

**Fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas en
el desarrollo de la investigación en la Facultad de Odontología en el periodo 2019-2023**

Marisol Anacona Carvajal y Sandra Patricia Morales Rodríguez

Trabajo de grado para optar al Título de Especialista en Periodoncia

Director

Mario Andrés Guerrero Torres

Especialista en Periodoncia

Codirectora

Johana Alejandra Otero Wandurraga

MSc Salud Pública

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ciencias de la Salud

Facultad de Odontología

2025

Contenido

Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. Introducción.....	9
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2 Justificación.....	12
2. Marco teórico.....	13
2.1 Imágenes diagnosticas.....	13
2.2 Radiografías.....	16
2.2.1. Intraorales.....	16
2.2.2 Extraorales.....	17
2.3 Tomografía.....	17
2.4 Aplicación de las imágenes diagnosticas en odontología.....	18
2.4.1 Radiografías en odontología.....	18
2.4.2 Tomografías en odontología.....	18
2.5 Metodología Cualitativa.....	19
2.5.1 Análisis Documental.....	19
2.5.2 Investigación Retrospectiva Basada en Archivos.....	20
2.5.3 Epistemología del Paradigma Interpretativo.....	20
3. Objetivos.....	21
3.1 Objetivo general.....	21
3.2 Objetivos específicos.....	21
4. Metodología.....	22

4.8 Consideraciones éticas	26
5. Resultados	26
5.1. Describir el método de búsqueda y selección de los trabajos de grado que utilizaron las imágenes diagnosticas.....	27
5.2 Caracterización de las investigaciones realizadas durante los últimos 5 años, el tipo de imagen y área de la odontología.	28
5.3 Análisis de Contenido: Interpretación de las Fortalezas y Limitaciones en la Investigación. 29	
5.3.1 Limitaciones:.....	30
Figura 2. <i>Limitaciones, barreras sistémicas</i>	30
5.3.2 Fortalezas	34
Figura 3. <i>Fortalezas potenciales latente y oportunidades</i>	34
6. Discusión	36
7. Conclusiones.....	40
8. Recomendaciones	41
Referencias.....	43
Apéndices.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de tablas

Tabla 1. *Características de los trabajos de grado que utilizaron imágenes diagnosticas.....* 28

Lista de figuras

Figura 1. *Flujograma de la búsqueda en el repositorio institucional de los trabajos de grado.* 27

Figura 2. *Limitaciones y categorías derivadas.* ¡Error! Marcador no definido.

Figura 3. *Fortalezas y categorías derivadas.* ¡Error! Marcador no definido.

Lista de apéndices

Apéndice A. *Cuadro de operacionalización de variables* **¡Error! Marcador no definido.**

Apéndice B. *Instrumento de estudio* **¡Error! Marcador no definido.**

Resumen

Introducción: El uso de imágenes diagnósticas permite crear opciones de tratamiento adecuadas por medio del análisis de los tejidos duros de la cavidad oral en 2D y 3D; además de su uso en investigación en ciencias de la salud. **Objetivo:** Interpretar las fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas como insumo para el desarrollo de procesos de investigación a través de trabajos de grado de pregrado y posgrado desarrollados en los últimos 5 años en la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga. **Materiales y métodos:** Estudio cualitativo desde el paradigma interpretativo, basado en revisión documental de 13 trabajos de grado, que fueron seleccionados según criterios de elegibilidad, el análisis se hizo mediante codificación inductiva, la información fue organizada y sistematizada para crear un libro de códigos que incluyó nombre, definición, dimensión y número de referencia. **Resultados:** El análisis cuantitativo de 13 tesis reveló un predominio de estudios que utilizan radiografías convencionales (66.67%). Este análisis complementa datos, revelando un macro-tema de barreras sistémicas que fragilizan la investigación, articulado en tres categorías: 1) deficiencias en la calidad y disponibilidad de los datos, 2) brechas de capacidad y recursos, 3) debilidades metodológicas. En contraparte, se identificó un macro-tema de potencial latente, evidenciado en fortalezas como la aplicación de rigor metodológico, la generación de conocimiento de impacto clínico mediante tecnologías avanzadas (CBCT) y la exploración de nuevas fronteras como la inteligencia artificial. **Conclusiones:** La investigación con imágenes diagnósticas, impulsada por estudiantes de pregrado (53.86%), está limitada por la falta de un repositorio y por un ciclo interconectado de barreras de datos, recursos y formación. Por lo tanto, para capitalizar el acervo de imágenes existente, se requiere una estrategia institucional integral que aborde estos desafíos sistémicos y fomente una cultura de investigación robusta.

Palabras clave: Proyectos de investigación, Rayos X, radiografía, tomografía, diagnóstico, investigación cualitativa

Abstract

Introduction: The use of diagnostic imaging allows for the creation of appropriate treatment options through the analysis of oral cavity hard tissues in 2D and 3D, in addition to its use in health science research. **Objective:** To interpret the strengths and limitations of using diagnostic imaging as input for the development of research processes through undergraduate and graduate thesis developed over the last 5 years at the Santo Tomás University of Bucaramanga. **Materials and methods:** A qualitative study from the interpretive paradigm was carried out, based on a documentary review of 13 undergraduate theses, which were selected according to eligibility criteria. The analysis was done through inductive coding. The information was organized and systematized to create a codebook that included name, definition, dimension, and reference number. **Results:** The quantitative analysis of 13 theses revealed a predominance of studies that use conventional radiographs (66.67%). This analysis complements the data, revealing a macro-theme of systemic barriers that weaken research, articulated in three categories: 1) deficiencies in the quality and availability of data, 2) capacity and resource gaps, 3) methodological weaknesses. In contrast, a macro-theme of latent potential was identified, evidenced in strengths such as the application of methodological rigor, the generation of clinical impact knowledge through advanced technologies (CBCT), and the exploration of new frontiers such as artificial intelligence. **Conclusions:** Diagnostic imaging research, driven by undergraduate students (53.86%), is limited by the lack of a repository and an interconnected cycle of data, resource, and training barriers. Therefore, capitalizing on the existing image collection requires a comprehensive institutional strategy that addresses these systemic challenges and fosters a robust research culture.

Keywords: Research design, X-ray, radiography, tomography, diagnosis, qualitative research

1. Introducción

Desde que se descubrió los rayos X hace 120 años las imágenes médicas han avanzado notablemente, al punto de convertirse en un medio indispensable al momento de corroborar o descartar un diagnóstico clínico (Jain et al., 2019). Los rayos X fueron descubiertos a finales del año 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen (Hessenbruch, 2002) y tuvieron su primer uso en el área de la salud para dar un mejor manejo al traumatismo óseo durante la Primera Guerra Mundial.

El uso de imágenes radiográficas permitió que el trabajo del odontólogo sea más preciso y eficiente lo que contribuye al momento de realizar un diagnóstico clínico sea más confiable (Freedman et al., 1995)

Las radiografías ofrecieron la posibilidad de obtener imágenes en dos planos o dimensiones, que ayudaban con el diagnóstico clínico, pero limitaba de alguna forma la posibilidad de reproducir los tejidos en todas sus dimensiones, además de acumular radiación ionizante, por lo que llevó a la búsqueda de nuevos métodos para obtener imágenes tridimensionales, dando inicio a una nueva era que conocemos hoy en día como tomografía axial computarizada (TAC)(Finlayson y Epifanio, 2008)

Lo anterior permite abordar y plantear un plan de tratamiento más idóneo con las necesidades reales del paciente dando mayor importancia a las imágenes diagnósticas en la investigación en ciencias de la salud; este tipo de ayudas desempeñan un papel fundamental en la detección temprana, el diagnóstico preciso y el seguimiento de diversas condiciones médicas; como lo es la radiología, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la ecografía, estas brindan información valiosa que permite a los profesionales de la salud tomar decisiones sobre los tratamientos de los pacientes, de otra manera son parte esencial para la investigación clínica y científica, ya que proporcionan datos con relación a las estructuras anatómicas del

paciente que pueden llevar al desarrollo de nuevos procedimientos en el área de la salud a partir del estudio de las mismas (Bornstein et al., 2014).

Por consiguiente, en el ámbito de la odontología, este tipo de estudios diagnósticos son cruciales para evaluar y tratar afecciones orales y maxilofaciales que ya están establecidas, estudios como el de radiografías dentales, panorámicas y tomografías cone-beam permiten a los profesionales de la salud oral identificar lesiones y/o afecciones tales como caries, enfermedades de las encías, quistes, fracturas, entre otras; también son útiles para la planificación de tratamientos dentales como la colocación de implantes, aparatología ortodóntica y cirugías maxilofaciales (Fuhrmann, 2011).

Respecto a lo anterior, el presente trabajo de grado tiene como objetivo describir las fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas para el desarrollo de la investigación de tipo cualitativo como insumo para procesos investigativos a través de un revisión documental de trabajos de grado de pregrado y posgrado desarrollados en los últimos 5 años en la Universidad Santo Tomás, donde se podrá dar conclusiones que en un futuro sean la base de planes de mejoramiento que impacten de manera positiva los procesos de investigación de la universidad Santo Tomás en los las imágenes diagnosticas sean la principal herramienta.

