

Tomografía Cone Beam Tecnología de primer mundo en México

C.D.O. Enrique González García*



Fig. 1
Wilhem Konrad Roetgen.

1. Brazzini Arméstar, Malú Arias Schreiber y Víctor Méniz Leiva, *Boletín de la Sociedad Peruana de Medicina Interna* - Vol. 9 N° 1 1996 Agosto.

2. <http://es.wikipedia.org>

3. Medina D. Edgar, *Historia de la Radiología. Revista del Instituto Médico "Sucre"* 1996.

El 2010 estuvo lleno de fechas históricas y entre las más importantes sin lugar a dudas fueron el bicentenario de la Independencia y el centenario de la Revolución Mexicana, hechos que cambiaron el rumbo de México. Pero sin temor a equivocarme, la celebración más importante por su papel protagónico en el desarrollo del país y por extraño que parezca, no la más festejada por los medios oficiales, fue la conmemoración de los primeros 100 años de la Universidad Nacional Autónoma de México, nuestra máxima casa de estudios; semillero inagotable de investigación, cultura, deporte, reflexión y a quien se le debe la formación de los personajes que han logrado los principales avances en los diversos campos de la ciencia y la humanística.

Para todos los que somos de extracción universitaria es un gran orgullo el pertenecer a esta comunidad, y es una obligación el conocimiento de nuestras bases históricas, así como la generación y búsqueda incesante de nuevos conocimientos en nuestros respectivos campos de trabajo. Es así como este artículo pretende analizar un descubrimiento que cambió la manera de realizar el diagnóstico médico.

Iniciaremos recordando que han pasado también más de 100 años desde

aquel 22 de diciembre de 1896, cuando Wilhem Konrad Roetgen (Fig. 1) dio a conocer los rayos X (Fig. 2) y con ello impactó de manera profunda el área médica. Tal fue la importancia de su descubrimiento que le fue otorgado el primer premio Nobel de Física en 1901¹⁻³. Se hizo necesaria la creación de una especialidad nueva dentro de la medicina encargada del diagnóstico por imágenes, naciendo así la Radiología Médica que, sin lugar a dudas, es la especialidad que ha tenido



Fig. 2
Primera imagen radiográfica.

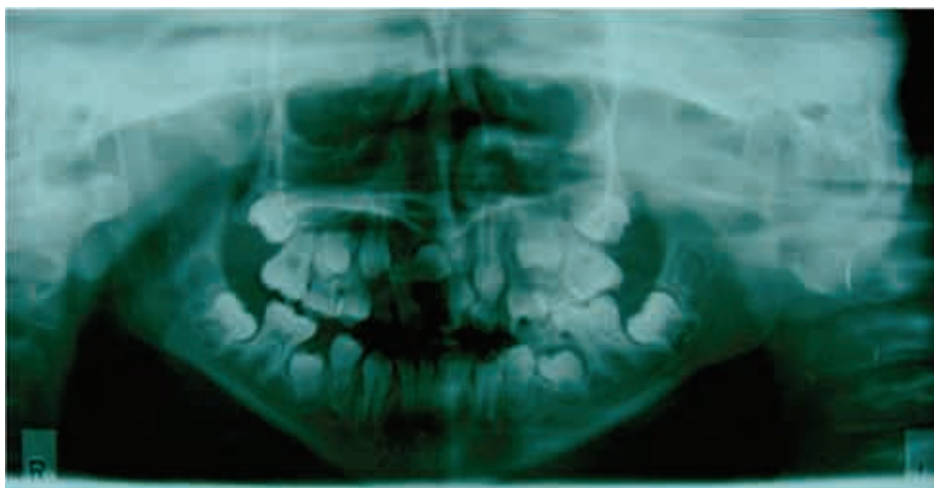
mayor crecimiento basado en sus importantes y continuos avances tecnológicos.

A decir del Dr. Edgar Medina, existen dos razones principales que contribuyeron directamente al rápido progreso de la Radiología; por principio de cuentas el inicio de la primera guerra mundial y en segundo lugar la necesidad de equipos radiológicos nuevos, eficientes y de fácil transportación para las tropas que se encontraban en combate en Francia. Así pues, durante el año 1917 se hicieron más descubrimientos que los que se habían hecho en todos los años desde que Roetgen dio a conocer su descubrimiento³.

