



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL
HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL**

Autores:

Br. Marquina, Gloismar

Br. Sandia, Ayender

Urb. Yuma II, calle No 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
CARRERA: ODONTOLOGÍA



EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar por el
título de Odontólogo.

Autores:

Autor(a): Br. Marquina, Gloismar

Autor(a): Br. Sandia, Ayender

Tutor(a): Irma Laurentin

San Diego, Mayo de 2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto, elaborado por las ciudadanas **Marquina Gloismar y Sandia, Ayender**, titulares de la cédula de identidad N° V. 27.638. 077 y V. 26. 491. 170, respectivamente, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es **EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL**, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto y de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 14 días del mes de noviembre del año dos mil veintidós


Prof. IRMA LAURENTIN
CIV- 7.081.814



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe Irma Laurentin, portador de la cédula de identidad N° V- 7.081.814, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por las ciudadanas, **Marquina Gloismar** y **Sandía Ayender**, portadoras de la cédula de identidad N° V- 27.638.077 y V- 26. 491. 170, titulado **EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL**, presentado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe. En San Diego, a los 27 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés


Prof. IRMA LAURENTIN
CI V-7.081.814



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del trabajo de grado titulado **"EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL"**, realizado por los Bachilleres **MARQUINA GLOISMAR** y **SANDIA AYENDER**, titulares de la cédula de Identidad N° **V-27.638.077** y **V-26.491.170**, respectivamente. Cursantes de la carrera **ODONTOLOGÍA**, hace constar que después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su **aprobación**.

En San Diego, a los veintiséis días del mes de Junio del año dos mil veintitrés

Jurado
Nombre: **Nereida Castillo**
C.I.: **7088949**



Jurado
Nombre: **Astrid Rivas**
C.I.: **8830766**

Tutor Académico:
Nombre: **IRMA LAURENTIN**
C.I.: **7.081.814**

Dedicatoria.

*A Dios Todopoderoso, que me ilumina y guía en todo momento,
gracias por darme una familia maravillosa
y por ponerme en este camino personas increíbles
que hicieron que todo esto fuese posible.*

*Especialmente a mis padres Glorimar Fernández y Jesus Marquina
fuente de amor e inspiración en todas mis metas,
gracias por ayudar a llevar las cargas de mis preocupaciones
de forma incondicional,
por su confianza y apoyo,
para cumplir este gran sueño que hoy se ve materializado
gracias por compartir esta ilusión.*

*A mis amigos, gracias por ser parte de mi mundo,
compartir y celebrar mis alegrías.*

*A mi compañero de tesis, la providencia nos unió sabiamente
para sostenernos en este recorrido.*

*A mis profesores, gracias por su dedicación,
compartir sus conocimientos y experiencias.*

Marquina Gloismar

Dedicatoria

*A mis padres Mauricio Mora y Benilde Guerrero
por apoyarme en todo momento a lo largo de este camino,
este triunfo es de ustedes también,
gracias por confiar en mi y ser mi mayor ejemplo a seguir.*
*A mis hermanos Yuglenny Mora, Idania Mora, Mauricio Mora y
Maurybeth Mora por su confianza y apoyo,
este logro es dedicado a ustedes.*

*A mis amigos Marcelo Pulido, Anthony Mora, Bryan Rosales,
Germán Santaella, Alexander Valbuena, Maoly Valbuena, Yeimy
Rueda, Ana Petit, Maria Fernanda Castillo, Juan Antonio Iglesias,
Orlan Barazarte, Angelica Camargo, Wederly Cobo, quienes fueron
apoyo incondicional a lo largo de este camino
y se convirtieron en mi familia.*

*A mi compañera de tesis Gloismar Marquina
por su apoyo en la elaboración de este trabajo
y su amistad incondicional a lo largo de la carrera,
gracias por formar parte de esta etapa.*

Sandia Ayender

ÍNDICE GENERAL
CONTENIDO

| | pp. |
|---|------------|
| Páginas Preliminares | ii |
| Resumen Informativo | x |
| Informative Summary | xi |
| Introducción | 1 |
| | |
| CAPÍTULO I EL PROBLEMA | |
| 1.1 Planteamiento | 5 |
| 1.2 Formulación del problema | 6 |
| 1.3 Objetivos | 7 |
| 1.3.1 Objetivo general | 7 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 7 |
| 1.4 Justificación | 7 |
| | |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Antecedentes de la investigación | 9 |
| 2.2 Bases teóricas | 11 |
| 2.3 Bases legales | 19 |
| | |
| CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO | |
| 3.1 Tipo de investigación | 20 |
| 3.2 Diseño de la investigación | 20 |
| 3.3 Búsqueda y selección de la información | 20 |
| | |
| CAPÍTULO IV | |
| 4.1 Evolución de la radiología intraoral convencional hacia la radiología digital. | 22 |
| | |
| CAPÍTULO V CONCLUSIONES | |
| 5.1 Conclusiones | 43 |
| 5.2 Recomendaciones | 43 |
| REFERENCIAS | 44 |

LISTA DE TABLAS

CONTENIDO

| TABLA | pp. |
|--|------------|
| 1. Principios y Materiales de la radiografía oral intraoral convencional y digital. | 33 |
| 2. Ventajas y desventajas de la radiografía intraoral digital con respecto a la convencional. | 39 |
| 3. Resumen de los artículos seleccionados para el análisis comparativo de ambas radiologías | 40 |

LISTA DE TABLAS

GRÁFICO

| | |
|--|-----------|
| 1. Línea de tiempo sobre los avances científicos de la radiología | 30 |
|--|-----------|



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL
HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL

Autor: Gloismar Marquina

Ayender Sandia

Tutor académico: Irma Laurentin

Fecha: Mayo, 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Introducción: en la odontología han sido muchas las actualizaciones y con ello ha evolucionado la radiología convencional a radiología digital. **Objetivo:** Analizar la evolución de la radiología intraoral convencional hacia la radiología digital. **Metodología:** se realizó una investigación de tipo documental descriptiva, la búsqueda de información utilizando las bases de datos Scielo, PubMed, Elsevier Direct y Redalyc. Se seleccionaron artículos científicos de los últimos 5 años en idioma español e inglés, relacionados con los objetivos de la investigación. Se utilizaron como palabras claves: historia, radiología intraoral convencional, radiología intraoral digital. **Resultados:** La evidencia científica muestra que tanto la radiografía intraoral convencional como la digital ofrecen imágenes equivalentes en cuanto a su calidad. Para ambas tecnologías, los procesos inadecuados generan imágenes de baja calidad, mayor número de repeticiones y por consiguiente mayor exposición del paciente. La radiografía convencional puede ser usada en procesos legales por ser inalterable, no así las digitales.

Conclusión: Existen diferencias importantes entre ambos métodos, y ventajas en el uso de la radiografía digital en relación con el ahorro de tiempo; en el caso de los revelados, la radiografía digital es instantánea y genera más oportunidades de interconsulta en el diagnóstico y tratamiento de patologías con un enfoque multidisciplinario en tiempo real.

Descriptor: Radiología intraoral convencional y digital, evolución



**BOLIVARIAN REPUBLIC OF VENEZUELA
UNIVERSITY JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
SCHOOL OF DENTISTRY**



**EVOLUTION FROM CONVENTIONAL INTRA-ORAL RADIOLOGY
TOWARDS DIGITAL RADIOLOGY**

**Author: Gloismar Marquina
Ayender Sandia
Tutor: Irma Laurentin
Research line: Radiology
Date: May, 2023**

INFORMATIVE SUMMARY

Introduction: in the odontology there have been many updates and with this, conventional radiology has evolved to digital radiology. **Objective:** To analyze the evolution of conventional intraoral radiology towards digital radiology. **Metodology:** a descriptive documentary research was carried out, the search for information using the Scielo, PubMed, Elsevier Direct and Redalyc databases. Scientific articles from the last 5 years in Spanish and English, related to the objectives of the research, were selected. Key words were used: history, conventional intraoral radiology, digital intraoral radiology. **Results:** Scientific evidence shows that both conventional and digital intraoral radiography offer equivalent images in terms of quality. For both technologies, inadequate processes generate low-quality images, a greater number of repetitions, and consequently greater patient exposure. Conventional radiography can be used in legal proceedings because it is unalterable, but not digital ones. **Conclusion:** There are important differences between both methods, and advantages in the use of digital radiography in relation to saving time; in the case of revealed ones, digital radiography is instantaneous and generates more opportunities for interconsultation in the diagnosis and treatment of pathologies with a multidisciplinary approach in real time.

Descriptors: Conventional and digital intra-oral radiology, evolution

INTRODUCCIÓN

El examen auxiliar más común utilizado por los odontólogos son las radiografías, las cuales van a mostrar hallazgos que se encuentran dentro de las diferentes estructuras presentes en la boca, ya sea en las piezas dentales como también en los huesos, siendo de gran ayuda para detectar las diferentes enfermedades (1). Así como en la medicina en general, dentro de la odontología, en los últimos años se han venido dando grandes avances tecnológicos, que facilitan y mejoran el diagnóstico correcto de diferentes patologías, llegando así a las Radiografías Digitales. Éstas, presentan gran ventaja con respecto a las radiografías convencionales, ya que permiten al profesional de salud observar e identificar de una forma más clara y precisa diferentes características patológicas, evolucionado de manera sustancial en el campo clínico. Uno de esos avances es la posibilidad de tener las imágenes disponibles de forma digital bien sea de forma directa (a través de un radiovisiógrafo) o de forma indirecta (a través de un algoritmo para su conversión de forma convencional a digital (2)).

El uso de la radiografía digital ha aumentado considerablemente su uso desde su introducción al mercado por Trophy en 1987 debido a que produce imágenes instantáneas. Actualmente, existe una gran cantidad de aplicaciones digitales en el área médica siendo la radiología una de las más utilizadas. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor. Existen dos métodos esenciales para obtener una

imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital, la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica, convirtiendo de esta manera una imagen analógica en una imagen digital, mientras que la radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los rayos-x directamente a señales electrónicas (2).

La estructura del trabajo de investigación esta conformada por los siguientes capítulos:

Capítulo I, en donde se plantea el problema de investigación con su respectiva interrogante, asimismo se expresan los objetivos que guían el desarrollo de esta investigación, y su justificación en el contexto donde se encuentra inmersa.

Capítulo II, muestra el marco teórico referencial sobre el cual fue desarrollada la investigación por parte de los autores, con antecedentes que respalda lo realizado y bases teóricas para a comprensión de la investigación.

Capítulo III, constituye el marco metodológico de la presente investigación, donde se plasma en detalle el tipo, diseño y fases que permitieron su desarrollo, con el estilo de una investigación documental, de revisión bibliográfica para la construcción de una narrativa histórica con un nivel de profundidad analítico descriptivo .

Capítulo IV, corresponde a los resultados obtenidos del desarrollo de la metodología seleccionada para el logro de los objetivos propuestos, en ese sentido se describieron los inicios de la radiología odontológica; se identificaron

los fundamentos de las técnicas de radiografía intraoral convencional; categorizó la radiología intraoral digital según sus principios y aspectos técnicos; y finalmente se compararon las aplicaciones de la radiografía intraoral convencional y la digital de acuerdo a sus ventajas y desventajas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La principal función del odontólogo es identificar y diagnosticar las diferentes patologías bucales, aplicar el tratamiento adecuado, así como reestablecer y mantener la salud bucal del paciente que las presenta, siendo importante en este proceso realizar diferentes exámenes y análisis para la elección adecuada del tratamiento. En ocasiones, el examen clínico no es suficiente para evidenciar los rasgos patológicos durante la exploración oral, en ese sentido, los exámenes auxiliares aportan la información necesaria que permite diferenciar una patología de otra (1).