1.1 Planteamiento del problema

Las imágenes diagnósticas son una herramienta indispensable en las ciencias de la salud, para corroborar y/o descartar diagnósticos clínicos además son un insumo fundamental para el desarrollo de la investigación; por otra parte en el ámbito de la odontología, su uso para la evaluación, planificación y tratamiento es fundamental, así mismo para el seguimiento de una amplia gama de condiciones orales.(Archila-Montañez y Medina-Ocampo, 2021)

Teniendo en cuenta lo anterior las imágenes diagnósticas se consideran una herramienta idónea para el desarrollo de procesos de investigación en odontología, por lo que se ha hecho evidente la necesidad de entender las fortalezas y limitaciones propias de la investigación que usa este insumo para su desarrollo, la literatura reciente identifica una carencia crítica para la formación de nuevos investigadores en la era de la odontología digital (Ndiaye et al., 2024) .

Adicionalmente la universidad genera un volumen significativo de imágenes diagnósticas en su práctica clínica diaria, este valioso suministro representa una oportunidad para el planteamiento de hipótesis y el desarrollo de tecnologías que mejoren la forma de hacer y ver la odontología, sin embargo, se cree que este insumo es subutilizado en la institución para la investigación.

Este es un desafío común en instituciones que aún no implementan los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable) para la gestión de datos de salud, limitando el potencial para investigaciones a gran escala, incluyendo el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial, donde la pérdida o corrupción de información, obstaculiza la colaboración entre investigadores y dificulta la reproducibilidad de los estudios, como señalan autores expertos en la gestión de bases de datos médicas (Wilkinson et al., 2016)

Frente a este panorama, donde las aristas parecen ser tanto técnicas como culturales, un simple análisis cuantitativo del número de imágenes utilizadas sería insuficiente. Se requiere una aproximación que permita comprender en profundidad las percepciones, experiencias y significados que los propios investigadores atribuyen a estos desafíos y oportunidades. Por ello, este estudio adopta un enfoque cualitativo desde un paradigma interpretativo (Woodward et al., 2024), buscando analizar el contenido de los trabajos de grado no como productos, sino como narrativas que revelan las fortalezas y limitaciones del proceso investigativo. Con base en lo

anterior, se plantea la pregunta ¿cuáles son las fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas como insumo para el desarrollo de procesos de investigación a través de trabajos de grado de pregrado y posgrado de la Facultad de Odontología desarrollados en los últimos 5 años en la Universidad Santo Tomás?

1.2 Justificación

En las ciencias de la salud, y particularmente en la odontología, las imágenes diagnósticas son herramientas insustituibles para la formulación de diagnósticos precisos y la planificación de tratamientos (Arias Rojas, 2018). La alta demanda de estos estudios por parte de estudiantes de pregrado y posgrado en la Universidad Santo Tomás genera un volumen considerable de datos visuales que más allá de su propósito clínico inmediato, constituyen un valioso acervo para la investigación.

Adicionalmente, este estudio cobra una relevancia estratégica y oportuna ante la inminente creación del primer posgrado en Radiología Oral y Maxilofacial del país en nuestra facultad. Comprender a fondo las fortalezas y, sobre todo, las barreras sistémicas en el uso de imágenes para investigación, no es solo un ejercicio académico, sino un diagnóstico fundamental. Los resultados de este trabajo servirán como una línea base esencial para estructurar los componentes investigativos del nuevo posgrado, asegurar que los futuros especialistas se formen en un ecosistema optimizado y posicionar a la universidad como líder nacional en esta área.

Teniendo en cuenta que, en el marco del convenio docencia-servicio, los pacientes autorizan mediante consentimiento informado el uso de sus ayudas diagnósticas para fines investigativos resguardando siempre la confidencialidad según la ley 1581 de 2012 (Congreso de la República, 2012a) la universidad posee una oportunidad única para fortalecer su ecosistema de

investigación; sin embargo, este potencial se encuentra limitado al no tener una comprensión de las dinámicas, barreras y oportunidades que enfrentan los investigadores para utilizar este insumo.

Dado lo anterior con el fin de trascender en el diagnóstico institucional se considera importante realizar este estudio de investigación con relación a las fortalezas y limitaciones que nos pueden brindar las imágenes diagnósticas; el cual puede servir como un modelo aplicable a otras instituciones, permitiéndoles evaluar y optimizar sus propios procesos, a su vez el aporte que este estudio puede brindar a la sociedad radica en la identificación de las fortalezas y oportunidades que pueden dar origen a planes de mejoramiento que impacten positivamente la capacidad investigativa desde la formación académica; por lo expuesto previamente esto contribuye a que los profesionales en odontología sean más críticos y competentes para desempeñarse en espacios de docencia, investigación y práctica clínica; por todo lo anterior, la realización de un análisis cualitativo permite explorar las complejidades del proceso investigativo que usa imágenes diagnósticas desde la perspectiva de sus protagonistas. Esto proporciona una comprensión rica y contextualizada que es indispensable para transformar un recurso valioso en un verdadero motor de innovación y conocimiento.

2. Marco teórico

2.1 Imágenes diagnósticas

El científico y físico alemán Wilhelm Conrad Roentgen en el año de 1895 es quién inició las imágenes diagnósticas, donde accidentalmente descubrió una forma de energía que salía a través de un tubo catódico y la cual se proyectaba en una pantalla fluorescente, los cuales fueron denominados rayos Roentgen o Roentgenología (Basrani. Enrique, s/f) dicho acontecimiento lo

hizo acreedor al premio nobel de física, además de ser catalogado como padre de la radiología (Martínez, 2017).

Las primeras imágenes radiográficas reportadas en la literatura fueron de la mano de su esposa, las cuales provocaron una revolución mediática en la época; esto marcó el inicio de avances positivos para la ciencia (Ambu et al., 2014). En 1896 el odontólogo Walkhoff de Alemania tomó la primera radiografía dental a un premolar inferior con un tiempo de exposición de 25 minutos (Herbert H. Frommer, s/f) por lo que los rayos X obtienen su nombre debido a que utilizaron una letra que en las matemáticas y en la física significa un valor indeterminado la “X”, generando por unos 16 años una infinidad de interrogantes que solo el científico Max Von Laue decidió profundizar realizando una investigación sobre el origen concreto de los rayos X con el fin de conocer cómo se originaban en realidad y su poder en favor de la ciencia (Martínez, 2017).

Lo anterior provocó que la radiología contara con grandes pioneros como lo fue William Rollins quién desarrollo la primera unidad dental de rayos X en 1896 e informo también de lesiones cutáneas provocadas por este. Las radiografías ofrecieron la posibilidad de obtener imágenes en dos planos o dimensiones, que ayudaba con el diagnóstico clínico, pero limitaba de alguna forma la posibilidad de reproducir los tejidos en todas sus dimensiones además de la acumulación de radiación ionizante, lo que llevó a la búsqueda de nuevos métodos para la obtención de imágenes tridimensionales iniciando una nueva era que se conoce hoy como tomografía axial computarizada (TAC)(Finlayson y Epifanio, 2008).

El desarrollo de estas imágenes tridimensionales comenzó en el siglo XX cuando el matemático austriaco J. Radón, quién a través de sus fundamentos matemáticos demostró que, si era posible reconstruir un objeto bidimensional o tridimensional, a partir de un conjunto de infinitas proyecciones. Con el pasar de los años Godfrey Hounsfield un ingeniero inglés en la

década de 1970 invento el primer escáner de tomografía computarizada; para entonces es en la época de los 70 donde comienza el paso de la tecnología analógica a la digital, lo que permitió la aparición de nuevas técnicas de imágenes como lo son la resonancia magnética y la tomografía computada (Marcelo Gálvez, s/f). El primer tomógrafo computado clínico se instaló en el hospital Atkinson Morley de Londres en 1972, el cuál era utilizado para obtener solo imágenes cerebrales, luego en 1975 se obtienen las primeras imágenes de abdomen por medio de una tomografía (Marcelo Gálvez, s/f). Con el pasar del tiempo se conoció el método de Hounsfield donde dividía la cabeza en varios planos, cada una de las cuales era irradiada por sus bordes, la técnica buscaba mejorar ciertas limitaciones como lo eran, la imposibilidad de mostrar en una imagen radiológica bidimensional toda la información contenida en una escena tridimensional; segundo, la escasa capacidad para distinguir tejidos blandos; y tercero la imposibilidad de cuantificar las densidades de los tejidos (Raudales Díaz, 2014).

Los primeros informes sobre la tomografía computarizada de haz volumétrico para uso odontológico fueron al final de la década de los años 90; a cargo del italiano Mozzo y colaboradores quienes desde la universidad de Verona en 1998 presentaron resultados sobre esta nueva tecnología basada en la técnica de haz en forma de cono, al cual le fue atribuido el nombre de New Tom-900 (Santana Santos et al., 2010). La historia de las imágenes diagnosticas permitió un gran avance en la detección de diferentes patologías orales; el proceso evolutivo de la ciencia ha demostrado con el tiempo que la posibilidad de optimizar los tratamientos es fundamental en los avances tecnológicos, que permitan evolucionar y contrarrestar el efecto de algunas enfermedades.

