

## Ensayo científico

## Software matemático de procesamiento de imágenes odontológicas desarrollado en Matlab con radiografías periapicales modificadas y su relevancia en el reconocimiento estructural del sistema de conductos radiculares

## RESÚMEN

En la Endodoncia, rama de la odontología, se pueden encontrar diversas dificultades en la práctica clínica que, a pesar de los grandes avances de la ciencia y la tecnología, impiden realizar con éxito un tratamiento endodóntico; es importante destacar que los problemas más comunes en la ejecución de estos tratamientos, son el no lograr la óptima visualización de toda la estructura dental, situación que imposibilita en muchos casos la correcta orientación del odontólogo para realizar los diversos procedimientos endodónticos; sobre todo en el caso de estudiantes de pregrado quienes tienen un acceso limitado a las tecnologías que favorecen la realización de esta práctica, siendo entonces, en todos los casos las radiografías periapicales, y su correcta interpretación, los estudios complementarios necesarios para la realización de todo tratamiento endodóntico. Las radiografías periapicales modificadas en el reconocimiento estructural del sistema de conductos radiculares, son de gran utilidad para promover incentivos en la actualización de nuevos avances científicos, con la utilización de la tecnología computarizada en el procesamiento de imágenes odontológicas. El procesamiento se realiza con un software matemático de procesamiento de imágenes odontológicas desarrollado en Matlab, utilizando así mapas de colores que permiten visualizar de forma más nítida las radiografías periapicales convencionales, proporcionando detalles de manera metódica, y un análisis crítico para alcanzar una impresión diagnóstica, que junto con la evaluación clínica y en algunos casos con otras ayudas, permiten llegar a un diagnóstico definitivo. Los resultados demostraron un 75% de efectividad en la implementación de estos métodos, como complemento diagnóstico en los casos con indicaciones de tratamiento endodóntico.

**Palabras claves:** Endodoncia/ Software/ Avances científicos.

**Aida Tabare  
Katherine Briceño\***

Universidad Nacional  
Experimental  
Rómulo Gallegos,  
Área de Odontología,  
San Juan de los Morros,  
Guárico. Venezuela.

\*kathe\_bri9@hotmail.com

Recibido: 25 / 05 / 2014

Aceptado: 02 / 08 / 2014

## Radiographies periapical modified and relevance in structural recognition system root canal

## Abstract

In endodontic, the branch of dentistry, can find various difficulties in clinical practice, despite the great advances in science and technology, to successfully prevent endodontic treatment; is important to note that the most common problems in implementing these treatments are not achieving optimal visualization of the entire tooth structure, which precludes in many cases the correct orientation of the dentist to perform the various endodontic procedures; especially in the case of undergraduate students who have limited access to technologies that promote the realization of this practice access, being then in all cases periapical radiographs, and their correct interpretation, additional studies necessary for the completion of all endodontic treatment. Periapical radiographs modified structural recognition of root canal system, are useful to promote incentive in updating new scientific developments, the use of computer technology in the processing of dental images. Processing is performed with a mathematical software dental imaging processing developed in Matlab and using color maps for viewing more sharply the conventional periapical radiographs, providing details methodically, and critical analysis to reach a diagnostic impression, together with clinical and in some cases with other aid evaluation, allow to reach a definitive diagnosis. The results showed 75% effectiveness in the implementation of these methods as a diagnostic adjunct in patients with indications for endodontic treatment.