El examen auxiliar más común utilizado por los odontólogos son las radiografías, las cuales van a mostrar hallazgos que se encuentran dentro de las diferentes estructuras presentes en la boca, ya sea en las piezas dentales como también en los huesos, siendo de gran ayuda para detectar diferentes patologías. En los últimos años, en el área odontológica se han desarrollado importantes avances tecnológicos que facilitan el diagnóstico, a partir de la observación e identificación de diferentes características patológicas en una forma más clara y precisa con la utilización de las radiografías digitales. Además, sus aplicaciones se han diversificado de manera sustancial en el campo clínico. Uno de esos avances

es la posibilidad de tener las imágenes disponibles de forma digital bien sea de forma directa (a través de un radiovisiógrafo) o de forma indirecta (a través de un algoritmo para su conversión de forma convencional a digital) (1-2).

Al respecto, la llegada de la radiología digital como herramienta clínica odontológica introdujo cambios en la obtención de imágenes, de tal modo, puede ser usada en una variedad de diagnósticos incluyendo la detección de los defectos de la cresta ósea alveolar. En adición, estas imágenes poseen mayor nitidez y contraste, su obtención puede realizarse en segundos, y contrario a las radiografías convencionales, no se desechan, requieren menor radiación, y evitan la contaminación ambiental por el uso de líquidos de revelado (3-4).

En relación a lo anterior, desde que se decide captar una estructura patológica hasta que se obtiene el diagnóstico sobre la imagen, se realiza una compleja actividad en la que participan diferentes procesos físicos, equipos y especialistas. A cada posible fallo en algunos de estos elementos, se le atribuye un deterioro en la calidad de la imagen final, o un aumento en la dosis de radiación que recibe el paciente. En ese sentido conocer los aportes de la tecnología emergente, que le permita al odontólogo mayor precisión en sus diagnósticos, y con ello la elección adecuada de los tratamientos a través de imágenes de mayor calidad y resolución, debe considerarse un deber profesional como parte de su constante actualización (5).

1.2 Formulación del problema

¿Cómo ha sido la evolución de la radiología intraoral convencional hacia la radiología digital?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Analizar la evolución de la radiología intraoral convencional hacia la radiología digital

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir los inicios de la radiología odontológica.
- Identificar los fundamentos de las técnicas de radiografía intraoral convencional.
- Categorizar la radiología intraoral digital según sus principios y aspectos técnicos.
- Comparar la radiografía intraoral convencional y la digital de acuerdo a sus ventajas y desventajas.

1.4 Justificación de la investigación

Durante la década pasada la radiología digital fue introducida en la práctica odontológica. A mediados de los 90 la baja resolución de estos sistemas limitó en gran medida su aplicación en odontología. Sin embargo, al final de esta década los avances tecnológicos supusieron una drástica mejora en las posibilidades diagnósticas de estos sistemas de radiología digital (7).

Estos avances incluyen la simplificación tanto de los aparatos como de los programas informáticos a los que van asociados, una rápida obtención de la imagen radiográfica, grandes prestaciones en el tratamiento de dichas imágenes y,

en definitiva, mayores comodidades tanto para el odontólogo como para el paciente (8).

En ese sentido, se evidencia la importancia de realizar un estudio que provea la actualización necesaria dando a conocer la evolución de radiología en el área odontológica, especialmente en cuanto a los aportes en la atención especializada de los mejores equipos para proveer una atención especial a los pacientes (6).

Así mismo, esta investigación sirve de soporte de evidencia científica que beneficia tanto a estudiantes como profesionales del área de odontología, al proporcionar información de la evolución tecnológica de la radiología en el área odontológica, sus fundamentos, aportes, aplicaciones y beneficios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÒRICO

2.1 Antecedentes

A continuación, se exponen estudios realizados por diferentes autores desde los más recientes hasta los más antiguos

En Colombia, Martínez y Cruz en el 2023, realizaron la investigación titulada: Transición de la radiología convencional a la radiología digital, cuyo objetivo fue mostrar el panorama general de la transición de la radiología convencional a la digital, sus inicios, sus principios y a su vez enfocar la actividad también al contexto nacional, siendo toda esta información fundamental e importante para todos aquellos tecnólogos y futuros tecnólogos en imágenes diagnósticas. Concluyeron que el proceso de inserción de la radiología en Colombia, ha experimentado constantes avances que son aplicados por medio de personal altamente capacitado; además surgen necesidades de cambiar patrones de procesos que lleven a una menor exposición de las radiaciones ionizantes por parte del personal ocupacionalmente expuesto (9).

En ese mismo año, se publicó una revisión documental titulada: Radiología e imagen, cuyo objetivo fue realizar un recorrido sobre los avances tecnológicos y sus descubridores. El investigador expone que el perfeccionamiento de herramientas y las técnicas radiológicas e imagenología, avanza de manera

vertiginosa y ofrece un campo poco explorado que se está formando, impulsado por las diversas especialidades clínicas, concluye que estos avances ofrecen la oportunidad de contribuir y participar en una atención más integral y eficiente en beneficio del paciente (10).

En el 2019, se publicó una revisión del tema con el objetivo de analizar el aporte de la RMF al diagnóstico clínico. Los autores concluyen que la RMF es fundamental para contribuir en la determinación del diagnóstico clínico del paciente, y que este diagnóstico debe ser realizado por un profesional con entrenamiento y conocimientos en RMF, idealmente especialista en RMF (11).

Simancas en el 2017, publicó su estudio titulado “Concordancia entre la radiografía periapical digital convencional y digital invertida para medición de la longitud dental”, para lo cual realizó la consistencia de pruebas diagnósticas en 136 dientes premolares. con longitud radicular completa, sin alteraciones del desarrollo, caries o fractura coronal/corono radicular. Para cada diente se diseñó una plantilla de estabilización con cera tropical a fin de estandarizar la posición dental y lograr adecuada geometría de proyección de la unidad muestral.

La concordancia se estimó con el coeficiente de correlación y concordancia de Lin evaluado con los criterios de McBride. Obtuvieron como resultado un coeficiente de correlación y concordancia de Lin fue de 0,965 (IC del 0,95%: 0,952 – 0,978), concluyendo que la radiografía digital invertida es una alternativa diagnóstica reproducible a la imagen digital convencional y de utilidad práctica para la medición de la longitud dental de dientes premolares (2).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Breve recorrido histórico de la radiología.

Los rayos X fueron descubiertos por Wilhelm Röntgen en 1895, al investigar sobre las propiedades de los rayos catódicos, reconociendo la existencia de una nueva fuente de energía hasta entonces desconocida y por ello fue denominada radiación X. Por este descubrimiento obtuvo el reconocimiento de la Academia Sueca en el año 1901, siendo el Primer Premio Nobel de Física (10).

Posteriormente, Röntgen aplicó los efectos de los rayos X a una placa fotográfica, produciendo la primera radiografía de la humanidad, el experimento consistió en exponer la mano de su esposa durante largo tiempo a la radiación de un tubo de Crookes y colocó debajo una placa de fotografía. Las primeras aplicaciones de los rayos x se centraron en el diagnóstico, aunque a partir de 1897 Freund fue el precursor de la aplicación terapéutica de los rayos X al tratar el *nevus pilosus* (7).

Las bases que llevaron al descubrimiento de los rayos X se originan de las ciencias del magnetismo y de la electricidad en el siglo XVII. En 1785 Guillermo Morgan, miembro de la Royal Society de Londres, presentó ante esta sociedad una comunicación en la cual describe los experimentos que había hecho sobre fenómenos producidos por una descarga eléctrica en el interior de un tubo de vidrio. Habla que cuando no hay aire, y el vacío es lo más perfecto posible, no puede pasar ninguna descarga eléctrica, pero al entrar una muy pequeña cantidad de aire, el vidrio brilla con un color verde, Morgan, sin saberlo había producido rayos X y su sencillo aparato representaba el primer tubo de rayos X (7).

Las investigaciones de Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923), inician con el estudio del comportamiento de los electrones emitidos por el tubo de Crookes, una ampolla de cristal cerrada casi totalmente al vacío que produce una serie de relámpagos violáceos, creada por el químico y físico británico William Crookes (6).

El tubo de Crookes fue modificado por Roentgen y creó el llamado tubo de Coolidge en el que el vacío es total. Dentro de él los electrones liberados por un cátodo golpean contra un obstáculo que puede ser una placa de tungsteno y producen una temperatura de varios millones de grados además de radiación (10).

En 1896, el profesor Wilhelm Koenig en Franksfurth, realizó catorce radiografías dentales. También, el doctor Otto Walkoff le pidió a su colega y amigo Friedrich Gusel, un profesor de Química y Física, le tomara una radiografía de sus molares, para realizarla utilizó una placa de vidrio normal recubierta con una emulsión fotográfica, envuelta en papel negro y chapa de goma, que colocó en la parte externa de la mandíbula, con un tiempo de exposición de 25 minutos. Obtuvo un resultado bastante defectuoso dada la escasa sensibilidad del receptor (6). En América, el Dr. W. G. Worton fue el primero en obtener una radiografía dental, en 1896, utilizando cráneos humanos desecados. Un año después, fue el primero en efectuar una radiografía de cuerpo entero utilizando una película de 36 pies y 30 minutos de exposición (12).

En Francia la fosforescencia había sido estudiada por Alexandre Edmond Becquerel, y su hijo Henri Becquerel director del museo de historia natural en París con un doctorado de la Sorbona, este último decidió investigar si la

fosforescencia de tubo de rayos catódicos de Roentgen era la fuente emisora de rayos X, con sus experimentos descubrió la radioactividad (12).

Edmund Kells; 1899 cirujano dentista de Nueva Orleans, fue el primero en verificar si un conducto radicular había sido obturado y el que tomó la primera radiografía dental en los Estados Unidos, además logra disminuir el tiempo de exposición. Antonie Beclere creó el servicio de enseñanza radiología. En 1930 empieza la tomografía en Francia con Vocage. En 1950 se descubre el intensificador de imágenes y la automatización. En 1958 el uso médico de los ultrasonidos es aplicado en ginecología y obstetricia. Luego de setenta años aparece el intensificador de imagen que permitía registrar por computadora las informaciones enviadas por rayos X, así el radiólogo podía recibir directamente las imágenes sobre una pantalla, se obtienen varias vistas de gran calidad con una radiación reducida. Hounsfiel uno de los investigadores recibió el premio nobel, por el estudio de la absorción de un haz de rayos mediante ordenador (13).

La primera unidad de rayos diseñada para odontología se atribuye al Dr. Williams Rollins, aunque el Dr. Edmund Kells tiene el mérito de haber sido el primero en realizar una radiografía intrabucal en un paciente vivo. Se le considera el responsable de la mayor aportación a la radiología dental, gracias a sus esfuerzos por efectuar innovaciones (14).

2.2.2 Naturaleza y propiedades de los rayos X

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas de alta energía y, por tanto, a ellos son aplicables todas las propiedades correspondientes a este tipo de radiaciones. Su origen se debe al choque o incidencia de electrones acelerados a gran

velocidad sobre un cuerpo sólido, siendo frenados repentinamente (7).

Los rayos X se producen en un tubo de vidrio en el que se ha hecho el vacío. En este tubo existe un filamento de alambre de wolframio o tungsteno y dos electrodos, el ánodo y el cátodo. El ánodo, electrodo positivo o anticátodo, consta de un cilindro de cobre en el que está incrustado un botón de tungsteno que sirve de blanco o diana de los rayos catódicos producidos en el cátodo; es el receptor de electrones. El cátodo o electrodo negativo, consiste en una pantalla de molibdeno que rodea el filamento, antes citado, y es el productor de electrones (15).

2.2.3 Radiografías intrabucales

Las técnicas periapicales o retro alveolares, sirven para explorar el diente en su totalidad, desde la corona hasta el ápice, el espacio periodontal y el tejido óseo que lo rodea. Se puede realizar mediante dos procedimientos: la técnica de bisección y la de paralelismo. Las técnicas interproximales o de aleta mordida son muy útiles para el estudio sistemático y la exploración de la caries dental. Se aprecian caries interproximales y oclusales, pero también alteraciones pulpares, restauraciones desbordantes, recidivas de caries bajo éstas, ajustes de prótesis fijas, cresta alveolar, límite amelocementario...en una misma película se observan las regiones coronal y cervical de los dientes superiores e inferiores a la vez. El examen es cómodo y rápido, ya que las películas no se clavan en el suelo bucal; por este motivo es una exploración habitual para la detección de caries interproximales en niños (16).