Teniendo en cuenta que la información que se puede obtener de las imágenes radiográficas o tomográficas es amplia a partir del estudio realizado por Lasswell en 1941, donde concretó su

idea de un estudio mundial donde pretendía someter al análisis, los símbolos políticos de las editoriales de medios de prensa oficiales de Francia; por todo lo que genero la idea de realizar ese tipo de análisis, años después Gerbner utilizó indicadores culturales generando una mayor relevancia del análisis de contenido, lo que dio como resultado realizar estudios de tipo cualitativo (Krippendorff, 1980). Por lo anterior en el presente trabajo de investigación se busca realizar un estudio investigativo de tipo cualitativo, por lo que, como se presentó en el pasado se sale un poco de los parámetros normales de investigación comunes, pero autores como Lasswell y Gerbner han demostrado gracias a su arduo trabajo que realizar este tipo de estudios es posible; por otra parte el autor Klaus Krippendorff discurre que el análisis de contenido está considerado como una de las metodologías más importantes de la investigación.

2.2 Radiografías

2.2.1. Intraorales

Son aquellas imágenes tomadas desde adentro de la boca, algunas técnicas que se utilizan son:

- *Radiografía de aleta de mordida o interproximal*: permite la detección de caries interproximal y la medición del hueso alveolar (Tirado-Amador et al., 2015).
- *Radiografía periapical*: evalúa el estado del diente, hueso de soporte, extensión de caries, diagnóstico y tratamiento de los canales radiculares (Tirado-Amador et al., 2015). También verifica la proporción corona-raíz, corrobora lesiones periodontales y endodónticas.
- *Radiografía oclusal*: ayuda apreciar áreas o segmentos más extensos en los maxilares, incluyendo piso de boca o paladar, determina la posición buco lingual o localización de algún diente impactado, identifica la expansión de la tabla cortical en caso de patología quística,

establece la expansión de la arcada durante los procedimientos de expansión ortodóntica (Tirado-Amador et al., 2015).

2.2.2 Extraorales

Son aquellas imágenes que son tomadas con equipos fuera de la boca, entre ellas existen:

- *Radiografía panorámica*: es un procedimiento extraoral simplificado, en una única película que permite observar la región maxilomandibular; esta imagen facilita el examen de toda la dentición, hueso alveolar, articulación temporomandibular y estructuras adyacentes; optimiza el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de lesiones patológicas como dientes supernumerarios o impactados, alteraciones del seno maxilar, fosas nasales, lesiones osteológicas y osteogénicas en maxilar y mandíbula (Villalobos-Mendoza et al., 2021).

2.3 Tomografía

La tomografía computarizada (TC) representa una evolución fundamental frente a las limitaciones de la radiografía convencional. Mientras que las imágenes en dos dimensiones sufren de superposición de estructuras anatómicas, la tomografía, desarrollada a partir de los fundamentos matemáticos de J. Radón y el primer escáner de Godfrey Hounsfield en la década de 1970, permite la reconstrucción de objetos en tres dimensiones (Marcelo Gálvez, s/f). Para la odontología, el avance más significativo llegó a finales de los años 90 con la introducción de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT, por sus siglas en inglés), una tecnología diseñada específicamente para el área maxilofacial. Este método genera imágenes detalladas en planos axiales, sagitales y coronales, ofreciendo una visualización libre de distorsión y magnificación de las estructuras óseas y dentales (Santana Santos et al., 2010).

El impacto de la tomografía en la práctica odontológica se debe a su capacidad para proporcionar información diagnóstica de alta precisión. La unidad básica de la imagen tridimensional es el píxel volumétrico o vóxel, que permite obtener reconstrucciones con excelente resolución y detalle anatómico (Santana Santos et al., 2010). Gracias a esto, la CBCT se ha convertido en una herramienta indispensable para la planificación en implantología, la evaluación de casos complejos en endodoncia, la localización de dientes impactados en cirugía oral y ortodoncia, y el diagnóstico preciso de patologías óseas. Su uso mitiga riesgos en procedimientos quirúrgicos y optimiza los planes de tratamiento, consolidándose como un estándar para el diagnóstico y la planificación en situaciones clínicas que demandan una comprensión exhaustiva de la anatomía del paciente (Ambu et al., 2014).

2.4 Aplicación de las imágenes diagnósticas en odontología

2.4.1 Radiografías en odontología

Son utilizadas para examinar un área dental específica, entre las cuales se encuentra; la radiografía panorámica, periapical, oclusal y lateral, cada una con indicación específica para su uso (Webber y Messura, 1999; Whaites, 2010)

2.4.2 Tomografías en odontología

El uso de dispositivos 3D permite examinar estructuras anatómicas con mejor precisión en comparación con las limitaciones que tiene las imágenes bidimensionales. Estas limitaciones por lo general se deben a la superposición de las estructuras anatómicas o la presencia con una mayor densidad (Ambu et al., 2014).

2.5 Metodología Cualitativa

La investigación cualitativa constituye una tradición de indagación científica orientada a la comprensión de fenómenos sociales y humanos desde una perspectiva holística y contextual. Autores como Denzin y Lincoln, (Norman K. Denzin, 2012), la definen como un conjunto de prácticas interpretativas y materiales que buscan hacer visible el mundo, transformándolo en una serie de representaciones que incluyen notas de campo, entrevistas y documentos. A diferencia del enfoque cuantitativo, que persigue la medición objetiva y la generalización de resultados, la investigación cualitativa se enfoca en la profundidad, la textura y el significado de una experiencia particular. Su lógica es predominantemente inductiva, donde las teorías y los modelos explicativos emergen de los datos en lugar de ser probados a partir de hipótesis preestablecidas. El investigador cualitativo se sumerge en el entorno natural del fenómeno para interpretar los significados que los sujetos le atribuyen, reconociendo que el contexto es inseparable de la acción (Hernández Sampieri et al., 2014)

2.5.1 Análisis Documental

El análisis documental es un método de investigación social que emplea documentos como fuente primaria de datos. Un documento, en este contexto, es cualquier registro físico o digital de comunicación que es analizable en relación con un problema de investigación. El sociólogo John Scott (1990) propone un criterio de evaluación para el trabajo con documentos basado en cuatro principios: autenticidad (¿es el documento genuino?), credibilidad (¿es sincero y preciso?), representatividad (¿es el documento típico de su clase?) y significado (¿cuál es su contenido manifiesto y latente?) (John Scott, 1990). Dentro de esta técnica se encuentra el análisis de

contenido, definido por Laurence Bardin como un conjunto de técnicas de análisis de las comunicaciones que utiliza procedimientos sistemáticos y objetivos para describir el contenido de los mensajes. Su objetivo es organizar y sistematizar la información contenida en los documentos para, finalmente, realizar inferencias válidas sobre su contexto, su productor o sus efectos (Bardin, 1991).

2.5.2 Investigación Retrospectiva Basada en Archivos

La investigación retrospectiva basada en archivos es un diseño no experimental que utiliza datos secundarios, es decir, datos que no fueron generados para los propósitos específicos del estudio en curso. Este enfoque permite examinar fenómenos a lo largo del tiempo y analizar procesos sociales, organizacionales o científicos que serían imposibles de observar de manera directa. El trabajo con archivos, sin embargo, presenta desafíos epistemológicos únicos. El investigador se enfrenta a datos que pueden ser fragmentarios, inconsistentes o que fueron recolectados bajo lógicas y propósitos diferentes a los de su investigación. Autores como Hill (1997), (Clara E. Hill, 1997) señalan que el investigador de archivos debe realizar una "crítica de la fuente", comprendiendo el contexto social, político e institucional en el que se produjo el documento para interpretar correctamente su significado. La tarea no es solo analizar el contenido del archivo, sino también comprender su "procedencia" y los procesos que determinaron qué fue registrado y qué fue omitido.

2.5.3 Epistemología del Paradigma Interpretativo

El paradigma interpretativo, también conocido como constructivista, parte de la premisa filosófica de que la realidad social no es una entidad objetiva y externa, sino una construcción

social que emerge de la interacción y la interpretación de los individuos. Sus raíces se encuentran en la sociología comprensiva de Max Weber (Edmilson Menezes, 2022) y su concepto de *Verstehen* (comprensión interpretativa del sentido de la acción social). La meta de la investigación bajo este paradigma no es descubrir leyes universales (positivismo), sino comprender y reconstruir los significados subjetivos que constituyen el mundo social. Autores como Berger y Luckmann, en "La construcción social de la realidad", argumentan que la realidad es mantenida a través del lenguaje y las interacciones cotidianas. Desde esta perspectiva epistemológica, el conocimiento es siempre una interpretación. Guba y Lincoln (1994) (Egon G. Guba e Yvonna S. Lincoln, 1994) proponen que la calidad de una investigación interpretativa no se mide por su validez y fiabilidad en el sentido positivista, sino por su "confiabilidad" que se establece a través de criterios como la credibilidad, la transferibilidad, la dependencia y la confirmabilidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Interpretar las fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas como insumo para el desarrollo de procesos de investigación, a través del análisis de contenido de los trabajos de grado de pregrado y posgrado desarrollados en los últimos 5 años en la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar el corpus de trabajos de grado del periodo 2019-2023 que utilizaron imágenes diagnósticas como insumo principal, mediante un protocolo de búsqueda y selección sistemático.