**Keywords:** Endodontics / Software / Scientific Advances

## INTRODUCCIÓN

El estudio radiográfico de las estructuras dentales y maxilofaciales se puede realizar mediante técnicas intraorales y extraorales, lo cual se refiere a si la película se instala dentro o fuera de la cavidad bucal, independiente de su tamaño. Algunas técnicas se pueden efectuar con equipos dentales convencionales o ciegos (sólo es posible regular el tiempo de exposición), otras requieren de equipo que permitan variar además el kilo-voltaje y el mili amperaje. Existen técnicas que requieren equipos más sofisticados, que son de manejo más complejo, como la tomografía convencional y la computarizada. En la Endodoncia, rama de la Odontología, se utiliza el método radiográfico para la evaluación diagnóstica y la visualización dental, realizándole al paciente varios estudios pre y postoperatorios con el empleo de Rx convencionales, usando las técnicas empleadas en la odontología, como lo son las de bisectriz y paralelismo, a partir de los cuales se identifican las principales estructuras existentes y que constituye un medio de apoyo al trabajo del especialista. En la práctica clínica de la Endodoncia, el odontólogo emplea las técnicas radiográficas convencionales, las cuales está demostrado que producen imágenes imprecisas, ya que sólo evidencian dos dimensiones (alto y ancho), y no son capaces de generar una vista adecuada del interior de la estructura dental, a pesar de que existen grandes avances en los instrumentos o equipos de magnificación, en muchos casos es limitado contar con estos, y por lo tanto, influye en los fracasos endodónticos. Así, que para mejorar la tasa del éxito en los procedimientos de endodoncia, es necesario el desarrollo de nuevas técnicas y el crecimiento en la disponibilidad de información.

En este sentido, la utilización de la computación gráfica en el campo dental, así provee oportunidades de avances y herramientas para la optimización de los tratamientos endodónticos y su visualización. Su objetivo principal es determinar la efectividad en la endodoncia utilizando un programa computarizado de procesamiento de imágenes odontológicas, desarrollado en Matlab, en el que se modifican las radiografías periapicales convencionales y se obtienen las radiografías periapicales modificadas,

analizando y visualizando las características anatómicas de la estructura dental y sus adyacencias.

En el artículo, se propone una representación gráfica y procesamiento de imágenes odontológicas, en la cual mediante la utilización de una radiografía periapical, se genere una imagen mejorada en cuanto a contraste y densidad que permita la mejor visualización de detalles, en el reconocimiento de sistema de conductos radiculares. La finalidad está entonces en utilizar el procesamiento de las imágenes odontológicas, usando para estos lenguajes matemáticos en el software Matlab y así permitir la obtención de mapas con filtros de colores. El trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera: inicialmente se detallan las características metodológicas aplicadas en el procesamiento de imágenes odontológicas, se definen las bases teóricas de la investigación, herramientas implementadas y por último los resultados que se obtuvieron con la aplicación del mismo. Para finalizar, se presentan las conclusiones del trabajo y finalmente se muestran las referencias bibliográficas utilizadas.

## DESARROLLO

### La Endodoncia

La endodoncia es una rama de la odontología que se encarga del estudio, la etiología, anatomía, fisiología y patología de los tejidos pulpaes y perirradiculares. Soares y Goldberg (2002), expresa que: “las primeras características a tomar en cuenta en el estudio de la endodoncia, es todo lo relacionado a la anatomía interna del diente, importante para la apertura coronaria, la localización de los conductos radiculares y para su preparación” (Pág.23). La cavidad pulpar es el tejido que se encuentra subyacente a la dentina; en la realización de los tratamientos endodónticos es de vital importancia que al iniciar un tratamiento endodóntico se tenga el estudio y conocimiento de la anatomía del sistema de conductos radiculares, para realizar así una correcta localización de conductos y su respectiva preparación y conformación.

El objetivo del tratamiento de conductos es

la limpieza, conformación y posterior relleno tridimensional de los conductos radiculares y accesorios. Este es el objetivo primordial para la realización de una Endodoncia, y todas las fases del tratamiento de conductos estarán dirigidas a que este objetivo se cumpla.

### **Técnicas Radiográficas Intraorales**

Son todas aquellas técnicas radiográficas en las que la película esté ubicada dentro de la cavidad bucal. Entre ellas se encuentran: Técnica Periapical o Bisectriz, Técnica de Paralelismo.

### **Procesamiento de imágenes**

#### **Imágenes digitales**

También llamada gráfico digital, es una representación bidimensional de una imagen utilizando bits (unos y ceros).

#### **GIF y JPEG: los formatos más utilizados**

El formato GIF, propietario de CompuServe, corresponde a las siglas de Graphics Interchange Format. Es el formato más utilizado para mostrar gráficos de colores indexados e imágenes en documentos HTML (hypertext markup language) sobre World Wide Web y otros servicios online. Gif es un formato de imágenes comprimidas diseñado para minimizar el tiempo de transferencia de archivos sobre las líneas telefónicas.