2.2.4 Técnicas extraorales

Las radiografías extraorales se emplean cuando no es factible obtener información

diagnóstica adecuada en las series de radiografías intraorales, es así que son utilizadas para observar un área grande de los maxilares y del cráneo en una sola radiografía. Los exámenes radiográficos extrabucales tienen el propósito de evaluar áreas grandes del cráneo, dientes impactados y patrones de erupción, crecimiento y desarrollo; examinar la extensión de lesiones grandes, traumatismos, articulación temporomandibular. Son de mucha utilidad principalmente en ortodoncia y cirugía bucal (16).

Existen varias radiografías extraorales entre las cuales se tiene la Radiografía Panorámica, Pósterioanterior de Cráneo, Lateral de cráneo o Telerradiografía, de Waters, Submentovertex, de Towne inversa, de articulación temporomandibular, entre otras; siendo la más frecuente la panorámica para detectar enfermedades, lesiones y trastornos de los maxilares (14).

2.2.5 Radiografía panorámica

También conocida como "Pantomografía" o "Radiografía de Rotación", es utilizada para examinar ambos maxilares, tanto superior como inferior, en una sola radiografía y sirve de complemento a las radiografías periapicales y de aleta de mordida o interproximales, pero no como un sustituto de las intraorales. La radiografía panorámica al evaluar las relaciones estructurales entre los dientes y el hueso, no necesita alta resolución y tampoco nitidez de detalles, como las radiografías intraorales (14).

No está indicada para realizar exámenes diagnósticos de alta resolución como ser la valoración de caries dental, enfermedad periodontal o lesiones periapicales, por ejemplo. Cuando se toma una radiografía intrabucal, la película y la cabeza del

tubo de rayos X permanecen estáticas. En la radiografía panorámica, ambas están en movimiento cuando se realiza la exposición, el tubo de rayos X gira alrededor de la cabeza del paciente en una dirección, y la película lo hace en dirección opuesta (14).

El movimiento de la película y de la cabeza del tubo produce varias imágenes individuales, las cuales se combinan en una sola radiografía creando así, una vista general de ambos maxilares. Dicho proceso es similar al de la tomografía que permite crear imágenes de una capa o corte del cuerpo, mientras borra las imágenes de estructuras en otros planos. En la radiografía panorámica esta imagen constituye la forma de las arcadas dentales (14).

2.2.6 Cranex Excel Ceph Soredex

Fue el primer equipo en el mundo en desarrollar e incluir generadores de alta frecuencia para equipos dentales de rayos X. El equipo Cranex Excel CEPH de alta tecnología combina la unidad panorámica con la cefalométrica. Sus dos tubos de rayos X garantizan una exacta alineación del rayo, otorgando imágenes de alta calidad diagnóstica. Este sofisticado equipo actualmente está disponible en algunas universidades en Latinoamérica, con la finalidad de tener mayores y mejores instrumentos para la atención especializada en Radiología Dental, dirigida a la docencia asistencial (9).

2.2.7 Radiología Clínica Odontológica

Para la obtención de una radiografía es necesario que un haz de rayos X atraviese un objeto y que la radiación atenuada que emerge del mismo llegue a un sistema que la detecte y cuantifique. Por tanto, es imprescindible la intervención de un

aparato productor de rayos X, de un objeto y de un sistema de registro de la imagen. Un aparato de rayos X consta, esencialmente, de un transformador de alta y otro de baja tensión conectados al tubo, un autotransformador y un tubo de rayos X. Como elementos complementarios existen: un reóstato, un voltímetro, un cronómetro, estabilizadores, fusibles de protección, lámpara piloto, toma a tierra e interruptor general. Los tubos radiográficos odontológicos funcionan con diferencias de potencial entre 55 y 100 kilovoltios e intensidades entre 5 y 20 miliamperios (15).

Las radiografías son necesarias antes durante e inmediatamente después del tratamiento endodóntico, y para evaluar periódicamente el éxito o fracaso de la terapia. Por lo tanto, son requeridas repetidas exposiciones a las dosis de radiación. Muchos investigadores han sugerido los efectos deletéreos por radiaciones excesivas y repetitivas dentro de las cuales se encuentran: mucositis, serostomia, sialoadenitis, destrucción de la substancia del diente, necrosis de las células pulpares reabsorción radicular, retardo del desarrollo dental, inhibición de la erupción, anodoncia y osteoradionecrosis, como también anomalías en el desarrollo del feto siendo el periodo de organogénesis el más sensitivo entre los 18 y 45 días de gestación (17).

2.2.8 Radiografía digital

El uso de la radiografía digital ha aumentado considerablemente desde su introducción al mercado por por Trophy en 1987 su uso debido a que produce imágenes instantáneas. Esta tecnología posee un dispositivo de carga dentro de un sensor intraoral que produce una imagen digital inmediata en el monitor, existe

una gran cantidad de aplicaciones digitales en el área médica siendo la radiología una de las más utilizadas (18)

Existen dos métodos esencialmente para obtener una imagen radiográfica digital: la imagen radiográfica digitalizada y la imagen radiográfica digital, la diferencia entre ambas consiste en que la imagen digitalizada se obtiene mediante el escaneo o la captura fotográfica de la imagen de una placa radiográfica, convirtiendo de esta manera una imagen analógica en una imagen digital, mientras que la radiografía digital se obtiene mediante la captura digital directa de la imagen para convertir los rayos-x directamente a señales electrónicas. Como no se usa luz en la conversión, el perfil de la señal y resolución son altamente precisas emitiendo una calidad de imagen excelente (15, 18).

2.2.9 Medidas de protección

Cuando se toma una radiografía, no todos los rayos X pasan a través del paciente y alcanzan la película, algunos de ellos son absorbidos por los tejidos del paciente. Posteriormente a la absorción de la radiación ionizante, se presentan reacciones químicas, las cuales requieren algún tiempo para alterar las células y sus funciones. Dichos efectos no se tornan visibles de inmediato, se tienen tres periodos (17):

Latente: tiempo entre la exposición a la radiación y la aparición de signos clínicos.

De lesión: cuando existen varias lesiones celulares como ser: daño celular, cambios en la función de la célula, rotura o agrupamiento de los cromosomas, formación de células gigantes, cese de la actividad mitótica o actividad mitótica

anormal.

De recuperación: en que la célula se recupera puesto que no todas las lesiones son permanentes, en cada exposición a radiaciones de bajo nivel hay reparación del daño celular. Los efectos de la radiación son acumulativos por lo que el daño que permanece sin reparación se acumula en los tejidos.

Es por ello que se deben tomar en cuenta las medidas de seguridad contra la radiación X, las cuales incluyen (17):

- Utilizar siempre el nivel más bajo de radiación posible que permita obtener una radiografía diagnóstica.
- Proteger al paciente siempre con un delantal de plomo.
- El operador debe colocarse por lo menos a 2 metros de distancia del equipo y preferentemente detrás de una pantalla protectora.
- No tomar un número excesivo de radiografías a un paciente.
- Tomar radiografías a mujeres embarazadas sólo en casos muy especiales

2.3 Bases legales

Esta investigación se sustenta en los postulados referentes a la salud humana y a la vida contemplados en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela establece que la salud es un derecho fundamental que debe brindar el estado (19). Así mismo, en el Código de Deontología establece que el profesional de la odontología está en la obligación de mantenerse informado y actualizado en los avances de conocimiento científico (20), y la ley sobre los derechos de autor (21).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de la investigación

Se desarrolló una investigación de tipo documental, cuyo propósito fundamental fue ampliar y profundizar el conocimiento sobre la evolución de la radiología intraoral convencional hacia la radiología digital, con apoyo, principalmente, en publicaciones indizadas en base de datos reconocidas (23, 22).

3.2 Nivel y diseño de la investigación

Se ubica en un nivel analítico descriptivo, solo interpreta el contenido y las interconexiones que explican su integración (23). El análisis descriptivo permitió desarrollar los diferentes enfoque y criterios de la radiografía intraoral convencional y digital. Además, se seleccionó un diseño bibliográfico narrativo que corresponde a un análisis documental, realizado a través de revisiones críticas del estado del conocimiento.

3.3 Búsqueda y selección de la información.

La búsqueda de información se realizó de forma automatizada, a través del motor de búsqueda google académico, utilizando las bases de datos Scielo, PubMed, Elsevier Direct y Redalyc. Se utilizaron como descriptores: historia, radiología intraoral convencional, radiología intraoral digital, history, conventional intraoral radiology, digital intraoral radiology. Y los siguientes criterios para la selección

de la información: artículos científicos publicadas en el período 2000 a 2023, en idioma español e inglés, relacionados con los objetivos de la investigación.

Una vez seleccionada y extraída la información se procedió a una lectura profunda del contenido que permitió la organización de la información según los objetivos planteados en esta investigación, tomando en cuenta la pertinencia, veracidad, y calidad de la información. La información fue organizada con una redacción científica tomando en cuenta sus características, transmitiendo de forma explícita en cuanto a la fuente de que proviene la información, con un desarrollo coherente, claro, minucioso, destacando lo relevante de los métodos radiológicos y los avances logrados (24).

CAPÍTULO IV

EVOLUCIÓN DE LA RADIOLOGÍA INTRAORAL CONVENCIONAL HACIA LA RADIOLOGÍA DIGITAL

4.1 Evolución histórica de la radiología odontológica

Los principales acontecimientos científicos y sus creadores, que condujeron a la invención de la radiografía y con ello el desarrollo de la radiología en el área odontológica iniciaron en 1785 con los experimentos de Guillermo Morgan en Londres sobre fenómenos producidos por una descarga eléctrica en el interior de un tubo de vidrio vacío, descubrió que al entrar una muy pequeña cantidad de aire, el vidrio brilla con un color verde, sin saberlo había producido rayos x y su sencillo aparato representaba el primer tubo de rayos x. Estos estudios fueron complementados por Oersted Hans Christian (1777 – 1851) y la producción de campos magnéticos por conductores al ser atravesados por una corriente en 1820, posteriormente André Marie Ampère (1775 – 1836) formula la Ley de Ampère sobre el electromagnetismo; la cual fue complementada por Michel Faraday (1791 – 1867) al descubrir que el comportamiento electromagnético de la materia se atribuye a partículas eléctricas en movimiento y no al flujo continuo, con ello se introduce la noción de campo energético (25,26).

A partir de estas teorías William Sturgeon (1783 – 1880) construyó el primer electroimán en 1825 y dió lugar para que Louis Mandé Daguerre 1789 – 1851 y

Nicéphore Niepce experimentaron con placas de betún de judea y posteriormente con yoduro de plata sensible a la luz en cámara oscura para obtener imágenes fotográficas; así, con la construcción del tubo de rayos catódicos creado por William Crookes (1832 – 1919) y su precursor Johann Wilhelm (1824 – 1914), estos experimentos gestaron las ideas de Julius Plucker (1801 -1868) y George Stokes (1819 – 1903) que estudiaron la fluorescencia producida por los rayos catódicos, construyendo los cimientos del descubrimiento de los Rayos X por Roentgen (26,27).

La primera placa seca gelatinosa de bromuro de potasio la obtuvo Richard Maddox (1832 -1919); más adelante, Ferdinand Hurter (1844 -1898) estudió la relación entre el tiempo de exposición y la cantidad de plata depositada durante el revelado; y Vero Driffield (1848 – 1915) indagó sobre el efecto del revelado de acuerdo al tipo de revelador; y con el descubrimiento del carácter ondulatorio de los rayos catódicos y la generación de radiación electromagnética por Heinrich Hertz (1857 – 1894), esta serie de conocimientos fueron integrados por Wilhelm Roentgen (1845 – 1923) quién experimentó con el poder de penetración de los rayos catódicos en distintos materiales y realizó la primera radiografía utilizando los tubos de Hittorf – Crooke. Fue el ocho de noviembre de 1895 cuando produjo la radiación electromagnética en las longitudes de onda correspondiente a los actualmente llamados rayos X (27-29).