- Caracterizar cuantitativamente los trabajos de grado seleccionados según el año de publicación, el área de la odontología y el tipo de imagen diagnóstica empleada.
- Analizar e interpretar cualitativamente las fortalezas y limitaciones reportadas en las tesis, mediante la categorización de los hallazgos para identificar barreras y oportunidades existentes.

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio

Se desarrolló una investigación cualitativa desde un paradigma interpretativo, que utilizó la revisión documental como estrategia para la recolección de los datos, tomando como fuente los trabajos de grado del periodo 2019-2023. Para el análisis de estos documentos, se empleó como técnica principal el análisis de contenido, definido por Krippendorff (1980) como “una técnica de investigación destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias válidas que puedan aplicarse a un contexto”. Este método permite la jerarquización de la información a partir de la identificación de macro-temas, categorías y temas para posteriormente hacer la interpretación, en el caso del presente trabajo, de las fortalezas y limitaciones reportadas en los proyectos de grado.

4.2 Selección de la población a estudio

4.2.1 Población

La población consistió en la totalidad de los trabajos de grado (n=661) realizados en la Facultad de Odontología de la Universidad Santo Tomás por estudiantes de pregrado y posgrado durante el periodo 2019-2023. Estos documentos se encontraron alojados en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI), a través del Repositorio Institucional.

4.2.2 Muestra y muestreo

Se tomaron todos los documentos que cumplieran con los criterios de elegibilidad, el objetivo fue la selección deliberada de casos que proporcionen información rica y relevante sobre el fenómeno de interés (Patton, 1991). A partir de la búsqueda preliminar en el CRAI usando los términos "imágenes", "panorámica", "periapical", "tomografía", entre otros, se identificaron 137 documentos elegibles que constituyeron el marco muestral. Tras aplicar los criterios de selección, se conformó una muestra final de 13 trabajos de grado para el análisis profundo.

4.3 Criterios de elegibilidad

4.3.1 Criterios de inclusión

- Documentos que incluyeron imágenes diagnósticas para identificar signos de alteraciones o procesos patológicos.
- Documentos que utilizaron radiografías panorámicas, periapicales, oclusales, lateral de cráneo o tomografías como eje principal para su desarrollo.
- Documentos de trabajos de grado realizados por el pregrado y posgrado en el periodo 2019-2023 en la sede de Bucaramanga.

4.3.2 Criterios de exclusión

- No recuperación del documento en texto completo.
- Documentos que correspondieron a revisiones de la literatura o sistemáticas.
- Documentos de trabajos de grado con imágenes diagnósticas de instituciones diferentes a la USTA o de sedes distintas a Bucaramanga.

4.4 Categorías de Análisis

En coherencia con el enfoque cualitativo, este estudio se basó en categorías de análisis que guiaron la recolección y la interpretación de la información. Estas se dividieron en dos tipos:

4.4.1 Categorías Descriptivas: Utilizadas en la fase inicial para caracterizar el corpus documental. Incluyeron: año de publicación, área de la odontología y tipo de imagen diagnóstica. Estas categorías permitieron contextualizar la muestra (Ver Apéndice A).

4.4.2 Categorías Interpretativas: Constituyeron el núcleo del análisis cualitativo. Se predefinieron dos macro-categorías iniciales: **Fortalezas y Limitaciones**. A partir de estas, y mediante un proceso inductivo, emergieron las categorías y temas finales que estructuran los resultados.

4.5 Instrumento

Se diseñó y utilizó una ficha de extracción de datos estandarizada para recopilar la información de las 13 tesis seleccionadas. El instrumento se estructuró en dos secciones: la primera para registrar las categorías descriptivas de cada tesis y la segunda, un apartado abierto para la extracción textual de todos los fragmentos que hicieran referencia a las fortalezas y limitaciones del uso de imágenes diagnósticas en la investigación.

4.6 Procedimientos

Se realizó una búsqueda exhaustiva en el repositorio CRAI y se aplicaron los filtros y términos clave para obtener el marco muestral de 137 tesis. Posteriormente, se aplicaron rigurosamente los criterios de inclusión y exclusión para llegar a la muestra final de 13 trabajos.

Se realizó una prueba piloto con el 10% de la muestra elegible inicial. El hallazgo clave fue que muchas fortalezas y limitaciones no estaban declaradas explícitamente, sino que debían ser

inferidas. Esto llevó a refinar el protocolo de análisis para incluir tanto el contenido manifiesto como el latente.

El equipo investigador leyó íntegramente cada una de las tesis y diligenció la ficha de extracción de datos, transcribiendo textualmente los fragmentos relevantes para el análisis de contenido.

4.7 Plan de Análisis

Se realizó un análisis de frecuencias y porcentajes de las categorías descriptivas utilizando Microsoft Excel. El propósito de esta fase fue ofrecer un panorama general y contextualizar la muestra del estudio, no realizar inferencias estadísticas.

Posterior a esa caracterización se realizó el Análisis Cualitativo de Contenido. Este fue el núcleo del estudio y siguió un proceso inductivo y sistemático:

4.7.1 Codificación Abierta: Las dos investigadoras leyeron de forma independiente los fragmentos textuales extraídos y asignaron códigos o etiquetas que representaban las ideas centrales de cada pasaje.

4.7.2 Agrupación y Categorización: Los códigos generados se compararon y agruparon por similitud conceptual para formar temas específicos. Posteriormente, estos temas se agruparon en categorías de un nivel superior.

4.7.3 Desarrollo de Macro-Temas: Finalmente, mediante un proceso de abstracción e interpretación, se identificaron los dos macro-temas centrales que engloban las categorías y explican lo abordado de manera integral.

Para garantizar el rigor y la credibilidad del análisis, se empleó una estrategia de consenso entre pares. Tras la codificación individual, las investigadoras se reunieron para discutir las discrepancias hasta llegar a un acuerdo sobre el libro de códigos final. El proceso fue supervisado

y validado por los directores de la tesis. No se utilizó software de análisis cualitativo; el proceso se gestionó manualmente, una práctica válida para un corpus documental de este tamaño.

4.8 Consideraciones éticas

El presente proyecto de investigación se realizó con base a la Resolución 08430 de 1993; mediante la cual se dictan las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Según el artículo 11 de dicha resolución se define esta investigación sin riesgo dado a que es un estudio que empleó técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y en los que no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participaron en el estudio, el objetivo de este trabajo fue revisar las tesis realizadas por estudiantes de pregrado y posgrado de la universidad las cuales incluyeron imágenes diagnósticas, lo anterior fue respaldado por el comité de ética de la universidad Santo Tomás el cual examinó este proyecto teniendo en cuenta las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud.

Con relación a la protección de datos personales se dio tratamiento a cada uno de los trabajos de investigación de los cuales se indagó bajo los principios éticos de la ley 1581 de 2012 (Congreso de la República, 2012b).

5. Resultados

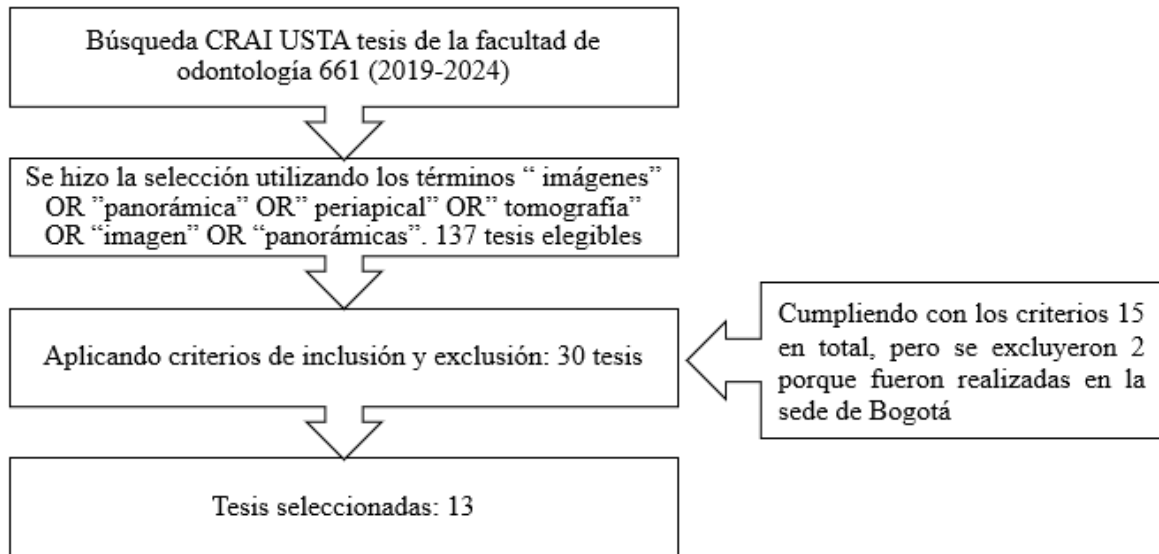
Los resultados que se obtuvieron en este trabajo de investigación fueron reflejados mediante la aplicación de un flujograma que mostró la recolección de la información (Ver Figura 1), seguido del análisis cuantitativo en el cual se mostraron la utilización de las imágenes diagnósticas incluidas en los trabajos de grado de mayor y menor uso junto con las diferentes áreas

de la odontología que realizan la inclusión de estas para sus trabajos investigativos, finalmente se presentan los resultados de un análisis cualitativo el cual permitió describir las limitaciones y fortalezas de las mismas.

