panoramic radiographs with different pathological lesions: an eye-tracking study [Internet]. Dentomaxillofac Radiol. 2021; 50(8):20210019. DOI: <https://doi.org/10.1259/dmfr.20210019>
17. Ameen M, Saleh AR, Alhadi D, Almaslamani M. Assessment of radiographic errors and repetition rates in undergraduate endodontic education: a retrospective clinical study [Internet]. Saudi Dent J. 2025;37(4-6):26. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44445-025-00030-1>



## Conflictos de interés

Los autores refieren no tener conflictos de interés.

## Información financiera

Los autores declaran que no hubo subvenciones involucradas en este trabajo.

## Contribuciones de los autores

Conceptualización: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Análisis formal: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Investigación: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Metodología: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Administración del proyecto: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Validación: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Visualización: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Redacción – borrador original: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

Redacción – revisión y edición: *Eric Giancarlo Becerra-Atoche; Paul Martín Herrera-Plasencia.*

## Disponibilidad de datos

No hay datos asociados con el presente estudio.