A los catorce días de la comunicación científica de Roentgen, Frederic Walkhoff (1860 -1934) realizó la primera radiografía dental al colocar una placa fotográfica de vidrio envuelta en papel negro y goma dentro de su boca, y se expuso durante

veinticinco minutos a los rayos X. Un año después en 1896 Edmund Kells realizó la primera radiografía intraoral en un paciente, y años más tarde utilizó los rayos X para medir la longitud de una unidad dentaria verificando la obturación del conducto radicular durante el tratamiento, siendo el primer cirujano dentista en dedicarse a utilizar los rayos X en el examen clínico. Sin embargo, quien preparó la primera placa fotográfica especial para rayos X, fue John Carbutt de la Universidad de Pensilvania en Estados Unidos (28-29).

El año de 1896 fue el inicio del desarrollo tecnológico de la radiología en odontología con una sucesión continua de hallazgos científicos. Este mismo año, el médico William Herbert Rollins (1850 – 1928) inventó la primera unidad dental de rayos X con la presencia de un cassette y fluoroscopio intraoral que permitía observar los dientes posteriores, luego concentró sus esfuerzos en desarrollar mecanismos de protección contra la radiación a partir de 1901, siendo reconocido por blindar con plomo el tubo y construirle un soporte con brazo extensor. Por otra parte, Cieszynski ya había construido el primer soporte para películas intraorales, con un bloque de madera que debía ser mordido, y con ella se logra la técnica de cono largo. Pero, el que introdujo los principios geométricos para ejecutar las técnicas radiográficas intrabucales fue Weston Price en 1907, entre ellas la Ley de isometría de la técnica periapical de bisectriz o cono corto (29, 30). Así, se da inicio a la era de la radiología dental moderna, las primeras compañías comercializadoras de Unidades de Rayos X fueron en 1905 Reiniger – Gebbert and Schall Co. de Alemania, y en 1913 American X-Ray Equipment Co. de Estados Unidos. Paralelamente se comercializaban las máquinas estáticas

generadoras de electricidad de alta tensión de las que dependían las unidades para funcionar, y las bobinas de las baterías que en muchos casos eran consideradas una fuente mas confiable de electricidad. También en 1913 fue creado el primer modelo de energía estable y reproducible, cuando fue cambiado el tubo catódico por haces filamentosos de tungsteno sellados al vacío por William Collidge empleado de General Electric Co., y la compañía Kodak, fabrica las primeras películas radiográficas con envoltura, proceso que era realizado manualmente por los operadores de radiografía (30,31) .

Este desarrollo tecnológico fue impulsado por la creación de diversas técnicas radiológicas, una de las primeras fue la del paralelismo o de cono largo realizada por el Dr. Gordon Fitzgerald, que permitió observar estructuras dentales de manera precisa en 1913, esta técnica fue divulgada mas tarde por Franklin Mc Cormack, quien creó el primer laboratorio de fotografía dental de San Francisco. En 1924 el Dr. Howard Riley Raper inventó la película de aleta mordible y describe por primera vez, hallazgos radiográficos notables, elaborando el primer libro de radiología dental, además creó la primera oficina de Radiología Oral y Maxilo Facial en la Universidad de Indiana de Estados Unidos. En 1933 Hisatugu Numata experimenta el método para obtener la radiografía panorámica, que será mejorada en los siguientes años. Las técnicas desarrolladas en ortodoncia, derivaron de la técnica de radiografía cefalométrica creada por Holly Broadbent en 1894, con el propósito de obtener medidas, líneas o ángulos del cráneo (28, 32).

Se observa en la década de los años cincuenta numerosos logros, principalmente en las áreas destinadas a cortar los tiempos de exposición para eliminar los artefactos de movimiento y disminuir la radiación sobre el paciente, así como, al mejoramiento los equipos de planigrafía y equipamiento para la potencia de los equipos portátiles (30).

La técnica de Numata fue utilizada por Yrjo Paatero para desarrollar el método seccionado de radiografía panorámica en 1946, tres años mas tarde crea una nueva técnica que llamó pantomografía, en 1950 construye el panográfico automático junto a Nelsen y Kumpula, también construyó el rotógrafo utilizando el principio concéntrico en 1954, finalmente en 1959 presenta el primer ortopantomógrafo que utiliza el principio concéntrico y excéntrico. El primer aparato de rayos X panorámico con propósitos comerciales llamado Panorex fue fabricado por la compañía S.S.WHITE en Finlandia (30,32).

En 1960, Fred Medwedeff desarrolló la técnica de colimación rectangular. Y William Updegrave, fue el autor de la técnica de paralelismo de extensión del cono largo, para ambas colimaciones, rectangular y regular. Además realizó aportes a la técnica de plano agudo de la articulación temporomandibular (30,32).

Con respecto a la comercialización de películas rápidas, vieron sus inicios a partir de 1981 con la marca Kodak, estas películas requerían 50 por ciento de exposición a la radiación; en 1983 aparecen las películas Ultraspeed y la Ektaspeed que presentan disminución en el contraste y aumento del velo superior con un mejor granulado de la imagen. En 1995 la película Ektaspeed plus de Kodak elevó la calidad de la imagen permitiendo el diagnóstico de patologías como las caries en

superficies interproximales del tercio más externo de la dentina, más tarde con la implementación de las Normas ISO Kodak crea la película Insight con mayor velocidad, sensibilidad y un 49% menos de exposición que la Ultraspeed (33, 34). Por otra parte la era digital da sus primeros pasos con la creación del intensificador de imágenes, un dispositivo que recibe el haz de radiación remanente y lo transforma en luz visible e intensifica la imagen, aunque el diseñado por Lagmuir en 1936 no proporcionaba suficiente intensificación para uso clínico. En 1937 George Stibitz (1904-1995), matemático norteamericano que trabajó en los laboratorios Bell, en New York desarrolló una calculadora que resolvía complejos cálculos matemáticos en segundos, por lo que se le considera como el padre del primer computador digital; mas tarde Inglaterra comercializa el primer computador a través de la empresa EMI. En 1960 se crea un intensificador que permite registrar en una computadora las imágenes obtenidas por el aparato de rayos X, con exposición de imágenes de alta calidad y menor radiación emitida, iniciándose la era de la radiología intervencionista, es decir, permite al especialista observar las imagenes del paciente durante las intervenciones quirúrgicas (33,34).

En la década de los años sesenta, un equipo de investigadores liderado por Hounsfield crea el escáner, una aplicación informática en radiología que permite una visión tridimensional de la imagen, superando la visión bidimensional de las placas radiográficas, esto es posible debido a que la impresión del rayo no es recogida por una placa sensible, sino por un detector fotoeléctrico que transforma directamente la energía de los rayos X en una corriente eléctrica, así la

adquisición de la imagen en pantalla no necesita sino algunos segundos (31).

La obtención de imágenes tridimensionales conduce a dos grandes inventos, el tomógrafo de rayos X de ultra alta revolución, que mezcla un tubo de baja radiación X, con un microscopio de rayos X, este aparato puede distinguir dos puntos que se sitúen a solo 0.000001 centímetros, inventado por Waleed Haddad, los avances al respecto han derivado en el tomógrafo de cuarta generación, diseñado para odontología, permitiendo la tomografía volumétrica y la esterolitografía, siendo útil en el análisis de la región a destinar o aplicada en implantes, visualización de senos maxilares, articulación temporomandibular. La tomografía computada Cone Beam, difiere de la tomografía convencional, al poseer un rayo cónico en un solo giro, además cuenta con un intensificador de imagen que reduce el tiempo de exposición a 20- 40 segundos, presentando imágenes de alta calidad a un costo bajo (35).

El otro invento corresponde a la resonancia nuclear magnética un método digital no radiológico, cuyas imágenes son obtenidas mediante la utilización de campos magnéticos potentes siendo extremadamente precisas, en odontología, esta tecnología es útil en el diagnóstico de patología temporomandibular y glandular, con una mejor resolución de la imagen y cortes más finos que la tomografía, obtenidas sin radiación ionizante (36).

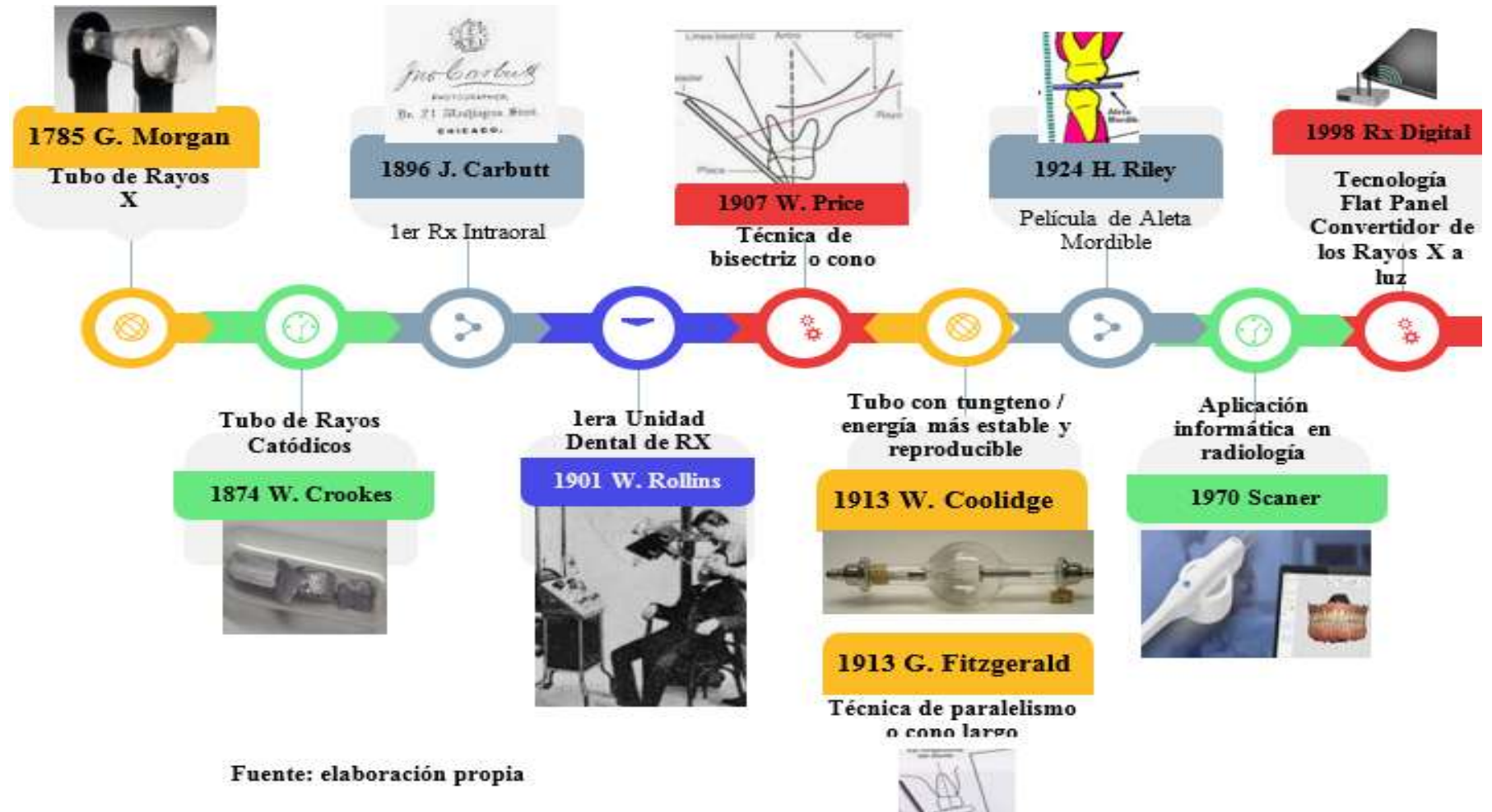
A mediados de la década de los noventa, se introduce la radiografía digital, que elimina la necesidad de un casete, transformando directamente en imagen los rayos X que emergen del paciente. Para este proceso se han utilizado dos tecnologías: la primera corresponde a un sensor digital (*CCD, Charge Coupled*

Device), inventado por Willard Boyle y George Smith en 1969, que utiliza el efecto fotoeléctrico, transformando la luz en señales eléctricas. La segunda tecnología surgió a fines de la década del 1990, con el desarrollo de la tecnología *Flat Panel*, un convertidor de rayos X a luz, similar a los de las cámaras fotográficas, pero debido a la divergencia de este tipo de rayos, los sensores son cientos de veces más grandes que los utilizados en fotografía, las imágenes mostradas en una serie de pixeles, delimitan con fineza la captura de una fotografía ósea (37).