Renderización: (Del inglés rendering, renderizar, renderizado, renderización o interpretación en español). La renderización es el proceso de generar una imagen (imagen en 3D o una animación en 3D) a partir de un modelo, usando una aplicación de computadora. El modelo es una descripción en tres dimensiones de objetos en un lenguaje o estructura de datos estrictamente definidos. El modelo debería contener geometría, punto de vista, textura e información de iluminación. La imagen resultado de la renderización es una imagen digital (raster).

#### **Mapa de Colores**

Las imágenes y otros datos podrían tener datos de nivel mostrados a través de los valores de color diferentes. El valor de los datos es asignado para

el color a través del uso de un mapa de colores. El mapa de colores predeterminado en MATLAB es jet (64), un mapa utiliza el esquema de color azabache con 64 valores definidos. Antes de la visualización, se asigna a los datos de imagen un valor de 1 a 64 sobre la base de la gama de valores en la imagen. Los valores asignados se convierten a continuación en valores de color rojo, verde y azul. Las tablas de colores de MATLAB incluyen jet, HSV, caliente, fresco, primavera, verano, otoño, invierno, gris, hueso, cobre, rosa y líneas.

### **Procesamiento de Imágenes Odontológicas desarrollado en Matlab**

El programa de procesamiento de imágenes odontológicas, desarrollado en matlab, es un software matemático con un lenguaje de programación, en el cual se utilizan filtros de imágenes digitales, este es un sistema que, dependiendo de las variaciones de las señales de entrada en el tiempo y amplitud, realiza un procesamiento matemático sobre dicha señal; generalmente mediante el uso de la Transformada rápida de Fourier; obteniéndose en la salida el resultado del procesamiento matemático o la señal de salida. Los filtros digitales tienen como entrada una señal analógica o digital y en su salida tienen otra señal analógica o digital, pudiendo haber cambiado en amplitud, frecuencia o fase dependiendo de las características del filtro digital.

Las imágenes digitales se pueden modificar mediante filtros, añadir o suprimir elementos, modificar su tamaño, entre otras característica y almacenarse en un dispositivo de grabación de datos. Para visualizar una imagen digital se requiere un programa de visualización que convierta la información binaria contenida en el fichero en puntos de color perceptibles por el ojo humano, llamados píxel y mega píxeles un dispositivo que permita su renderización, típicamente una computadora.

En general la mecánica del procesamiento es:

1. Tomar las muestras actuales y algunas muestras anteriores (que previamente habían sido almacenadas) para multiplicarlas por unos

coeficientes definidos.

2. También se podría tomar valores de la salida en instantes pasados y multiplicarlos por otros coeficientes.

3. Finalmente todos los resultados de todas estas multiplicaciones son sumados, dando una salida para el instante actual.

En el procedimiento se emplea un histograma, una herramienta sumamente útil para estudiar la distribución de los componentes de una imagen, pero también permite la corrección del contraste y el rango de colores en las imágenes sobreexpuestas o subexpuestas.

El objetivo de la ecualización del histograma es armonizar la distribución del nivel de luminosidad de la imagen, de tal manera que cada uno de los niveles del histograma tienda hacia contener el mismo número de píxeles. La expansión del histograma (también llamada “linearización del histograma” o “expansión del rango dinámico”) consiste en distribuir las frecuencias de la apariencia de los píxeles en todo el ancho del histograma, modificando las intensidades en la escala de valores disponibles de la mejor forma posible. Esto equivale a expandir el histograma de manera que el valor de la intensidad más baja sea cero y el de la intensidad más alta sea el valor máximo. Esta operación se propone aumentar los matices de la imagen y así observar cada detalle de las radiografías computarizadas en el sistema matemático Matlab.

## Las técnicas Radiográficas

### Técnica de Paralelismo

La técnica del paralelismo, del ángulo recto o del localizador largo, fue descrita por Mc Cormack en 1920. Entonces planteaba que la distancia entre el foco roentgénico y la película debía ser de 90 cm. Este alejamiento no resultó práctico por lo que veintisiete años más tarde fue modificada y popularizada por Fitzgerald. La distancia fue reducida de manera notoria consiguiendo una amplia aceptación por parte del odontólogo general

y el especialista en endodoncia.