5.1. Describir el método de búsqueda y selección de los trabajos de grado que utilizaron las imágenes diagnósticas.

Se realizó la búsqueda en el CRAI de la USTA, el área de odontología donde arrojó 661 tesis, a las cuales se les realizó el filtro entre los años 2019-2023 y se aplicaron términos específicos donde quedaron 137 tesis elegibles. Luego según los criterios de inclusión y exclusión quedaron 30, sin embargo, por disposiciones de privacidad se eliminaron 15 debido a que no se tenía acceso al documento completo y finalmente se excluyeron 2 trabajos que fueron realizados en la sede de Bogotá para quedar con un total de 13 trabajos de grado para el estudio (Anaya Lastre, 2019), (Olaciregui Hernández, 2020), (Rueda Maldonado, 2023) , (Diaz, 2019), (Martinez, 2019), (López, 2022), (Mantilla, 2019), (González Calderón, 2022), (Uribe Cueto, 2019), (Galvis Zambrano, 2020), (Rincón Rodríguez, 2021), (Gutiérrez, 2019), (Castillo, 2023), (Ver Figura 1).

Figura 1. *Flujograma de la búsqueda en el repositorio institucional de los trabajos de grado.*



5.2 Caracterización de las investigaciones realizadas durante los últimos 5 años, el tipo de imagen y área de la odontología.

Finalmente, al realizar la revisión de los trabajos de grado seleccionados que en total fueron 13, se observó que para el año 2019 se realizó el mayor número de tesis utilizando imágenes diagnósticas lo que corresponde al 53,86% (n= 7), el pregrado realizó la mayor cantidad de trabajos de investigación con imágenes que correspondió a un 53,86% (n= 7), el tipo de imagen que se utilizó con mayor frecuencia para las investigaciones fue la radiografías que corresponde a 69,23% (9) dentro de este tipo de ayudas diagnósticas bidimensionales el 66,67% (n=6) fueron radiografías panorámicas (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Características de los trabajos de grado que utilizaron imágenes diagnósticas.

Variables	n (%)
Año de publicación	
2019	7 (53,86)
2020	1 (7,69)

2021	1 (7,69)
2022	2 (15,38)
2023	2 (15,38)
Área de la odontología	
Pregrado	7 (53,86)
Endodoncia	3 (23,08)
Periodoncia	1 (7,69)
Ortodoncia	1 (7,69)
Maestría	1 (7,69)
Tipo de imagen diagnostica	
Radiografías	9 (66,67)
Tomografía	2 (15,38)
Mixta	2 (15,38)
Tipo de radiografía utilizada (n=9)	
Periapicales	2 (22,22)
Panorámicas	6 (66,67)
Perfil o laterales	1 (11,11)

5.3 Análisis de Contenido: Interpretación de las Fortalezas y Limitaciones en la Investigación

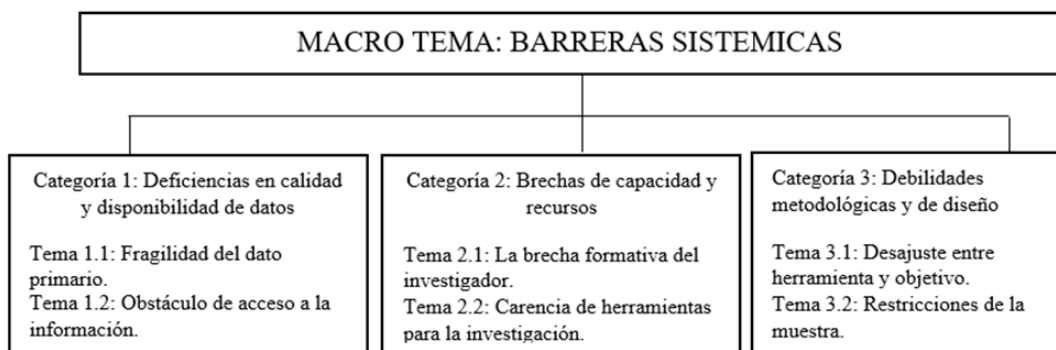
Con base en el análisis de contenido de las 13 tesis seleccionadas y siguiendo la metodología cualitativa descrita en el marco teórico, se realizó un proceso de codificación y categorización para interpretar las fortalezas y limitaciones inherentes al uso de imágenes

diagnósticas. Este proceso, que busca generar inferencias válidas" y riqueza interpretativa, reveló patrones que se exponen a continuación, agrupados en dos macro-temas: las barreras sistémicas que limitan la investigación y el potencial latente evidenciado en las fortalezas.

5.3.1 Limitaciones:

El análisis de contenido sobre las limitaciones reveló un macro-tema central: la existencia de barreras sistémicas que fragilizan el proceso investigativo en la facultad. De este gran tema, emergen tres categorías principales que agrupan los problemas según su origen: 1) Deficiencias en la Calidad y Disponibilidad de los Datos, 2) Brechas de Capacidad y Recursos, y 3) Debilidades Metodológicas y de Diseño. A continuación, se desglosa cada categoría, presentando primero un párrafo de análisis interpretativo que conecta sus temas, seguido de la evidencia textual que los sustenta.

Figura 2. *Limitaciones, barreras sistémicas*



Categoría 1: Deficiencias en la Calidad y Disponibilidad de los Datos

Esta categoría agrupa las limitaciones más fundamentales que afectan la materia prima de la investigación. El análisis revela que los problemas no son aislados, sino que forman una cadena de obstáculos: la investigación se ve frenada desde su inicio por la fragilidad del dato primario, donde las historias clínicas incompletas y las imágenes de mala calidad reducen drásticamente el universo de casos elegibles. A esto se suman los obstáculos de acceso a la información, como los archivos pasivos, que actúan como una segunda barrera, impidiendo que los investigadores puedan siquiera evaluar la calidad de la gran mayoría de los registros históricos. Esta combinación de datos deficientes y acceso restringido fuerza a los investigadores a trabajar con muestras más pequeñas y menos representativas de lo que el acervo de la facultad podría ofrecer.

- Tema 1.1: Fragilidad del Dato Primario.

Pregrado, 2022, Panorámica. "Se seleccionaron 1.384 historias clínicas con registros radiográficos de las cuales, 112, no contaban con consentimiento informado"

Pregrado, 2019, panorámica. "Entre las debilidades de este estudio es necesario hacer énfasis en la dificultad de recolectar datos de las historias clínicas de archivo que están en muchos casos incompletas o fallan en el registro de condiciones como dislipidemias", (Mantilla, 2019)

Pregrado, 2019, panorámica. "de las 1.384 historias clínicas seleccionadas, 108 historias no tenían radiografía, y 12 radiografías eran ilegibles", (López, 2022)

- Tema 1.2: Obstáculos de Acceso a la Información.

Pregrado, 2019, panorámica. “Las historias clínicas correspondientes a los años 2015 a 2017... eran un total de 17.300 No se obtuvo acceso a 15.916 historias clínicas por pertenecer a archivo pasivo”, (López, 2022)

Categoría 2: Brechas de Capacidad y Recursos

Esta categoría se centra en las limitaciones relacionadas con las competencias del equipo investigador y las herramientas disponibles. El análisis interpretativo sugiere que la carencia de herramientas adecuadas para el análisis no es solo una limitación material, sino que está intrínsecamente ligada a la brecha formativa del investigador. La falta de acceso a software de magnificación o negatoscopios puede perpetuar una cultura en la que no se espera ni se exige un análisis de alta complejidad. Esto se refleja en la autopercepción de falta de experiencia y en la subutilización de imágenes como la radiografía panorámica, donde se ignora información diagnóstica valiosa. Se trata de un ciclo vicioso: la falta de herramientas desincentiva la formación avanzada, y la falta de formación avanzada hace que no se perciba como prioritaria la inversión en mejores herramientas.

- Tema 2.1: La Brecha Formativa del Investigador.

Pregrado, 2020, panorámica. "la evaluación se realizó de manera digital y por una sola persona experta en radiología odontológica. Las integrantes de la investigación no participaron en tomar estas medidas ya que se consideró que no contaban con la experiencia necesaria", (Olaciregui Hernández, 2020).

Pregrado, 2019, panorámica. “Se considera la radiografía panorámica esta subutilizada por que los odontólogos se limitan a mirar los dientes, cuando la radiografía panorámica nos ofrece

una imagen más profunda como densidad del hueso, presencia de calcificaciones en tejidos blandos incluyendo la presencia de ateromas en la arteria carótida", (Mantilla, 2019).

- Tema 2.2: Carencia de Herramientas para Análisis.

Endodoncia, 2019, periapicales. "el procedimiento de revisión se hizo sin negatoscopio y sin magnificación", (Anaya Lastre, 2019).