En 1987 Francis Mouyen creó la radiovisiografía un sistema que plasma la imagen radiológica de forma inmediata, en una pantalla de alta definición, permitiendo un diagnóstico más rápido y seguro. En un principio el equipo era analógico, integrado por un sensor intraoral, un monitor de vídeo y una cámara fotográfica instantánea del tipo 'Polaroid', que permitía fotografiar la pantalla del monitor, como alternativa para la documentación gráfica (37).

Actualmente el radiovisiógrafo, se constituye en el elemento de mayor utilidad para el odontólogo general, quien tiene un equipo generador de rayos X en tiempos cortos, con un receptor de imagen, en una pantalla intensificada, que convierte la señal de salida en formato digital, mostrando la imagen en un monitor acoplado al equipo dental, lo que permite al profesional, observar imágenes en tiempo real y almacenarlas, con baja exposición a la radiación (37).

Gráfico 1. Línea de tiempo de los eventos científicos que llevaron a la radiografía digital odontológica.



Fuente: elaboración propia

4.2 Fundamentos de la radiografía intraoral convencional y digital

La radiografía es un complemento del diagnóstico, indispensable en la rutina de cualquier especialidad de odontología, por constituir una herramienta fundamental para adquirir información acerca del estado del diente y los tejidos circundantes que no estaría disponible a través de otros mecanismos.

Así, la radiografía odontológica se ha consolidado como imprescindible para la ejecución de los tratamientos. En las diversas especialidades odontológicas su aplicación incluye desde detectar posibles anomalías dentales para el diagnóstico de caries; identificar discontinuidad de la lámina dura como parte de los hallazgos intraorales para clasificar la enfermedad periodontal; visualización de conductos radiculares en endodoncia; detección de fracturas, observación de translucidez de la dentina radicular para la estimación de la edad; elaboración de registros oclusales; identificación de víctimas en odontología forense; medición del ángulo gonial, observación de reabsorciones radiculares de dientes deciduos, entre otras aplicaciones (38).

En efecto, las radiografías son fundamentales en el diagnóstico y plan de tratamiento de las condiciones patológicas orales. Cinco opciones radiográficas se encuentran disponibles para su detección: serie completa de radiografías intraorales periapicales y de aleta de mordida, radiografía panorámica, radiografías de aletas de mordida por sí solas, combinación de panorámica y aletas de mordida y por último, serie periapical completa con panorámica. Así, se debe usar el juicio del clínico para determinar el tipo, frecuencia y extensión de cada tipo de examen radiográfico y tipo de tecnología en el área radiológica (38).

Las radiografías intraorales corresponden a todos aquellos procedimientos radiológicos odontológicos en los cuales el paquete radiográfico (película / film) se coloca dentro de la cavidad oral. Las distintas técnicas radiológicas poseen principios básicos propios de cada proyección y siguen una secuencia precisa y ordenada de pasos o momentos que permiten un correcto examen radiográfico de manera eficaz y eficiente para obtener imágenes de calidad diagnóstica. (32,38, 39).

Además se deben considerar como aspectos que alteran la calidad de los resultados de la radiografía intraoral: posición de la cabeza, examen facial y de la cavidad oral, ubicación y sujeción del paquete radiográfico, angulación vertical y horizontal del rayo central, punto de incidencia facial, distancia foco película, determinación del tiempo de exposición, emisión de la radiación. (32, 39)

Por otra parte, con la incorporación a la práctica odontológica de la radiología digital, su uso ha experimentado un importante desarrollo. El continuo avance de las tecnologías en las que se sustenta ha dotado a estos sistemas de novedosas aplicaciones que pueden facilitar el diagnóstico y manejo de imágenes radiográficas. Sin embargo, la utilización de las radiologías digitales desde sus comienzos, ha estado condicionada al conocimiento sobre las técnicas digitales y la optimización de cada enlace del sistema para mantener una alta calidad radiográfica en todo momento (37).

A continuación, se muestran los principios y materiales de la radiografía convencional y digital, en un cuadro comparativo (32, 38 - 40):

Tabla 1. Principios y Materiales de la radiografía oral intraoral convencional y digital.

| TIPOS | TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS INTRAORALES | PRINCIPIOS | MATERIALES |
|--|---|--|---|
| Radiografía convencional Las imágenes se registran en la película cuando ésta se expone a la energía de los fotones de radiación x luego de que éstos atravesaron un sector anatómico del cuerpo. Resolución superior a 20 pl/mm | Radiografía periapical Se registra el diente en su totalidad y el hueso circundante a su ápice (periápice) | Técnica del paralelismo Permite obtener el registro o imagen de un diente y su periápice basándose en los principios de óptica geométrica de formación de imágenes: el rayo central se dirige perpendicularmente, formando un ángulo recto con los dientes y la película | En las distintas técnicas intraorales se utilizan películas radiográficas de doble emulsión, de exposición directa a la radiación x y de alto contraste. Las películas se presentan en diferentes tamaños: 1-4. Pueden ser de velocidad D, E y F, siendo éstas últimas las más rápidas. El paquete radiográfico está constituido por una envoltura plástica externa, una lámina de cartón (en la cara anterior y posterior), la película radiográfica en el centro y una lámina de plomo adosada a la lámina de cartón en la cara posterior. En las técnicas oclusales se utilizan películas o films radiográficos intraorales, de doble emulsión, de exposición directa, de tamaño N° 4 (57 mm x 76 mm). Pueden ser de velocidad D o F. |
| | | Técnica de bisección del ángulo Se fundamenta en el teorema de Cieszinsky: Dos triángulos son iguales cuando tienen dos ángulos y un lado respectivamente iguales El rayo central debe incidir perpendicular a la bisectriz del ángulo formado por el eje largo de la película y el eje largo del diente. | |
| | | Transcigomática Es una técnica para el registro de 3° molares maxilares retenidos en posición alta en la zona de la tuberosidad del maxilar. El rayo central incide a la altura de la sien, por arriba del arco cigomático. | |
| | Radiografía Coronal Se registra la corona y el 1/3 cervical de la raíz en ambas arcadas | Técnica Interproximal El paciente muerde una aleta para mantener la película en su lugar (<i>aleta mordida</i>), permite obtener las imágenes de las coronas, del maxilar superior e inferior y una porción de las raíces. El rayo central incide tangente a las caras proximales de los dientes a radiografiar. | |
| | Radiografía Oclusal Se utilizan para registrar amplias zonas o áreas del maxilar superior o inferior | Total Brinda información en el plano horizontal en sentido mesio-distal (izquierda-derecha en la línea media) y vestibulo-palatino | |
| | | Anterior Brinda información en sentido mesiodistal y ocluso-apical. Se utiliza para observar patologías de mediana extensión del sector anterior que no excedan el tamaño de una película N°4. | |
| Lateral brinda información en el plano sagital y en el plano frontal en sentido mesio-distal y ocluso-apical | | | |
| Radiografía digital RDI resolución hasta 12,5 pl/mm | Radiología digital directa No requiere escaneado, el propio sistema informático se encarga de obtener la imagen | El sensor esta formado por una estructura de celdillas o píxeles fotosensibles capaces de almacenar fotones, y que convierten la señal luminosa que reciben en una señal eléctrica de intensidad proporcional. De este modo, la señal luminosa que recibe cada píxel del sensor será convertida en un valor formado por ceros y unos, y este valor será interpretado como un determinado nivel de gris. La unión de todos los puntos grises correspondientes a las distintos píxeles generará finalmente una imagen. | CCD (Charge Coupled Device) y CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) el sensor CMOS con una sensibilidad ligeramente superior, necesidades energéticas y de espacio menores Emplea placas pero compuestas por una emulsión cristalina de fluorohaluro de bario enriquecido con Europio. Un láser de helio-néon estimula la luminiscencia de la placa |
| | Radiología digital indirecta | La captura la imagen de forma analógica en una placa de fósforo fotoestimulable y es convertida en digital después de haber sido procesada y escaneada. Una vez tomada la radiografía y desechada la funda protectora, la placa se colocará en el escáner que leerá la imagen tomada, la transmitirá al ordenador. Finalmente, la señal resultante es convertida en digital mediante un conversor analógico-digital, que determina el número máximo de tonos de gris. | |

Fuente: elaboración propia (32, 38 -40)

4.3 Análisis de las ventajas y desventajas del uso de radiografías intraorales convencionales y digitales

En cuanto al análisis de las ventajas y desventajas del uso de las radiografías intraorales convencionales y digitales, fue realizado a partir de los artículos seleccionados de las bases de datos scielo y pubmed, de los últimos veinte años, que consideraron la comparación entre ambas tecnologías desde aspectos particulares referentes a la calidad, y descartando investigaciones duplicadas e información repetida. Las investigaciones seleccionadas se muestran en la matriz de contenido al final del análisis. A continuación, el análisis producto de esa revisión.

Las radiografías intraorales siguen siendo el procedimiento radiológico más utilizado en la consulta odontológica, con un auge de los sistemas digitales que parecen ofrecer ventajas frente a la técnica convencional; proclamando la menor dosis de radiación para el paciente, obtención rápida de la imagen, su reutilización, el menor empleo de aparatología y su fácil uso. Además de contar con programas informáticos, que puede modificar el contraste, el brillo, la escala de grises, a fin de obtener una mejor resolución de las imágenes. Sin embargo, en estas dos últimas décadas todavía persisten los debates sobre al momento de elegir una u otra tecnología, con respecto a la calidad de la imagen y los aspectos que la modifican en cada caso. Observando evidencia científica que muestra que la radiografía convencional es capaz de distinguir las estructuras anatómicas de igual forma y en algunos casos de mejor calidad que la radiografía digital (40, 41).

En relación a lo anterior, los resultados de la revisión bibliográfica sobre algunos

estudios que comparaban ambas tecnologías en los últimos veinte años, muestran las siguientes conclusiones.

En cuanto a la toma de radiografías individuales la dosis de radiación es más baja con la mayoría de detectores digitales que con el sistema convencional con película, aunque la diferencia se ha ido reduciendo debido a la mayor sensibilidad de las películas. Sin embargo, si se tienen en cuenta factores como la frecuencia de repetición de las tomas, el número de radiografías para cubrir un área determinada y la dosis de la radiografía individual, la disminución de la dosis mediante los sistemas digitales varía en cada caso. En ese sentido, los estudios realizados en consultas de odontología general mostraron que la cantidad de radiografías y el número de repeticiones fueron mayores en los centros que radiografiaban con sistemas digitales, lo que suponen una pérdida de tiempo, además de un aumento de la dosis para el paciente, lo cual está relacionado con el grado de dificultad del posicionamiento del paciente, con condiciones anatómicas adversas. De tal modo la ventaja inicial de la menor dosis de radiación necesaria por proyección individual queda anulada en parte por la cantidad de radiografías necesarias (42, 43).