### Limitaciones de la técnica de Paralelismo

1. Uso de dispositivo aumenta distancia objeto-película.
2. Requiere mayor tiempo de exposición.
3. Dificultad en pacientes con bóveda palatina plana y con torus palatino o lingual.
4. Mayor costo.
5. Mayor tiempo de trabajo.

### Técnica Periapical o Bisectriz

Consiste en orientar el rayo central a la altura del ápice del diente a investigar y, en el plano vertical la incidencia será perpendicular al plano imaginario constituido por la bisectriz del ángulo que forma el eje mayor del diente y la película radiográfica.

También se conoce con el nombre de técnica de isometría. Es la técnica más utilizada, ya que se le considera la de más fácil realización y superior a la técnica del paralelismo. Sin embargo, esta creencia no es real porque es más difícil de realizar y la imagen obtenida presenta una mayor distorsión geométrica. Para su realización se pueden seguir los pasos siguientes:

- 1) Colocación de la película
- 2) Colocación del tubo en la angulación vertical y horizontal correctas.

### Limitaciones de la Técnica Bisectriz

1. Distorsión a nivel cervical y coronario por divergencia de los rayos x.
2. Depende de experiencia del operador.
3. No estandarizable.
4. Superposición de cigomático y apófisis piramidal del maxilar en zona de molares superiores

### **Imagen Radiográfica Digital Indirecta**

La conversión de una radiografía en una imagen digital es lo que se llama digitalización o radiografía digital indirecta.

La señal de entrada para la conversión se obtiene de una cámara de vídeo o un scanner de imágenes. La digitalización no mejora la información que se ha obtenido de la radiografía original. Solo la convierte de una imagen análoga a una forma que puede ser leída y analizada por una computadora. Sin embargo esto representa una limitación ya que el rango de densidad óptica disminuye considerablemente en imágenes digitalizadas cuando se comparan con películas convencionales. Además de que se puede perder cierta información diagnóstica durante la digitalización, o sufrir alteraciones. Sumado a esto, la digitalización toma largo tiempo y además se necesita el procesado convencional anterior. Sin embargo, existen muchas posibilidades de aumentar el contraste digitalmente y luego de digitalizada se le pueden añadir otras características. De acuerdo a esto, la digitalización es útil para el análisis cuantitativo de las radiografías.

Con respecto a la comparación de imágenes, esta es una de las mayores ventajas que ofrece el almacenamiento de radiografías en la computadora, ya que desde el ordenador, se puede realizar la sustracción digital. Al hacer la comparación de dos imágenes se puede obtener una nueva, a través de las diferencias de densidad. De esta manera se puede establecer un patrón de mineralización o cicatrización de lesiones periapicales, observando las zonas de menor mineralización de color negro, y las zona de mineralización se observarán blancas.

### **Imagen Radiográfica Digital Directa**

Una manera alternativa de obtener imágenes es la radiografía digital directa. La diferencia fundamental entre las radiografías convencionales y este método es la manera como se captura la imagen y como se observa, y la completa eliminación de las películas y los químicos. La

imagen es guardada como información digital dentro de una computadora, mostrada en un monitor y puede ser manipulada por los programas de la computadora. Este sistema ofrece el beneficio directo al paciente de reducir la exposición a la radiación.

Este es un método mediante el cual se pueden obtener imágenes radiográficas intraorales de forma directa, donde la película convencional se sustituye por un dispositivo electrónico, el cual va actuar como receptor del rayo y que al estar conectado a un convertidor y a un ordenador, ofrece como resultado la formación de una imagen radiográfica digitalizada. Esta imagen se observará en un monitor de una computadora, esto a la vez permite su almacenamiento y la transmisión de los datos adquiridos.

Existen dos tipos de captadores de imágenes, los inmediatos y los retardados: En los captadores inmediatos de imagen, se utiliza un sensor que va ubicado en la boca del paciente, este se une a la computadora a través de un cable. El sensor se comporta como una pantalla intensificadora, absorbiendo la longitud de onda de los rayos x y emitiendo la longitud de onda de la luz, la cual es transferida a la computadora a través del cable de fibra óptica. Los sensores son generalmente más pequeños que las radiografías intraorales y son algo más gruesos, requiriendo sostenedores especiales.