Categoría 3: Debilidades Metodológicas y de Diseño

Esta categoría agrupa las limitaciones que surgen de las decisiones de diseño del estudio, las cuales a menudo son una consecuencia directa de las barreras anteriores. El desajuste entre la herramienta y el objetivo no parece ser una elección por desconocimiento, sino una adaptación forzada; los investigadores reconocen la superioridad de las imágenes 3D pero deben recurrir a las 2D. Esta decisión, impuesta por las barreras de acceso y recursos, conduce directamente a la segunda debilidad: las restricciones de la muestra. Al verse limitados a una única fuente de datos o a los pocos casos a los que pueden acceder, los investigadores terminan trabajando con muestras de conveniencia, lo que compromete la generalización de sus hallazgos y la robustez de sus conclusiones.

- Tema 3.1: Desajuste entre Herramienta y Objetivo.

Endodoncia, 2019, periapicales. "una debilidad de esta investigación fue realizar la observación a través de radiografías periapicales, las cuales son imágenes bidimensionales que tienen como principal desventaja la superposición de imágenes, lo cual disminuye la sensibilidad y especificidad de esta imagen diagnóstica", (Anaya Lastre, 2019).

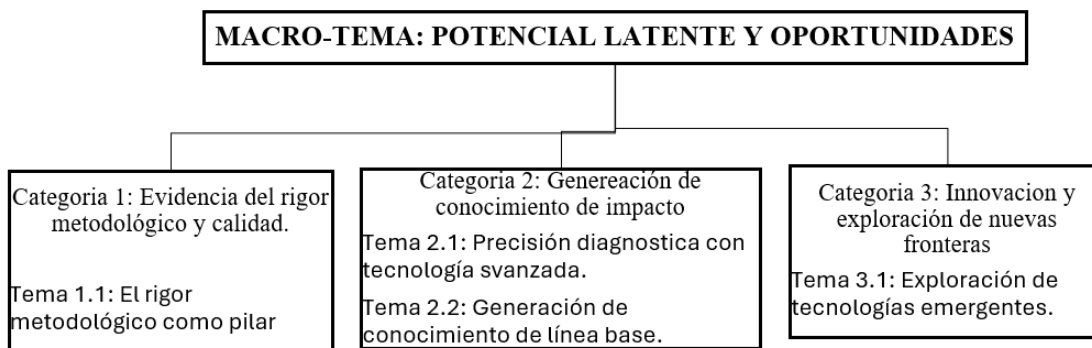
- Tema 3.2: Restricciones de la Muestra.

Ortodoncia, 2023, lateral. "Dentro de las limitaciones del estudio se destaca la muestra la cual solo fue obtenida del centro de imágenes diagnosticas de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca", (Rueda Maldonado, 2023).

5.3.2 Fortalezas

El análisis de las fortalezas desveló un macro-tema de potencial latente y oportunidades para la generación de conocimiento de alto impacto. Este potencial se articula en tres categorías principales que reflejan dónde residen las oportunidades: 1) Evidencia de Rigor Metodológico y Calidad, 2) Generación de Conocimiento de Impacto, y 3) Innovación y Exploración de Nuevas Fronteras.

Figura 3. *Fortalezas potenciales latente y oportunidades*



Categoría 1: Evidencia de Rigor Metodológico y Calidad

Esta categoría demuestra que, a pesar de las barreras, es posible realizar investigación de alta calidad. El análisis de este tema sugiere que el rigor metodológico es una variable controlable por el investigador que puede compensar otras limitaciones. La implementación de procesos como

la calibración no solo mejora la fiabilidad de un estudio en particular, sino que establece un estándar de calidad y demuestra un compromiso con la validez científica que eleva el nivel de la investigación en la facultad.

- Tema 1.1: El Rigor Metodológico como Pilar.

Ortodoncia, 2023, lateral. "Dentro de las fortalezas del estudio, se encuentra el entrenamiento y calibración que se realizó a las tres investigadoras con un experto para seleccionar a la investigadora con mejor resultado de reproducibilidad", (Rueda Maldonado, 2023).

Categoría 2: Generación de Conocimiento de Impacto

Esta categoría agrupa las fortalezas relacionadas con la relevancia y aplicabilidad de los hallazgos. Se infiere que, cuando se superan las barreras de acceso a la tecnología, la investigación produce resultados de alto impacto clínico, como la precisión diagnóstica con tecnología avanzada. Al mismo tiempo, incluso con herramientas convencionales, las imágenes sirven para la generación de conocimiento de línea base, llenando vacíos de información epidemiológica local y aportando valor al contexto de salud regional.

- Tema 2.1: Precisión Diagnóstica con Tecnología Avanzada.

Endodoncia, 2019, CBCT. "La CBCT demostró ser una herramienta confiable para observar Periodontitis Apical debido a que facilita el análisis del diente y sus estructuras adyacentes en tres dimensiones", (Uribe Cueto, 2019).

Pregrado, 2019, periapical, CBCT. "Los resultados encontrados indican que las CBCT pueden ser más recomendables para obtener mediciones más precisas para el éxito del tratamiento endodóntico", (Díaz, 2019).

- Tema 2.2: Generación de Conocimiento de Línea Base.

Pregrado, 2023, panorámica. "Como fortalezas de este estudio se puede mencionar que es el primer trabajo de investigación que documenta la prevalencia de los dientes supernumerarios vistas en radiografías en pacientes que acuden a consulta al a universidad Santo Tomas", (Castillo, 2023).

Categoría 3: Innovación y Exploración de Nuevas Fronteras

Esta categoría resalta la capacidad de utilizar las imágenes como un catalizador para ir más allá de la práctica convencional. El análisis de este tema demuestra que el acervo de imágenes, a pesar de sus limitaciones, es un recurso lo suficientemente valioso como para permitir la exploración de tecnologías emergentes. La incursión en áreas como la Inteligencia Artificial no solo representa un avance técnico, sino una fortaleza cultural, mostrando una disposición a la innovación y al trabajo interdisciplinario que puede abrir nuevas líneas de investigación para la facultad.

- Tema 3.1: Exploración de Tecnologías Emergentes.

Periodoncia, 2020, periapicales. "Como fortaleza podemos resaltar la experiencia única y el gran aprendizaje en el área de Inteligencia artificial (Deep Learning) y el trabajo interdisciplinario en el sistema de redes neuronales desarrollado", (Galvis Zambrano, 2020).

6. Discusión

Nuestros hallazgos revelan una escasa vinculación de las imágenes diagnósticas en trabajos de grado realizados en la facultad de odontología de la universidad, así como una marcada falta de disponibilidad de este insumo para la investigación. Esta situación, si bien es un desafío local,

resuena con la literatura global que señala dificultades inherentes en la recopilación de datos y el entrenamiento de algoritmos para la inteligencia artificial (IA) en radiología odontológica. A pesar de estas barreras, la facultad ha incursionado en el deep learning y las redes neuronales, (Galvis Zambrano, 2020), lo cual, según Ali et al , abre oportunidades significativas para el desarrollo de modelos que coadyuven al diagnóstico, (Ali et al., 2025). Este potencial, se ve directamente obstaculizado por la ausencia de una base de datos organizada y fácilmente accesible, un factor importante dado que la calidad y el volumen de los datos de entrenamiento son primordiales para el rendimiento de la IA. La paradoja es evidente: la universidad posee un valioso recurso de imágenes diagnósticas, pero este permanece poco explorado y subaprovechado, (Xu et al., 2025).

El interés observado en los estudiantes de pregrado por el uso de radiografías panorámicas, periapicales y laterales en sus investigaciones sugiere una percepción de estos recursos como disponibles y abundantes dentro de la institución, (Martinez, 2019), (Olaciregui Hernández, 2020). No obstante, esta aparente disponibilidad contrasta con la subutilización de la radiografía panorámica, donde los profesionales a menudo se limitan a la evaluación dental sin explotar la riqueza de información que pueden ofrecer, como la densidad ósea o la presencia de calcificaciones en tejidos blandos, incluyendo ateromas carotídeos, (Castillo, 2023). Este fenómeno resalta una brecha en la formación y en la práctica clínica, tal como lo subraya Math et al quienes sugieren que la interpretación radiográfica precisa es fundamental y que recursos como módulos interactivos de e-learning pueden mejorar significativamente estas habilidades, (Math et al., 2025).

La implementación de estrategias de formación continua y la integración de nuevas tecnologías de aprendizaje son, por tanto, cruciales para cerrar esta brecha y fomentar un análisis más exhaustivo y cualitativo de las imágenes.

La Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) es como una herramienta de mayor relevancia para hallazgos específicos y la planificación de tratamientos complejos. Trabajos de maestría en la facultad, por ejemplo, han comparado su reproducibilidad con métodos convencionales en la determinación de fracasos en tratamientos endodónticos, (Rincón Rodríguez, 2021).

Esto se corrobora con estudios internacionales que confirman la utilidad de la CBCT para evaluaciones detalladas en diversas áreas, como los efectos esqueléticos, dentoalveolares y periodontales de la expansión palatina rápida (RPE) y MARPE, incluso con dosis optimizadas que no comprometen la información diagnóstica, (Chun et al., 2022). La precisión de la CBCT, a diferencia de las radiografías 2D, se ve menos afectada por la habilidad del operador, un factor crítico señalado por Ghazali et al, quienes demostraron que la precisión de las radiografías periapicales puede variar según la experiencia del operador, mientras que la CBCT mantiene una consistencia superior, (Ghazali et al., 2021). Por ello, es imperativo que las instituciones académicas aseguren la capacitación adecuada para su correcta utilización e interpretación.