El doctor W.D. Coolidge inventó en 1917 el tubo de rectificación automática, lo que permitió la construcción de un aparato portátil; posteriormente y con base a este tubo de rectificación, se construyó otro aparato de rayos X semejante que se utilizó en los hospitales de campaña.³

Algunos años después de la guerra mundial, el Dr. Hollis E. Potter de Chicago perfeccionó la parrilla móvil que lleva su nombre y el del inventor Dr. Gustav Bucky. Este aparato permitió obtener radiografías de excelente detalle en regiones anatómicas anteriormente inaccesibles por la radiación secundaria procedente del propio cuerpo del sujeto. Estos aparatos constituyen la base sobre la cual se han construido los aparatos que les han seguido³.

Las primeras radiografías análogas (Fig. 3) permitieron la exploración de las estructuras óseas de los pacientes y fue necesaria la creación de la cátedra de Anatomía Radiológica con el propósito fundamental de capacitar a los asistentes en el conocimiento de la anatomía normal del cuerpo humano y posteriormente desarrollar la habilidad de reconocer las diversas patologías óseas, fracturas, poder evaluar el crecimiento y



desarrollo óseo; y con la evolución de las sustancias de contraste, también se pudieron ver otras estructuras como el tubo digestivo, el sistema urinario, los vasos sanguíneos, etc.

Como se ha explicado anteriormente, el nacimiento de la imagenología revolucionó la medicina, ya que antes de 1896 el diagnóstico médico se obtenía del interrogatorio, la palpación y la auscultación. En la actualidad se continúa con este protocolo, pero se ha vuelto imprescindible la utilización de métodos auxiliares, principalmente radiológicos, que nos ayuden a obtener un diagnóstico más preciso. Pero como todo nuevo descubrimiento conforme se va utilizando y se van encontrando nuevas utilidades para el mismo, invariablemente también se van descubriendo sus limitaciones o desventajas. Como las desventajas principales de las radiografías convencionales podemos considerar las siguientes:

- 1.- Grado de magnificación.
- 2.- Visualización bidimensional de una estructura tridimensional.
- 3.- Fallas inherentes a la manipulación de las placas radiográficas mediante el proceso de revelado.
- 4.- Superposición de estructuras.

Fig. 3
Radiografía análoga.

3.- Medina D. Edgar,
Historia de la Radiología.
Revista del Instituto Médico
"Sucre" 1996.



Figura 4
Radiografía digital.



Fig. 5
Goodfrey Newbold
Hounsfield.

4. Figueroa Poblete Marcelo, Nuevas técnicas en imagenología oral y maxilofacial sus indicaciones en niños.

5. Bosch O. Enrique. Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la tomografía computarizada, su contribución a la medicina moderna. Revista chilena de radiología vol. 10 nº4 año 2004; 183-185.

El siguiente paso evolutivo importante fue la llegada de la Radiología Digital (Fig.4) y su desarrollo se debe en parte a los avances en computación. La Radiología Digital consiste en la utilización de un sensor electrónico o detector, un convertidor análogo a digital y un monitor o impresora que presente la imagen⁴.

Las contribuciones principales de la Radiología Digital son:

- 1.- Reducción de la dosis de radiación.
- 2.- Mejor calidad de imagen ya que puede ser manipulada.
- 3.- Disminución del tiempo de la toma radiográfica.
- 4.- Eliminar las fallas inherentes al manejo de la placa ya que se elimina el proceso de revelado.
- 5.- Posibilidad de contar con archivos digitales.
- 6.- Permite el envío inmediato de las imágenes vía Internet.

Es substancial el avance que representa la creación de equipos digitales, principalmente por la posibilidad de manipular las imágenes en cuanto a su resolución y a la facilidad de envío. Esto a su vez permite realizar interconsultas con diferentes especialistas en cualquier lugar que se encuentren y de manera prácticamente inmediata. Sin embargo, sigue teniendo una desventaja impor-

tante que es la obtención de imágenes en dos planos del espacio, la altura y el ancho, pero no proporciona información alguna de la profundidad de las estructuras, con lo cual tenemos una limitación muy importante por la falta de la visualización necesaria para evaluar completamente una estructura anatómica. Además, continúa siendo importante la superposición que existe entre las diferentes estructuras y las repercusiones que esto pudiera tener en la elaboración de un diagnóstico certero.