El sensor o detector más común es el dispositivo cargado acoplado (CCD). Un CCD consiste en una pastilla de silicona pura con un área activa que ha sido dividida en dos matrices bidimensionales de elementos llamados pixeles. El otro tipo de sensor es expuesto directamente y captura la imagen directamente como son el Sidexis de la Siemens, Visualix de la casa Gendex, Sens-A-Ray de la casa Regam, el y el CDR de la Shick. Estos sensores son más delgados.

Los captadores de imagen retardada consisten de una placa de fósforo fotoestimulable que se coloca en la boca y esta guarda el patrón de exposición a los rayos X. Estos patrones luego son liberados en

forma de luz por estimulación de un rayo láser, es decir, la energía de los rayos X se convertirán en una imagen latente en la pantalla, a través de lo que se llama luminiscencia fotoestimulable. Este sistema permite que la máquina de rayos X y la computadora puedan estar en lugares separados. Este captador es usado por el sistema Digora (Soredex), Den-Optix (Gendex) y CD-Dent (Digident). Las láminas sensores vienen en dos tamaños equivalentes a películas de tamaño.

Al ser presentado y evaluado el sistema de Radiovisiografía, se afirma que produce imágenes radiográficas inmediatas luego de una exposición, que presentan menor resolución que las películas periapicales y ofrecen la ventaja de que con estos sistemas no se requiere del uso de lupas; este sistema posee una serie de recursos electrónicos dentro de los cuales se encuentra la magnificación, iluminación, contraste e intensidad de la imagen

Modificaciones de la Imagen Digital Directa: Dentro de las modificaciones de imagen que se pueden obtener a través del Radiovisiógrafo se mencionan:

- Ecuación histográfica
- Pseudo color
- Imagen realizada con sitios uniformes de densidad
- Análisis de densidad ósea
- Imagen Pseudo 3D
- Imagen filtrada
- Imagen invertida
- Efecto fósil o filtro de contorno
- Inversión de contraste
- Imagen aumentada o modalidad zoom
- Medidas matemáticas punto a punto 39.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a efecto la investigación, se procedió a indagar sobre la utilización de las radiografías periapicales modificadas y el componente didáctico de reconstrucción 3D en el reconocimiento estructural del sistema de conductos radiculares, en cuatro casos clínicos de pacientes del segundo trimestre del año 2009: Caso 1: U.D: 44; Caso 2: U.D:17; Caso 3:U.D:36 con tratamientos endodónticos y Caso 4: U.D:47 con indicación del mismo. Se utilizó un software matemático en Matlab.

Cabe destacar que el sistema de conductos radiculares se encuentra constituido, por lo correspondiente a las raíces de los dientes, conductos radiculares y cámara pulpar, conjuntamente con las estructuras adyacentes; todo este complejo constituye el objeto principal de estudio, estudiando su reconocimiento estructural, mediante la identificación de su anatomía, siendo estos los ítems que se desarrollan dentro de la investigación.

En tal sentido, para la recolección de los datos de estudio se usó como instrumento un Programa Computarizado de Procesamiento de Imágenes Odontológicas, en este se analizaron las características anatómicas tomadas en las radiografías periapicales, la información obtenida se registró en una Guía de Observación, en este estudio se utilizaron indicadores que analizaron las respuestas a las interrogantes de la investigación, determinadas por los ítems: muy buena, buena, regular y mala, revelando así características radiográficas del estudio del sistema de conductos radiculares en tratamientos endodónticos.

En el procesamiento, la presentación de los resultados de investigación, se realizó, tomando en cuenta dos aspectos, en primer lugar lo referente al análisis descriptivo de imágenes obtenidas mediante el procesamiento de imágenes odontológicas, las radiografías periapicales modificadas con la aplicación del sistema de imágenes en mapas de colores las cuales presentaron variaciones de color, profundidad y mejor nitidez para el análisis en cuestión, cuyos resultados fueron generados,

por un programa desarrollado en Matlab, dentro del cual su finalidad se centró en resaltar las características propias de las radiografías periapicales convencionales, individualizar, separar y ordenar sus diversos componentes para considerarlos primero aisladamente y después asociarlos; así como también generar una imagen 3D de la estructura dentaria como componente didáctico.