En el área de endodoncia, la CBCT ha demostrado ser una herramienta confiable para observar Periodontitis Apical, (Uribe Cueto, 2019), facilitando el análisis tridimensional y siendo empleada en ensayos clínicos para comparar parámetros de grosor óseo vestibular, (Mildenberger et al., 2002).

La dificultad para acceder a historias clínicas completas o la ausencia de consentimientos informados adecuados para la investigación, no solo limita los estudios, sino que plantea serias dudas sobre la gestión de la información recopilada en el entorno clínico, es indispensable adherirse a directrices éticas rigurosas sobre la recopilación, almacenamiento y uso de datos,

asegurando el cumplimiento de normativas como la Ley 1581 de 2012. (Congreso de la República, 2012a)

La creación de un repositorio digital de imágenes radiográficas bien organizado y con capacidad de búsqueda podría transformar la docencia, la asistencia y la investigación. Tal sistema permitiría superar muchas de las limitaciones identificadas, como la dificultad de acceso y la fragmentación de la información, y potenciaría la investigación colaborativa y el desarrollo de nuevas herramientas diagnósticas. La implementación de "mejores prácticas" en la gestión de estos repositorios, incluyendo la estandarización de metadatos y la adhesión a principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable), es fundamental para maximizar su valor científico y clínico, (Valenza y Walji, 2007).

Para la integridad de esta investigación, fue imperativo realizar un ejercicio de reflexividad crítica sobre el proceso metodológico. Como miembros de la comunidad académica de la Universidad Santo Tomás, nuestro posicionamiento nos otorgó una comprensión contextual profunda del problema, pero también nos exigió una vigilancia constante para minimizar sesgos interpretativos. La limitación más significativa de este estudio reside en el proceso de selección de la muestra. A pesar de partir de un universo de 661 tesis, el filtrado final resultó en un corpus de análisis de solo 13 trabajos de grado. La reducción más drástica ocurrió al pasar de 30 tesis elegibles a las 13 finales, debido a barreras como la no recuperación del documento en texto completo y otras disposiciones de privacidad, lo que implica que nuestros hallazgos se basan en los casos accesibles, y no necesariamente en los más representativos o "ricos" en información. Los hallazgos e interpretaciones son sólidos dentro de los límites de la muestra analizada, pero reconocemos que la profundidad de los hallazgos está acotada por las barreras de acceso a los datos que enfrentamos.

La probable ausencia de saturación teórica, al no poder acceder a un corpus documental más amplio, significa que los hallazgos presentados, aunque robustos, podrían no abarcar la totalidad de las fortalezas y limitaciones existentes en la Facultad.

7. Conclusiones

El aprovechamiento de las imágenes diagnósticas para la investigación está limitado por un ciclo interconectado de barreras sistémicas. El proceso investigativo es frágil desde su concepción, no por falta de interés, sino por una cadena de obstáculos: la deficiente calidad y el difícil acceso a los datos primarios obliga a los investigadores a adoptar compromisos metodológicos que, a su vez, debilitan la robustez de sus hallazgos.

La investigación con imágenes diagnósticas es impulsada mayoritariamente por estudiantes de pregrado (53.85%). Esta dependencia sugiere una cultura investigativa que opera con los recursos más accesibles, como las radiografías panorámicas (66.67%), en parte porque la formación de pregrado se centra en la interpretación de imágenes bidimensionales y no necesariamente entrena para el análisis de estudios más complejos. En contraste, los posgrados clínicos suman una participación menor (38.46%); sin embargo, a pesar de este volumen más bajo, sus propuestas de investigación demuestran una mayor alineación con temas actuales e interesantes, que aprovechan tecnologías avanzadas.

A pesar de las barreras, existe un potencial latente para la investigación de alto impacto. La capacidad de la facultad para generar conocimiento relevante se manifiesta claramente cuando se superan los obstáculos. La aplicación de rigor metodológico, el uso de tecnología avanzada como la CBCT para obtener resultados de precisión clínica y la incursión en áreas de frontera

como la inteligencia artificial, demuestran que el talento y la capacidad existen, pero son frecuentemente reprimidos por las limitaciones del sistema.

En última instancia, la facultad se enfrenta a una paradoja: posee un valioso acervo de imágenes y un cuerpo estudiantil motivado, pero carece de la infraestructura de gestión de datos y de la formación continua necesaria para transformar ese potencial en un motor sostenido de conocimiento. La investigación con imágenes diagnósticas, por tanto, no es una práctica consolidada, sino una actividad marcada por esfuerzos aislados que deben sortear los obstáculos de un sistema que no está optimizado para apoyarlos.

8. Recomendaciones

Con base en los hallazgos y conclusiones de este estudio, se proponen las siguientes recomendaciones, jerarquizadas según su plazo de implementación para facilitar una hoja de ruta estratégica para la Facultad de Odontología.

A corto plazo se proponen estrategias que capitalicen los recursos existentes y fomenten un cambio cultural, como el diseñar e implementar un programa de formación continua a través de cursos y talleres para estudiantes y docentes, enfocados en la interpretación clínica de imágenes diagnósticas, su uso en investigación, la identificación de hallazgos incidentales con potencial investigativo y las consideraciones éticas asociadas. Por otro lado, desde los seminarios de investigación de pregrado y posgrado, se debe promover activamente el uso del acervo de imágenes existente como insumo para nuevos proyectos. Se puede crear un catálogo de casos de interés anonimizados que sirvan como punto de partida para que los estudiantes formulen preguntas de investigación pertinentes y viables.

A mediano plazo se propone emprender un proyecto formal para la creación de un sistema de archivo digital centralizado, con protocolos claros de indexación y búsqueda que facilite el acceso controlado para fines de investigación, garantizando siempre la seguridad y confidencialidad de los datos del paciente.

Finalmente, a largo plazo se recomienda realizar acciones que posicionen a la facultad en la frontera del conocimiento, como evaluar y desarrollar un repositorio para Inteligencia Artificial. Una vez consolidado el archivo digital, se debe evaluar la viabilidad de crear un sistema de gestión de información y etiquetado riguroso, con el cual trabajar en el desarrollo y entrenamiento de algoritmos de IA que puedan servir como herramientas de apoyo para el diagnóstico oportuno de enfermedades bucomaxilofaciales. Este proyecto debería considerar la colaboración interdisciplinaria con facultades de ingeniería o ciencia de datos.

Referencias

- Ali, M., Irfan, M., Ali, T., Wei, C. R., y Akilimali, A. (2025). Artificial intelligence in dental radiology: a narrative review. *Annals of Medicine & Surgery*, 87(4), 2212–2217. <https://doi.org/10.1097/MS9.00000000000003127>
- Ambu, E., Ghiretti, R., y Loziosi, R. (2014). *Radiología 3D en odontología*. AMOLCA.
- Anaya Lastre, J. C. J. J. L. (2019). *Frecuencia de hallazgos endodónticos evaluados en radiografías periapicales digitales tomadas en la Universidad Santo Tomás durante los años 2016 y 2017*.
- Archila-Montañez, E., y Medina-Ocampo, P. E. (2021). Interpretation of periapical healing in radiological images. A review. En *Revista Científica Odontológica* (Vol. 9, Número 4). Universidad Científica del Sur. <https://doi.org/10.21142/2523-2754-0904-2021-087>
- Arias Rojas, A. (2018). *El diagnóstico en odontología* (Programa Editorial Universidad del Valle., Ed.; primera). Programa Editorial Universidad del Valle.
- Bardin, L. (1991). *El análisis de contenido* (C. Suarez, Trad.). Ediciones Akal. <https://www.casadellibro.com.co/libro-el-analisis-de-contenido/9788476000939/154435>
- Basrani. Enrique, Blank. A. J. Cañete. M. T. (s/f). *RADIOLOGIA EN ENDODONCIA*.
- Bornstein, M., Scarfe, W., Vaughn, V., y Jacobs, R. (2014). Cone Beam Computed Tomography in Implant Dentistry: A Systematic Review Focusing on Guidelines, Indications, and Radiation Dose Risks. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(Supplement), 55–77. <https://doi.org/10.11607/jomi.2014suppl.g1.4>

- Castillo, A. C. M. (2023). *Asociación de factores de riesgo cardiovascular y presencia de imágenes sugestivas de ateroma carotideo en personas atendidas en la Universidad Santo Tomás, Bucaramanga 2020* [Universidad Santo Tomás de Aquino]. <http://hdl.handle.net/11634/50680>
- Chun, J.-H., de Castro, A. C. R., Oh, S., Kim, K.-H., Choi, S.-H., Nojima, L. I., Nojima, M. da C. G., y Lee, K.-J. (2022). Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion (RPE) and miniscrew-assisted RPE (MARPE): a prospective randomized clinical trial using low-dose CBCT. *BMC Oral Health*, 22(1), 114. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02138-w>
- Clara E. Hill, B. J. T. E. N. Williams. (1997). A Guide to Conducting Consensual Qualitative Research. *Counseling Psychologist*, Vol. 25, 517–564.
- Congreso de la República. (2012a). *Ley 1581 de 2012: “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales”* (pp. 1–9). Diario Oficial.
- Congreso de la República. (2012b). *Ley 1581 de 2012: “Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales”* (pp. 1–9). Diario Oficial.
- Diaz, Laura. (2019). *Variación de longitud en incisivos inferiores comparadas mediante dos medios diagnósticos*. Universidad Santo Tomás de Aquino.
- Edmilson Menezes, N. M. de C. C. (2022). Elements of Max Weber’s comprehensive sociology: categorical application for research in education. *Educ. Pesqui.*, São Paulo, Vol. 48, 1–17.
- Egon G. Guba e Yvonna S. Lincoln. (1994). *Paradigmas en competencia en la investigación cualitativa: Vol. Vol. I* (Handbook of qualitative research, Ed.).