El progreso de la Radiología continuó y es en 1972, cuando Sir Goodfrey Newbold Hounsfield (fig.5) presenta el primer tomógrafo computarizado al cual llamó EMMIMARK I, nombre que le fue conferido debido a que los estudios fueron auspiciados gracias a las regalías que generó el grupo Británico The Beatles, quienes tenían como casa productora a EMMI. Este equipo se desarrolló en base a los trabajos del físico sudafricano Allan Comack en 1950, sobre la distribución de las dosis de radioterapia causada por la heterogeneidad de las regiones del cuerpo. Dicho descubrimiento les valió la obtención del premio Nobel de Física en 1979⁵.

La Tomografía es una técnica especializada para la obtención de radiografías que muestran únicamente una sección o corte del paciente. El tomógrafo mide la atenuación o absorción de los rayos X conforme pasan a través de una sección del cuerpo desde diferentes ángulos, y luego, con los datos de estas medidas, el computador es capaz de reconstruir la imagen del corte. El paradigma fue comprender que al escanear un objeto desde muchos ángulos, era posible extraer toda la información que contiene. Esto trajo como consecuencia la visualización de las diferentes estructuras

en los tres planos del espacio e incluso cortes seccionales para axiales (Fig. 7 a 10) así como eliminar la superposición entre las mismas⁶.

El área de la Odontología se mantuvo durante mucho tiempo ajena al uso de la tomografía, tal vez por su alto costo o porque los aparatos tomográficos convencionales requieren un área grande para su ubicación (Fig. 6). En los últimos 10 años se ha desarrollado una tecnología nueva que permite una evaluación completa del complejo maxilofacial y que disminuye los costos de manera considerable conocida como Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT).

Las diferencias principales entre la CBCT y la Tomografía convencional son:

Tomografía convencional: El paciente se encuentra sentado o parado durante la toma y la emisión del rayo en los tomógrafos médicos de un abanico delgado, que necesita dar varios giros para lograr escanear el cráneo del paciente.

Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT): Emite un rayo cónico que necesita un solo giro para la obtención del complejo cráneo facial y además, cuenta con un intensificador de imagen con el cual se obtienen varios beneficios como:

- 1.- Rapidez en la toma, entre 20 y 40 segundos.
- 2.- Bajo costo.
- 3.- Imágenes de alta calidad en los tres planos del espacio.
- 4.- Elimina por completo la superposición de imágenes.
- 5.- Posibilidad de hacer cortes a diferentes escalas.

6.- Menor dosis de radiación que la tomografía convencional.

7.- Reconstrucciones tridimensionales a escala real 1 a 1.

8.- Posibilidad de manipulación en la P.C. mediante un software gratuito.



Fig. 6 Tomógrafo médico tradicional.



Fig. 7 Frontal.



Fig. 8 Sagital.



Fig. 9 Axial.



Fig. 10 Cortes seccionales.

6.-Whaites Eric. Fundamentos de Radiología Dental 223-241 Elsevier Masson, Barcelona España, cuarta edición 2008.