En las radiografías digitales, la disminución de la dosis parece ser mayor en el caso de los sensores que en el de las placas de fósforo. Sin embargo, los sensores disponen de un área activa de menor tamaño que las placas de fósforo, de modo que hacen falta más tomas para cubrir una zona comparable. En el caso de la técnica de aleta de mordida, incluso con los sensores de mayor tamaño disponible se captan dos superficies dentarias menos por término medio que con una película

o una placa de fósforo fotoestimulable. Y se ha evidenciado que se ahorra más tiempo con el uso de sensores intraorales para la adquisición de radiografías en tratamientos endodónticos que con el uso de sistemas con placa de fósforo fotoestimulable (42, 43).

Desde una perspectiva microbiológica, a diferencia de la película, en el caso del sistema digital se utiliza el mismo detector para el examen radiográfico de muchos pacientes, lo que es una práctica muy cuestionable. Además, las placas de fósforo fotoestimulable se transfieren al escáner después de la toma radiográfica, por lo que el riesgo de transmisión de infecciones representa probablemente un problema mayor que en el caso de los sensores. Y esta claro, que ninguno de los sistemas digitales permite la esterilización (43, 44).

Con respecto a la calidad diagnóstica se ha podido demostrar la comparabilidad de numerosos sistemas digitales y películas dentales actuales con las películas convencionales tradicionales, considerando que en términos de visualización de imágenes los sistemas son al menos equivalentes. Para las radiografías digitales, en general, los sensores muestran una mayor resolución espacial que las placas de fósforo fotoestimulable. Sin embargo, la resolución depende en gran medida del tipo de escáner y de su configuración (40,41).

En relación al proceso de obtención de la imagen, la eliminación del revelado químico ha proporcionado no sólo ventajas logísticas sino también un ahorro de tiempo considerable en todo el proceso terapéutico. Por otro lado también se puede constatar que los sistemas digitales pueden ser más difíciles de manejar, siendo menos cómodos para el paciente debido a su mayor rigidez y diferente

dimensionamiento, por lo que se deben tener en cuenta todos los aspectos relacionados con los procesos de trabajo (43,45).

Se encontró que la calidad de imagen de las radiografías digitales dependen de los ajustes de brillo y contraste de los monitores para obtener la mejor calidad de imagen subjetiva. Además, la luz ambiental en la sala de evaluación afecta el resultado diagnóstico de los patrones de bajo contraste en las radiografías; así, la habitación debe tener poca luz ambiental y en un monitor con valores de brillo y contraste bien ajustados (45).

Tomando en cuenta sus aplicaciones se encontró que, la precisión diagnóstica de las imágenes radiográficas digitales con respecto a las radiografías convencionales para la detección de fracturas radiculares, las imágenes digitales fueron equivalentes a las películas de velocidad F para la detección de fracturas radiculares en dientes con una sola raíz. Aunque el sistema digital se desempeñó significativamente mejor que el convencional en la detección de fracturas radiculares en molares (43, 46).

En dientes restaurados con metal procesamiento de imágenes digitales con filtros de realce podría conducir a la presencia de artefactos y dar como resultado diagnósticos falsos positivos, por lo tanto las imágenes originales no filtradas deben usarse para evaluar dientes con restauraciones metálicas. Deben evitarse los filtros de alto realce y la inversión de la imagen, especialmente cuando hay coronas de metal (43).

Otra de las aplicaciones que ha sido estudiada es el escaneo intraoral digital encontrando que fueron significativamente mejores que la técnica

convencional. Aunque, no se observaron diferencias significativas en la calidad de las restauraciones (47). También se ha observado que en los procesos de elaboración de registros oclusales para el posicionamiento de modelos, los registros interoclusales convencionales y el articulador están siendo reemplazados por el registro oclusal virtual y el articulador virtual. **En cuyo caso,** la precisión proporcionada por un procedimiento de oclusión virtual es mayor que la del registro interoclusal físico tradicional. Además, es útil conocer la desviación de cada alineación (operación de mejor ajuste o algoritmo) (48).

Para evaluar el nivel óseo y descartar defectos se están utilizando las radiografías periapicales digitales (RD), y constituyen el método de imagen estándar utilizado en el seguimiento radiográfico de implantes dentales. Sin embargo se ha evidenciado que tanto la radiografía digital directa como la indirecta poseen la limitación al ser bidimensionales, y presentar distorsión, proyecciones y superposición de imagen (49 -51).

A continuación se presenta un resumen de las ventajas y desventajas del uso de ambas tecnologías:

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la radiografía intraoral digital con respecto a la convencional.

| | CONVENCIONAL | DIGITAL |
|--|---|---|
| V E N T A J A S | <p>Posee valor jurídico, las imágenes no pueden ser modificadas</p> <p>Puede a través de procesos adecuados disminuir la contaminación por microorganismos.</p> <p>Menor costo con respecto a los Rx digitales</p> | <p>Eliminación procesado químico</p> <p>Ahorro de tiempo por la disponibilidad más rápida de las imágenes digitales después de la exposición.</p> <p>Menor dosis de radiación para el paciente debido a la mayor sensibilidad de los sistemas digitales en comparación con la película convencional.</p> <p>Tasa más baja de errores y repeticiones en la adquisición de radiografías debido a una exposición incorrecta, dado que con sus herramientas para la optimización posterior de las imágenes los sistemas digitales pueden corregir al menos en parte los posibles errores de exposición.</p> <p>Rango dinámico más amplio que también disminuye el número de repeticiones.</p> <p>Más facilidades para interpretar las imágenes y comentarlas con el paciente, por la visualización de las mismas en una pantalla mejora su comprensión por parte del paciente.</p> <p>Mayor facilidad y seguridad en el almacenamiento de imágenes y la transmisión de éstas a otros usuarios y menor incidencia de pérdida de imágenes</p> |
| D E S V E N T A J A S | <p>Se requiere una placa radiográfica</p> <p>Es necesario un proceso de revelado (contaminante)</p> <p>Mayor dosis de radiación, en algunos casos</p> <p>Compra y mantenimiento de procesadoras de placas y equipos de revelado</p> <p>Aumento del espacio de almacenamiento.</p> | <p>Mayor costo económico</p> <p>Manipulación cuidadosa</p> <p>No posee valor jurídico</p> <p>Deficiente control de la contaminación por microorganismos.</p> <p>Resolución inferior de acuerdo al equipo.</p> |

Fuente: Elaboración propia (40, 42,43)

| Tabla 3. Resumen de los artículos seleccionados para el análisis comparativo de ambas radiologías | | | | | |
|---|---|---|--|--|--|
| AÑO | AUTORES | TITULO | OBJETIVO | METODOLOGÍA | CONCLUSIONES |
| 2001 | <u>S Kositbowornchai, R Nuansakul, S Sikram, S Sinahawattana, S Saengmontri</u> | Detección de fracturas radiculares: una comparación de la radiografía digital directa con la radiografía convencional | Comparar el potencial diagnóstico de la radiografía digital directa con la película convencional para detectar fracturas radiculares experimentales. | 201 dientes humanos extraídos de una sola raíz fueron instrumentados endodónticamente y divididos en dos grupos, un grupo control de 100 dientes y un grupo fracturado de 101 dientes en los que se produjeron fracturas radiculares experimentalmente. Se tomaron imágenes de cada diente utilizando la técnica de paralelismo con un sistema digital basado en CCD y una película de velocidad D. El grado de concordancia en la detección de fracturas radiculares con cada sistema de imágenes en comparación con la condición real se expresó como valor kappa. A continuación, se evaluó la diferencia entre los sistemas radiográficos mediante la prueba chi(2) al nivel de significancia del 95%. | hubo una concordancia sustancial entre el sistema digital y la condición real (kappa=0,71; intervalo de confianza del 95 %: 0,62 a 0,80) y una concordancia estrecha entre la película y la condición real (kappa=0,63; intervalo de confianza del 95 %: 0,53 a 0,80). 0,74). Sin embargo, esta diferencia no fue significativamente diferente (P = 0,2). El rendimiento de la radiografía digital basada en CCD en la detección de fracturas radiculares es similar al de la radiografía basada en película. |
| 2007 | <u>Kristina Hellén-Halme</u> | Aspectos de calidad de la radiografía digital en la práctica dental general | estudiar cómo se utiliza la radiografía digital en las prácticas dentales generales. Los objetivos específicos eran estudiar cómo diferentes factores afectaban a la calidad de la imagen. Para determinar si había alguna diferencia en la calidad de la imagen entre las radiografías convencionales y las radiografías digitales, | se evaluaron 4863 imágenes (540 casos). Los casos habían sido enviados a la Oficina de Seguros Dentales de Suecia para la aprobación previa del tratamiento. | Se encontró que la calidad de imagen de las radiografías digitales era significativamente menor que la de las radiografías de película. encontró que los ajustes de brillo y contraste de los monitores tenían que ajustarse para obtener la mejor calidad de imagen subjetiva. También se encontró que la luz ambiental en la sala de evaluación afecta el resultado diagnóstico de los patrones de bajo contraste en las radiografías. una habitación con poca luz ambiental y en un monitor con valores de brillo y contraste bien ajustados que en una habitación con luz brillante y en un monitor no ajustado. . |
| 2013 | <u>Atenea Kondylidou-Sidira, Anastasia Fardi, Michaila Giannopoulou, Nikolaos Paris</u> | Detección de fracturas radiculares inducidas experimentalmente en radiografías digitales y convencionales: un estudio in vitro | comparó la precisión diagnóstica de las imágenes radiográficas digitales con las radiografías convencionales para la detección de fracturas radiculares inducidas experimentalmente | Se indujeron fracturas verticales en 15 dientes de una sola raíz y 15 molares, respectivamente, mediante corte con disco. Los dientes se montaron en mandíbulas secas y se radiografiaron con la técnica paralela utilizando un sistema de imágenes Planmeca basado en CCD y películas de velocidad F. Siete observadores registraron sus hallazgos y luego 2 pares de ellos examinaron las mismas imágenes juntos. Los valores Az expresaron la precisión diagnóstica de los sistemas de imágenes y el grado de concordancia se estimó utilizando la estadística kappa de Cohen. Las áreas bajo las curvas ROC (Az) en dientes uniradiculares fueron 0. 61 para | Las imágenes digitales fueron equivalentes a las películas de velocidad F para la detección de fracturas radiculares en dientes con una sola raíz. El sistema digital se desempeñó significativamente mejor que el convencional en la detección de fracturas radiculares en molares |