- Finlayson, A. E., y Epifanio, R. (2008). La tomografía computarizada de haz cónico. *UstaSalud*, 7(2), 125. <https://doi.org/10.15332/us.v7i2.1190>
- Freedman, M., Steller, D., Jafroudi, H., y Mun, S. K. (1995). Quality control of storage phosphor digital radiography systems. *Journal of Digital Imaging*, 8(2), 67–74. <https://doi.org/10.1007/BF03168129>
- Fuhrmann, A. (2011). Importancia de la radiografía panorámica transversal en comparación con la tomografía volumétrica digital. *Quintessence*, 24(1).
- Galvis Zambrano, L. M. A. B. L. D. G. T. L. A. (2020). *Sistema de Apoyo Diagnóstico Periodontal con Deep Learning para las Clínicas Odontológicas de la Universidad Santo Tomas, 2020: Fase I - Insumos y Criterios Radiográficos*.
- Ghazali, L., Mohd Yusof, M. Y. P., y Norman, N. H. (2021). Effects of scanning parameters reduction in dental radiographs on image quality and diagnostic performance: A randomised controlled trial. *Journal of Orthodontics*, 48(1), 5–12. <https://doi.org/10.1177/1465312520971641>
- González Calderón, M. K. N. del T. M. A. P. P. S. M. (2022). *Concordancia en la localización de conductos y variaciones anatómicas radiculares en primer premolar inferior mediante visión directa, microscopio clínico y lupas*. Universidad SantoTomas.
- Gutiérrez, J. G. Daniela. (2019). *Concordancia de los métodos Nolla, Demirjian y Moorrees para la determinación de la edad por medio de radiografías panorámicas*. Universidad Santo Tomás de Aquino.
- Herbert H. Frommer, J. J. S.-S. (s/f). *radiologia dental*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). Mc Graw Hill.

- Hessenbruch, A. (2002). A brief history of x-rays. *Endeavour*, 26(4), 137–141.
[https://doi.org/10.1016/S0160-9327\(02\)01465-5](https://doi.org/10.1016/S0160-9327(02)01465-5)
- Jain, S., Choudhary, K., Nagi, R., Shukla, S., Kaur, N., y Grover, D. (2019). New evolution of cone-beam computed tomography in dentistry: Combining digital echnologies. *Imaging Science in Dentistry*, 49(3), 179–190.
<https://doi.org/10.5624/isd.2019.49.3.179>
- John Scott. (1990). *A Matter of Record: Documentary Sources in Social Research* (Polity, Ed.; 1a ed., Vol. 1). 8 Enero 1991.
- Krippendorff, K. (1980). *Metodología de análisis de contenido* (Paidós Ibérica S.A). Editorial Paidós.
- López, L. C. C. Q. Sebastián. (2022). *Evaluación de la erupción de segundos molares permanentes en radiografías panorámicas en pacientes en dentición mixta*. Universidad Santo Tomás de Aquino.
- Mantilla, D. M. L. H. J. (2019). *Prevalencia de Dientes Incluidos, Retenidos e Impactados, en Radiografías Panorámicas De La Universidad Santo Tomás, Bucaramanga de 2015 a 2017*. Universidad Santo Tomás de Aquino.
- Marcelo Gálvez, D. M. (s/f). *SOME HISTORICAL LANDMARKS IN THE DEVELOPMENT OF MEDICAL IMAGING*. <http://www.nobelprize.org/>.
- Martínez, D. Y. (2017). *Introducción a la Radiología*. Fundación Universitaria del Área Andina. <http://www.areandina.edu.co>
- Martinez, J. M. Juan. (2019). *Prevalencia de dientes supernumerarios en pacientes que asisten a consulta entre las edades de 7 – 16 años a la Universidad Santo Tomás, sede Floridablanca*. Universidad Santo Tomás de Aquino.

- Math, S. Y., Sultan, O. S., Anuar, M. F. B. Z., y Pacheco-Pereira, C. (2025). Interactive E-Learning Module: enhancing panoramic radiograph interpretation skills of dental students. *Journal of Dental Education*. <https://doi.org/10.1002/jdd.13923>
- Mildenberger, P., Eichelberg, M., y Martin, E. (2002). Introduction to the DICOM standard. *European Radiology*, 12(4), 920–927. <https://doi.org/10.1007/s003300101100>
- Ndiaye, A. D., Gasqui, M. A., Millioz, F., Perard, M., Leye Benoist, F., y Grosogeat, B. (2024). Exploring the Methodological Approaches of Studies on Radiographic Databases Used in Cariology to Feed Artificial Intelligence: A Systematic Review. En *Caries Research* (Vol. 58, Número 3, pp. 117–140). S. Karger AG. <https://doi.org/10.1159/000536277>
- Norman K. Denzin, Y. S. L. (2012). *Manual de investigación cualitativa: Vol. Vol. I* (Gedisa). 2012.
- Olaciregui Hernández, M. C. C. R. M. C. F. B. G. F. F. L. (2020). *Identificación temprana de impactación de caninos maxilares mediante radiografías panorámicas digitales en niños de 6 a 12 años que asisten a las clínicas del niño de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga*.
- Patton, M. Q. (1991). Qualitative Evaluation and Research Methods. *Research in Nursing & Health*,.
- Raudales Díaz, I. R. (2014). Imágenes diagnósticas: conceptos y generalidades. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas*, 1. <https://www.academia.edu/download/63045355/imagen20200421-94216-1vq7z9.pdf>
- Rincón Rodríguez, M. L. (2021). *Evaluación de la reproducibilidad y validez de criterio de la radiovisiografía digital y radiografías digitalizadas ps pix para identificar variaciones*

anatómicas en premolares inferiores observadas en tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

Rueda Maldonado, A. M. J. B. M. J. V. C. S. M. (2023). *Relación entre la posición del incisivo central superior con el biotipo facial y la clasificación esquelética.*

Santana Santos, T. de, Carvalho Raimundo, R. de, Arias Guillén, A. R. M., Dias de Oliveira e Silva, E., y Amorín Gomez, A. C. (2010). The use of cone beam computed tomography in dentistry. *Odontol. Clín.-Cient., Recife*, 9(4), 303–306.

Tirado-Amador, L. R., González-Martínez, F. D., y Sir-Mendoza, F. J. (2015). Uso controlado de los rayos X en la práctica odontológica. *Revista Ciencias de la Salud*, 13(1), 99–112. <https://doi.org/10.12804/revsalud13.01.2015.08>

Uribe Cueto, O. G. G. M. A. C. Q. N. A. (2019). *Prevalencia de periodontitis apical en dientes del maxilar inferior evaluados en CBCT.* Universidad Santo Tomas.

Valenza, J. A., y Walji, M. (2007). Creating a searchable digital dental radiograph repository for patient care, teaching and research using an online photo management and sharing application. *AMIA ... Annual Symposium proceedings. AMIA Symposium*, 1143. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18694239>

Villalobos-Mendoza, J. A., Guerra, G. A., Sanin, L. H., Baeza-Rubio, R. E., y Hinojos-Villalobos, N. E. (2021). Potencial del uso de la radiografía panorámica como ayuda diagnóstica en derechohabientes de una institución de seguridad social. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 78(6), 346–349. <https://doi.org/10.35366/102976>

Webber, R. L., y Messura, J. K. (1999). An in vivo comparison of diagnostic information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral*

Radiology, and Endodontology, 88(2), 239–247. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(99\)70122-8](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(99)70122-8)

Whaites, E. (2010). *Radiología odontológica* (2a ed.). Editorial Medica Panamericana.

Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, Ij. J., Appleton, G., Axton, M., Baak, A., Blomberg, N., Boiten, J. W., da Silva Santos, L. B., Bourne, P. E., Bouwman, J., Brookes, A. J., Clark, T., Crosas, M., Dillo, I., Dumon, O., Edmunds, S., Evelo, C. T., Finkers, R., ... Mons, B. (2016). Comment: The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

Woodward, A., Nimmons, D., Davies, N., Walters, K., Stevenson, F. A., Protheroe, J., Chew-Graham, C. A., y Armstrong, M. (2024). A qualitative exploration of the barriers and facilitators to self-managing multiple long-term conditions amongst people experiencing socioeconomic deprivation. *Health Expectations*, 27(2). <https://doi.org/10.1111/hex.14046>

Xu, Z., Lin, A., y Han, X. (2025). Current AI Applications and Challenges in Oral Pathology. *Oral*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/oral5010002>