En segundo lugar, se procedió a la presentación de los resultados obtenidos, por la aplicación de la guía de observación a las radiografías periapicales ya modificadas y a la imagen 3D, de cada uno de los casos, mediante la tabulación de los resultados unificados, en forma estadística, con la finalidad de valorar cuantitativamente la efectividad de la utilización de las radiografías periapicales modificadas y la reconstrucción 3D en el reconocimiento estructural de sistema de conductos radiculares.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados obtenidos del procesamiento de imágenes aplicando el software matemático Matlab, a las radiografías periapicales convencionales originales.

En la figura 1, se observan las imágenes obtenidas por los métodos convencionales radiográficos, generadas por medio de la utilización del radiovisógrafo, correspondiente a diferentes casos con indicación de tratamiento endodóntico o con tratamiento endodóntico ya realizado, a

dichas imágenes se le aplicó el procesamiento de imágenes, cuya finalidad se centró en resaltar las características propias de las radiografías periapicales convencionales, individualizar, separar y ordenar sus diversos componentes para considerarlos primero aisladamente y después asociarlos.

En la figura 2, se observan los resultados obtenidos luego de la aplicación del mapa de color Jet, a las radiografías periapicales convencionales, los cuales resultaron ser muy buenos, en cuanto a la visualización de los conductos radiculares y el trayecto de los mismos; debido al contraste generado por el material de obturación, que permite la visualización y diferenciación en el trayecto de los conductos radiculares, observándose también las imágenes subexpuestas, bien diferenciadas. En el caso de las imágenes (a) se observa, que el trayecto de los mismos sobrepasa por milímetros lo que corresponde los límites del sistema de conductos radiculares o foramen apical. Las imágenes (b) y (c), pertenecientes al segundo premolar inferior fue el único que evidenció resultados en cuanto a la visualización y localización de conductos accesorios, visibles en ambos conductos tanto el mesial como el distal, gracias al contraste del material de obturación. Así mismo, la visualización de la cámara pulpar, es muy buena su apreciación gracias a la diferenciación de las imágenes subexpuestas, cuyas diferentes densidades evidencian el tejido subyacente y el material de obturación.

En esta figura, se observa claramente como aquellos tejidos que absorben menos Rx, adquirieron una pigmentación amarilla, ente caso el correspondiente

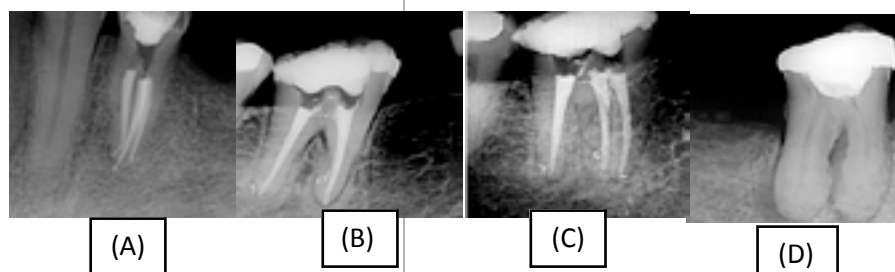


Figura 1: Imágenes Obtenidas por Radiovisógrafo, (a): Primer Molar Derecho. (b) y (c): Segundo Molar Inferior. (d): Segundo Molar Inferior.

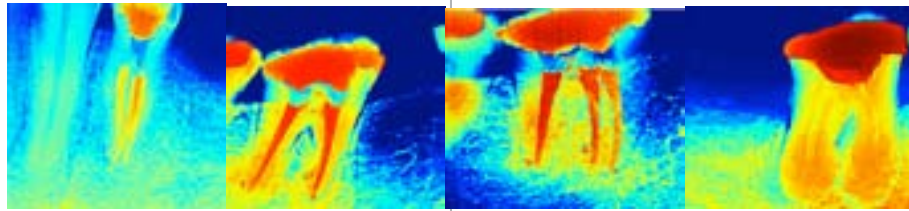


Figura 2. Imágenes Procesadas, Mapa de Colores Jet. (a): Primer Molar Derecho. (b) y (c): Segundo Molar Inferior. (d): Segundo Molar Inferior.

al material de obturación “Gutapercha” y cemento provisional. Las imágenes sub expuesta con una coloración roja y todos aquellos que absorben mas Rx en este caso el tejido calcificado dental y óseo se visualizaron de azul, en diferentes tonalidades relativa a las diferentes densidades.