| | | | | | |
|------|--|---|---|---|--|
| | | | | radiografía convencional y 0,64 para radiografía digital. | |
| 2015 | <u>Gabriela Salatino</u> <u>Liedke, Ruben</u> <u>Neto, Mariana</u> <u>Boessio</u> <u>Vizzotto, Priscila</u> <u>Fernanda da</u> <u>Silveira, Heloisa</u> <u>Emilia Dias</u> <u>Silveira, ann</u> <u>wenzel</u> | Precisión diagnóstica de la radiografía convencional y digital para detectar el desajuste entre el diente y la restauración en dientes restaurados con metal | El propósito de este estudio fue comparar la precisión diagnóstica de imágenes radiográficas convencionales y digitales con y sin filtros para detectar un desajuste entre el diente y la restauración en dientes restaurados con metal. | Cuarenta dientes con incrustaciones mesial-oclusal-distal y 40 con coronas completas (cada uno con un ajuste perfecto, 20 con un espacio de 0,2 mm y 20 con un espacio de 0,4 mm) se tomaron imágenes con película convencional y placa de fósforo digital. Las radiografías digitales se exportaron como imágenes originales y con realce de bordes (alto y bajo), inversión y filtros pseudo-tridimensionales. Cuatro examinadores evaluaron la presencia de brechas utilizando una escala categórica (apto, inadaptado, no puede decidir). Se calcularon la sensibilidad, la especificidad y la precisión general para cada variable. Además, se registró el tiempo empleado en puntuar las imágenes. Se realizó una regresión logística multivariante con la precisión como variable dependiente. | Las imágenes originales no filtradas deben usarse para evaluar dientes con restauraciones metálicas. Deben evitarse los filtros de alto realce y la inversión de la imagen, especialmente cuando hay coronas de metal. |
| 2015 | <u>Eneko Solaberrieta, José Ramón</u> <u>Otegi, Néstor</u> <u>Goicoechea, Aritza</u> <u>Brizuela Guillermo</u> <u>Pradies</u> | Comparación de un registro oclusal convencional y virtual | El propósito de este estudio fue validar un procedimiento virtual para ubicar el modelo mandibular en una posición espacial tridimensional (3D) y verificar los puntos de contacto oclusal en referencia al modelo maxilar correspondiente en un articulador virtual. | Se realizó el procedimiento convencional ubicando 6 juegos de modelos en máxima posición intercuspídea sin ningún registro interoclusal. Luego, se determinaron los contactos oclusales con papel de articular. Posteriormente, las relaciones oclusales y el yeso se digitalizaron con un escáner 3D. Los contactos oclusales se compararon con fotografías y se superpusieron en capturas de pantalla del software. Finalmente, se calculó la desviación de puntos discretos sobre el modelo mandibular y se compararon punto por punto todos los puntos de la superficie oclusal. | Los resultados muestran una desviación media de 0,069 mm del procedimiento de oclusión virtual y una desviación estándar media de 0,011 mm de todos los puntos de la superficie oclusal. La principal conclusión de este estudio fue que la precisión proporcionada por un procedimiento de oclusión virtual es mayor que la del registro interoclusal físico tradicional. |
| 2015 | <u>Varun Chopra, Gopal</u> <u>Thodasam, Zeshan</u> <u>Heera Ahmad, Simranjit</u> <u>Singh, Indresh</u> <u>Rajawat, Sonal</u> <u>Gupta</u> | Enfoque convencional versus digital para medir la translucidez de la dentina en la estimación forense de la edad | El objetivo era utilizar un método digital para medir la translucidez de la dentina en dientes seccionados y comparar las mediciones digitales con las mediciones de translucidez obtenidas convencionalmente. | Materiales y métodos: Se recolectaron un total de 200 dientes permanentes extraídos y se seccionaron a un espesor de 250 µm. Las medidas de translucidez se obtuvieron usando el método digital y se compararon con las obtenidas usando un calibrador. | La aplicación de ecuaciones de regresión lineal derivadas en una muestra independiente (n = 25) sugirió que el enfoque convencional es marginalmente mejor para estimar la edad dentro de los 5 años de la edad real, ambos métodos son similares para evaluar la edad dentro de los 5-10 años de la edad real. edad, y el enfoque digital es ligeramente mejor para estimar la edad más allá de los 10 años de la edad real. Los coeficientes de correlación de las medidas de translucidez con la edad fueron estadísticamente significativos para ambos métodos (P < 0,001), aunque se observó una correlación marginalmente más alta para el |

| | | | | | |
|------|--|---|---|--|---|
| | | | | | método convencional ($r = 0,612$). Las medidas de translucidez obtenidas por los dos métodos fueron idénticas, sin una clara superioridad de un método sobre el otro. |
| 2017 | <u>Pillai Devu Radhakrishnan</u> , <u>Nilambur Kovilakam Sapna</u> <u>Varma, Vallik at Velath Ajith</u> | Dilema de la medición del ángulo gonial: Radiografía panorámica o cefalograma lateral | El propósito de este estudio fue evaluar la precisión de las imágenes panorámicas en la medición de los ángulos goniales derecho e izquierdo mediante la comparación de los ángulos medidos con los ángulos determinados mediante un cefalograma lateral de pacientes adultos con maloclusión de clase I. | Los ángulos goniales de 50 pacientes con maloclusión clase I (25 hombres y 25 mujeres; edad media: 23 años) se midieron mediante un cefalograma lateral y una radiografía panorámica. En los cefalogramas laterales, el ángulo gonial se midió en el punto de intersección del plano de la rama y el plano mandibular. En las radiografías panorámicas se midió el ángulo gonial trazando una línea tangente al borde inferior de la mandíbula y otra línea tangente al borde distal de la rama ascendente y el cóndilo de ambos lados. Los datos obtenidos de ambas radiografías se compararon estadísticamente. | las mediciones del ángulo gonial mediante radiografías panorámicas y cefalogramas laterales no mostraron diferencia estadísticamente significativa, la radiografía panorámica puede ser considerada en ortodoncia para medir el ángulo gonial sin ninguna interferencia por imágenes superpuestas. |
| 2021 | <u>Alejandro Schmidt</u> , <u>Peter Engelberto Rein</u> , <u>Bernd Wostmann</u> , <u>M aximiliana Amelia Schlenz</u> | Un estudio clínico comparativo sobre la precisión de la transferencia de impresiones de implantes convencionales y digitales utilizando un nuevo método basado en claves de referencia | fue comparar sistemáticamente la precisión de la transferencia de impresiones de implantes digitales y convencionales en pacientes que utilizan un nuevo método basado en claves de referencia. | Se incluyeron en el estudio 39 casos (maxilar superior 22 desdentados, 8 parcialmente desdentados, distancia media entre implantes $30,15 \pm 11,18$ mm; maxilar inferior 6 casos desdentados, 3 casos parcialmente desdentados, distancia media entre implantes $33,19 \pm 14,85$ mm). Se fabricaron llaves de referencia individuales y se fijaron de forma reversible sobre los implantes. Se realizó una impresión de implante convencional (CVI) y digital (DI). Se midieron las posiciones de los implantes (puntos centrales) de los modelos convencionales y digitales (máquina de medición por coordenadas/software de análisis tridimensional) y se superpusieron con las posiciones de las claves de referencia para comparar las desviaciones de los modelos convencionales y digitales. Para el análisis estadístico se aplicó ANOVA con procedimiento MIXED ($p < .05$). | Hubo diferencias significativas entre las impresiones CVI y DI en el maxilar inferior ($p < 0,05$). No se encontraron diferencias significativas en la precisión de la transferencia entre pacientes parcial y completamente desdentados para los métodos de impresión. Conclusiones: Dentro de los límites del presente estudio, se puede concluir que las impresiones de implantes digitales de arcada completa del maxilar superior en pacientes parcial o totalmente desdentados mostraron resultados comparables a las impresiones de implantes convencionales. Sin embargo, con respecto a la precisión de la transferencia de la posición del implante, aún existen limitaciones para la impresión digital en el maxilar inferior. |
| 2023 | <u>Akhil Girdhar</u> , <u>R Keerthika</u> , <u>anjali narval</u> , <u>Mala Kamboj</u> , <u>Anju</u> | Análisis comparativo manual y digital del ángulo gonial en cefalogramas laterales para | comparar la eficacia de la estimación del ángulo gonial por métodos antiguos de trazado cefalométrico lateral en comparación con métodos de análisis digital más recientes para la estimación de género en la | Se recuperaron cefalogramas laterales de 191 (96 M y 95F) casos mayores de 17 años. El análisis cefalométrico del ángulo gonial en las radiografías se realizó utilizando el método de trazado cefalométrico manual y digitalmente utilizando el software Adobe Photoshop. Los | El presente estudio mostró una mayor precisión en la estimación del género utilizando métodos digitales en comparación con los métodos manuales, pero aún carece de credibilidad para ser utilizado como un factor único para predecir el género de un individuo |

| | | | | | |
|------|---|---|---|--|--|
| | <u>Devi, Rekha Sharma</u> | determinación de género | población india. | resultados fueron sometidos a análisis estadístico para su evaluación. | |
| 2023 | <u>E Mijiritsky, Iva nova, V Rutkunas, S Zlatev</u> | Precisión de los flujos de trabajo convencionales y digitales en casos parcialmente desdentados restaurados con FPD sobre implantes. Una revisión sistemática | Comparar los flujos de trabajo convencionales y digitales en términos de precisión en casos parcialmente desdentados restaurados con restauraciones implantosoportadas. | Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus, Web Of Science y CENTRAL para identificar publicaciones relevantes, comparando flujos de trabajo digitales y convencionales en casos parcialmente desdentados restaurados con prótesis implantosoportadas. | Las impresiones digitales mostraron resultados similares en términos de precisión en comparación con el enfoque convencional. |
| 2023 | <u>chahak seth, Annika Bawa, Klaus Gotfredsen</u> | Flujo de trabajo protésico digital versus convencional para estudiantes de odontología que proporcionan coronas individuales soportadas por implantes: un estudio cruzado aleatorizado | examinar y comparar las percepciones del paciente y del proveedor sobre el escaneo digital y la toma de impresiones convencional para coronas individuales soportadas por implantes (ISSC) proporcionadas por estudiantes de odontología bajo supervisión. Además, se compararon la calidad y el resultado informado por el paciente de las restauraciones definitivas. | Se inscribieron cuarenta participantes que necesitaban un reemplazo de un solo diente. Tres meses después de la colocación inicial del implante, se realizaron registros para coronas implantosoportadas. Los participantes se asignaron al azar a un grupo convencional o digital, pero se sometieron a ambos procedimientos los participantes completaron un cuestionario de perfil de impacto en la salud oral (OHIP-14) antes y después del tratamiento. La calidad estética y técnica de las restauraciones se evaluó mediante el Copenhagen Index Score (CIS). | Las percepciones de los participantes y estudiantes del escaneo intraoral digital fueron significativamente mejores que las de la técnica convencional. No se observaron diferencias significativas en la calidad de las restauraciones o puntajes OHIP usando las dos técnicas de registro. |
| | | | | | |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La evidencia científica muestra que tanto la radiografía intraoral convencional como la digital ofrecen imágenes equivalentes en cuanto a su calidad, en la mayoría de los casos.

Para ambas tecnologías, los procesos inadecuados generan imágenes de baja calidad, mayor número de repeticiones y por consiguiente mayor exposición del paciente.

La radiografía convencional puede ser usada en procesos legales por ser inalterable, no así las digitales.

Las ventajas de la radiografía digital en cuanto reproducibilidad, almacenamiento y difusión de información en interconsultas supera a la radiografía convencional.

La contaminación ambiental es un factor importante que genera desventaja a la radiografía convencional.

5.2 Recomendaciones

Al utilizar cualquier tecnología aplicada al área de salud, lleva implícita una responsabilidad sobre el bienestar del paciente y las consideraciones éticas del profesional que las utiliza, por lo que se recomienda como premisa inalterable, la adquisición de conocimiento y actualización permanente al utilizarla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Palma-Valdés V, Mora-Rojas D, Aguilera-Muñoz F, Araya-Oporto G. Calidad radiográfica obtenida por estudiantes de Odontología mediante la técnica de bisectriz. En t. j interdiscip. mella. 2022 Dic 15(3): 184-187. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2452-55882022000300184&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S2452-55882022000300184>.
2. Simancas-Pallares M, Rubio-Romero J, Cortés-Reyes E. Reproducibilidad entre radiografía periapical convencional y digital para la medición de la altura ósea. rev.fac.med. octubre de 2015; 63(4): 625-631. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112015000400007&lng=es. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v63.n4.53224>.
3. Guñay D, Rodríguez T. Calidad en diagnóstico por imágenes en RX en odontología; periapicales digitales y convencionales. Estudios de saberes de práctica. Rev. Científica Salowi. 2021; 5 (3): 24- 33. Disponible en: <http://www.salowi.com/index.php/salowi/article/view/10/11>
4. Guerra J, Trujillo C, Coste J, Carmona J, Fra I. Efectividad de los métodos radiográficos periapicales por paralelismo y bisección. Rev Ciencias Médicas

- [Internet]. 2019 Oct; 23(5): 654-663. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942019000500654&lng=es. Epub 01-Sep-2019.
5. Correa L, Krause R, Bolzan M. Comparación entre radiografías convencionales y digitales en la medición de canales radiculares. *Acta odontológica*. 2010; 48 (2). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/2/art-11/>
 6. Hernández J, Escobar O, Alulema J, Quishpi V. Nivel de conocimiento sobre prevención radiológica en escenarios de formación profesional práctica de Odontología. *Revista Eugenio Espejo*. 2020; 14(1). Ecuador Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572863747022>
 7. Barba Ramírez L., Ruiz García de Chacón V., Hidalgo Rivas A.. El uso de rayos X en odontología y la importancia de la justificación de exámenes radiográficos. *Av Odontoestomatol* [Internet]. 2020; 36(3): 131-142. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852020000300002&lng=es. Epub 05-dic-2022. <https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852020000300002>.
 8. Nina Huanca Delia. Factores de exposición óptimos de radiación en radiología convencional y digital para obtener imágenes diagnosticas de calidad. *Cuad. - Hosp. Clín*. 2016; 57(2): 57-60. Disponible en:

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1652-67762016000200010&lng=es.