En la figura nº 3, se muestran los resultados de la aplicación de el mapa de color cool, de la cual, cuyos resultados fueron muy buenos en cuanto a la visualización de la longitud del diente, otorgando una gran nitidez, y una gran definición de contornos, que permitió la correcta medición y diferenciación del tejido dental en consideración, otorgando también una información precisa en cuanto al número de raíces presente, y las curvaturas de éstas. Así mismo, esta imagen permitió la correcta visualización de la cámara pulpar, gracias al gran contraste que presenta en relación al tejido dental calcificado.

### CONCLUSIONES

Con la aplicación del software matemático Matlab se permitió obtener a partir de las radiografías periapicales convencionales, imágenes modificadas por medio de la aplicación de mapas de filtros de colores.

Se comprobó a su vez, que es una herramienta, que aporta mayor efectividad y eficiencia en el reconocimiento estructural del sistema de conductos radiculares.

Las radiografías periapicales con el mapa de color cool, presentaron mejores resultados en lo correspondiente a la visualización de estructuras anatómicas del diente tales como: cámara pulpar, conductos radiculares, trayecto de conducto radiculares y accesorios, y ubicación del foramen apical, gracias al contraste generado, que permitió la correcta diferenciación de estos elementos, exhibiendo los elementos subexpuestos dentro de una imagen.

Las radiografías periapicales, con el mapa de color jet presentaron mejores resultados en cuanto a la visualización de la longitud del diente y a la determinación de las curvaturas de las raíces, gracias a que estas presentan una gran nitidez y una gran delimitación de contornos, lo cual favorece a la medición con precisión de la longitud radicular, así mismo permitió la diferenciación del tejido dental, con respecto a tejido óseo circundante, lo que es determinante en la visualización de las curvaturas radiculares.

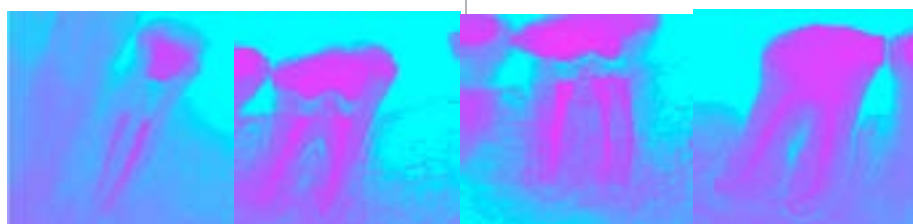


Figura 3. Imágenes Procesadas, Mapa de Colores Cool. (a): Primer Molar Derecho. (b) y (c): Segundo Molar Inferior. (d): Segundo Molar Inferior.



La aplicación de este nuevo método diagnóstico software matemático Matlab aplicado al radiodiagnóstico bucal, constituye una herramienta de trabajo que nos permite obtener con precisión

ciertos parámetros radiográficos anatómicos y estructurales de la morfología dentaria radicular de importancia para la terapia de tratamiento clínico endodóntico

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS**

COHEN, S (2008). Vías de la Pulpa. Editorial Elsevier.

FUSTER, M (2009). ¿Que Es La Endodoncia? [Documento En Línea]. Disponible: [http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/vivir\\_sano/doc/higiene/doc/endodoncia.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/vivir_sano/doc/higiene/doc/endodoncia.htm). Consulta: 16 de junio de 2009.

ORTEGA, F (2009). Conceptos Básicos de Imagen Digital. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.fotonatura.org/revista/articulos/32/1/>. Consulta 16 de junio de 2009.

SOARES Y GOLDBERG. (2002). Endodoncia Técnicas y Fundamentos. Editorial Panamericana.

WHAITES, E (2010). Radiología Odontológica. Editorial Panamericana.