9. Seng M, Miñoso A. Avances de las ciencias estomatológicas con el desarrollo de la Radiología. Invest Medicoquir. 2015;7(2):281-291. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invmed/cm-q-2015/cm-q152i.pdf>
10. Ramírez J. Radiología e imagen. Rev. Fac. Med. (Méx.) 2019 Abr; 62(2):7-14. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielophp?script=sci_arttext&pid=S00267422019000200007&lng=es. Epub 16-Oct020. <https://doi.org/10.22201/fm24484865e.2019.62.2.03>.
11. Paz Gallardo C, Celis Contreras C, Schilling Quezada A, Schilling Lara J, Hidalgo Rivas A. Aporte de la radiología oral y maxilofacial al diagnóstico clínico. Av Odontoestomatol. 2019 Ago; 35(2): 73-82. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213285201900020004&lng=es. Epub 18-Mayo-2020. <https://dx.doi.org/10.4321/s02132852019000200004>.
12. Sociedad Europea de Radiología. Historia de la Radiología. Vol 1. Disponible en: https://www.internationaldayofradiology.com/app/uploads/2017/09/IDOR_202_Story-of-Radiology_SPANISH.pdf

13. Vega Blanco C, Padrón Velázquez L, Rodríguez Fernández R, Roldán Fuentes F, , Jaureguí Ramos U. Esbozo histórico de la Radiología en Cienfuegos. MediSur 2016;14(6):671-688. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180049659003>
14. Barba Ramírez L, Ruiz García de Chacón V, Hidalgo Rivas A. El uso de rayos X en odontología y la importancia de la justificación de exámenes radiográficos. Av Odontoestomatol . 2020 Ago; 36(3): 131-142. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852020000300002&lng=es. Epub 05-Dic-2022. <https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852020000300002>.
15. Barbieri P, Flores G, Escribano B, Discepoli N. Actualización en radiología dental Radiología convencional vs digital. Av. Odontoestomatol. 2006; 22 (2) 131-139. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852006000200005
16. Bhaskaran V, Qualtrough AJ, Rushton VE, Worthington HV, Horner K. A laboratory comparison of three imaging systems for image quality and radiation exposure characteristics. Int Endod J. 2005; 38(9):645-52.
17. Faraz N. Survey of radiography, radiography equipment and radiation protection in Jeddah, Saudi Arabi. J Oral Maxillofac Radiol. 2014; 2: 44 – 51. Disponible en: <http://www.joomr.org/article.asp?issn=2321->

18. Bargale S., Ardeshana A., Patel N., Karri A., Sikligar S. y Tailor B. Assessment of digital and convencional radiographic practice amongst the private dental practitioner of Vadodara City Int J Oral Health Med Res. 2017; 3(6): 27 – 30. Disponible en: <http://www.ijohmr.com/upload/Assessment%20of%20Digital%20and%20Conventional%20Radiographic%20Practice%20amongst%20the%20private%20dental%20practitioner%20of%20Vadodara%20City.pdf>
19. Venezuela. Asamblea Nacional constituyente. Gaceta oficial extraordinaria N° 36. 860 de 1999, diciembre 30, Constitución de la República Bolivariana, con el fin de refundar la Republica para establecer una sociedad democrática, participativa y protagonista. Caracas: Asamblea Nacional Constituyente; 1999.
20. Venezuela. Ministerio de salud. 1972, agosto 09 y 10, Código de deontología odontológica, Caracas: Ministerio de salud; 1972.
21. Venezuela. Ministerio competente en la materia, 1993, agosto 14, Ley sobre el derecho de autor. Caracas: Ministerio competente en la materia; 1993.
22. Tamayo y Tamayo, M. Serie: Aprendiendo a investigar – Módulo 5. 1999. 3era ed. Colombia: Instituto colombiano para el fomento de la educación superior.
23. Vivero, L. y Sánchez, B. I. La inves 48 ón documental: sus características y algunas herramientas. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/Facultad de Arquitectura-UNAM. 2018

24. Páez H, Figueredo O, González Y, Martínez E, Moreno J, Jiménez E, Weffer E, Orozco G. Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de trabajos de grado, trabajos de grado, tesis doctoral e informe de pasantía y extramuros de la Universidad José Antonio Páez. Aprobado por el Consejo Universitario en su sesión del 06 de mayo de 2020 Sesión 575-2020 Modalidad Virtual.
25. Pedrosa, C. S. Pedrosa Moral, I. S. Diagnóstico por imagen: evolución histórica. En: Pedrosa, C. S., Casanova, R. Pedrosa. Diagnóstico por imagen. Vol. I: Generalidades. Aparatos respiratorio y cardiovascular. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 2002:1-20
26. Behling R. X-ray sources: 125 years of developments of this intriguing technology. *Physica medica: PM: an international journal devoted to the applications of physics to medicine and biology: official journal of the Italian Association of Biomedical Physics (AIFB)* 2020; 79: 162–187. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.07.021> Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32826172/>
27. Nüsslin F. Wilhelm Conrad Röntgen: The scientist and his discovery. *Physica medica: PM: an international journal devoted to the applications of physics to medicine and biology: official journal of the Italian Association of Biomedical Physics (AIFB)*. 2020; 79: 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2020.10.010> Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33157455/>

28. Jacobsohn, PH, Kantor, ML y Pihlstrom, BL. La radiografía en odontología y el legado de C. Edmund Kells: un comentario sobre Kells CE. La radiografía en la práctica dental. *J Natl Dent Assoc.* 2013;7(3):241-272. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0242> Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24141813/>
29. Busch u. Reivindicaciones de prioridad: el camino científico hacia el descubrimiento de los rayos X. *Zeitschrift für Medizinische Physik.* 2023; S0939-3889(22)00135-0. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0939388922001350?token=17A20EF7CD8AC64F4F214913A352D0A7CF6986EDE74859939BB6DE7D499880E73E73DE25FDB8990BD18F75AE479DA67&originRegion=us-east-&originCreation=20230518040958>
30. Madrigal R. La Radiología: Apuntes históricos. *Rev Med Electrón.* 2009;31(4):1-4. Disponible en: URL: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242009000400019&lng=es
31. Tsolakis A, Kalavritinos M, Bitsanis E, Sanoudos M, Benetou V, Alexiou K, et al. Zeliabilityof different radiographic methods for the localization of displaced maxillary canines. *Am J O⁵⁰ Dentofacial Orthop.* [Internet] 2018 Feb [citado: 12/06/2019]; 153(2): [aprox 12p.]. Available from:Available from:[https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(17\)30857-0/abstract](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(17)30857-0/abstract) [Links]

32. White St, Pharoah M. *Oral Radiology principles and interpretation*. 6th Edition: Edit. Mosby; 2009
33. Gálves M. Algunos hitos históricos en el desarrollo del diagnóstico médico por imágenes. *Rev Med Clin los Conde*. 2013;24(1):5-13. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864013701238>
34. Dávalos M. Historia de la Radiología. *Rev. Act. Clin. Med* Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013001000001&lng=es
35. Bosch E. La tomografía computada, su contribucion a la medicina moderna. *Revista Chilena de Radiología*. 2004; 10(4): 183-185. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-93082004000400007>.
36. Canals M. Historia de la Resonancia Magnética de Fourier a Lauterbur y Mansfield: en ciencias, nadie sabe para quien trabaja *Rev. Chil. Radiol*. 2008; 14 (1): 39-45. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071730820080001000009&script=sci_abstract
37. Quiroz O, Quiróz J. Radiología digital: Ventajas, desventajas, implicaciones éticas - Revisión de la Literatura. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría* 2005. Disponible en: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2005/art-15/>

38. Whaites E. Radiología odontológica; 2da edición. Buenos aires: editorial medica panamericana; 2009.p.179-193
39. Fernández J, Sambrizzi M. Radiología Bucomaxilofacial. Técnicas radiológicas intraorales convencionales. Editorial Académica Española. 2020.
40. Gomez C, Leonelli E, Coutinho J, De Moraes L, Medici E, De Melo J. Confiabilidad de dos aparatos digitales en relación a la veracidad de las mediciones. Acta odontol. venez. 2007; 45(1): 79-82. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652007000100014&lng=es.
41. Raees Sameye M, Mohammad Bahalkeh A, Izadi A, Jafaryan A. Comparison of digital radiography, conventional film and selfdeveloping film for working length determination. Iran Endod J. 2018; 13(3): 381-4. doi: 10.22037/iej.v13i3.19355.
42. Wenzel A, Møystad A, Hirsch E, Haak R. ¿Cumplen las radiografías intraorales digitales lo que prometen?. *Quintessence (ed. esp.)* 2012; 25 (2): 110 – 118. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-pdf-S0214098512000098>
43. Barbieri Petrelli G, Flores Guillén J, Escribano Bermejo M, Discepoli N. Actualización en radiología dental. Radiología convencional Vs digital. Av. Odontoestomatol 2006; 22- 52 131-139. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v22n2/original4.pdf>

44. Liedke, G. S., Spin-Neto, R., Vizzotto, M. B., Da Silveira, P. F., Silveira, H. E., & Wenzel, A. Diagnostic accuracy of conventional and digital radiography for detecting misfit between the tooth and restoration in metal-restored teeth. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2015;113(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.08.003> Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25311793/>
45. Kondylidou-Sidira A, Fardi A, Giannopoulou M, Parisis N. Detection of experimentally induced root fractures on digital and conventional radiographs: an in vitro study. *Odontology*. 2013 Jan;101(1):89-95. doi: 10.1007/s10266-012-0059-0. Epub 2012 Jan 15. PMID: 22249846. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22249846/>
46. Kositbowornchai S, Nuansakul R, Sikram S, Sinahawattana S, Saengmontri S. Root fracture detection: a comparison of direct digital radiography with conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2001 Mar;30(2):106-9. doi: 10.1038/sj/dmfr/4600587. PMID: 11313731.
47. Solaberrieta E, Otegi JR, Goicoechea N, Brizuela A, Pradies G. Comparison of a conventional and virtual occlusal record. *J Prosthet Dent*. 2015 Jul;114(1):92-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.01.009. Epub 2015 Apr 7. PMID: 25858220. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25858220/>
48. Chopra V, Thodasam G, Ahmac 53 Singh S, Rajawat I, Gupta S. Conventional versus digital approach for measuring dentin translucency in

- forensic age estimation. *J Nat Sci Biol Med.* 2015 Jan-Jun;6(1):139-43. doi: 10.4103/0976-9668.149112. PMID: 25810651; PMCID: PMC4367025. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25810651/>
49. Mijiritsky E, Ivanova V, Rutkunas V, Zlatev S. Accuracy of Conventional and Digital Workflows in Partially Edentulous Cases Restored with FPDs over Implants. A Systematic Review. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2023 Apr 18. doi: 10.1922/EJPRD_2484Mijiritsky09. Epub ahead of print. PMID: 37191576. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37191576/>
50. Schmidt A, Rein PE, Wöstmann B, Schlenz MA. A comparative clinical study on the transfer accuracy of conventional and digital implant impressions using a new reference key-based method. *Clin Oral Implants Res.* 2021 Apr;32(4):460-469. doi: 10.1111/clr.13715. Epub 2021 Feb 2. PMID: 33469983. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33469983/>
51. Seth C, Bawa A, Gotfredsen K. Digital versus conventional prosthetic workflow for dental students providing implant-supported single crowns: A randomized crossover study. *J Prosthet Dent.* 2023 May 11:S0022-3913(23)00227-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.03.031. Epub ahead of print. PMID: 37179154. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37179154/>