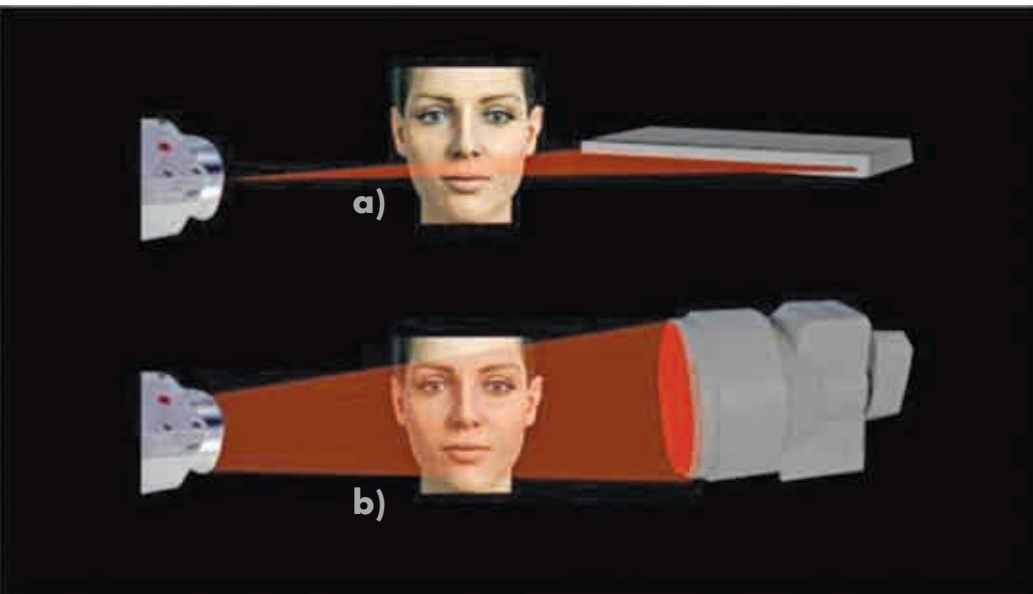


Fig. 11
 a) Tomógrafo convencional.
 b) Tomógrafo Cone Beam.



Fig. 12 Corte frontal.



Fig. 13 Corte sagital.



Fig. 14 Corte axial.

7. HASHIMOTO, K., ARAI, Y., IWAI, K., et al. A comparison of a new limited Cone Beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg OralMed Oral Pathol Oral Radiol Endodon*, (2003); 95(3):371-7.

8. BRINER BILLARD ANDRES, URZUA NOVOA RICARDO, Cone Beam sistema Accuitomo ·DX, Morita Anuario sociedad de Radiología Oral y Maxilofacial de Chile vol. 10 nNº 1 año 2007.

9. MOZZO, P., PROCACCI, C., TACCONI, A., et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the Cone-Beam technique: preliminary results. *Eur Radiol*, (1998);8 (9):1558-64.

Es imprescindible que las áreas encargadas del estudio y tratamiento del macizo facial utilicen esta tecnología reconocida y prescrita por las diversas academias y asociaciones importantes en el mundo, como la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR), la American Dental Association y la British Orthodontic Society, entre otras ^{7,8,9}.

En México, Grupo Cedirama Digital fue el gabinete de diagnóstico que introdujo el primer tomógrafo de este tipo, el cual llegó hace aproximadamente dos años. A partir de ahí se ha dado un crecimiento significativo en cuanto a la adquisición de estos aparatos por diferentes gabinetes radiológicos que ofrecen el servicio de CBCT, ya que su alto costo dificulta la obtención de uno para uso particular en el consultorio odontológico. En nuestro país contamos ya con tomógrafos de diferentes marcas. Cabe señalar que estos tomógrafos al ser fabricados por diferentes casas comerciales, cada uno de ellos tiene diferentes utilidades existiendo así CBCT desde los más sencillos hasta los más sofisticados; por lo cual es de suma importancia que el clínico conozca las posibilidades que cada uno de los diferentes estudios le proporcionará ya que al final el costo-beneficio será diferente.

Los aparatos de mayor sofisticación y que no necesariamente implican un mayor costo, permiten evaluar zonas

La Tomografía es una técnica especializada para la obtención de radiografías que muestran únicamente una sección o corte del paciente.

antes difíciles siquiera de ubicar como sería, por ejemplo, la articulación temporomandibular donde anteriormente el análisis imagenológico constaba principalmente de las tomas radiográficas transfaringeas o transcraneales. (Fig.15)

La CBTC proporciona cortes a diferentes escalas de los cóndilos del paciente en una vista frontal y sagital. (Fig. 16)

Adicionalmente, contamos con la posibilidad de generar imágenes tridimensionales de las estructuras específicas que deseamos evaluar. (Fig. 17 a 19)

Los cortes frontales. (Fig. 20) a diferentes distancias aseguran la observación de los senos paranasales, el septum nasal y los cornetes, sin el problema de la superposición de estructuras presentes en las radiografías frontales. (Fig. 21)

De igual forma, podemos hacer cortes tomográficos sagitales. (Fig. 22) e imágenes 3D donde también es posible efectuar cortes que no sólo son espectaculares, sino que además tienen una excelente calidad diagnóstica. (Fig. 23)

En relación a la Ortodoncia, es sumamente clara e importante la información que obtenemos de los volúmenes 3D en cuanto a la forma, tamaño, posición, etc. de los dientes y sus respectivas raíces, incluso es posible la toma de medidas sobre las reconstrucciones (Fig. 24 a 26), ya que como se explicó anteriormente no sufren distorsión por lo que cualquier medida obtenida es 100 % real.

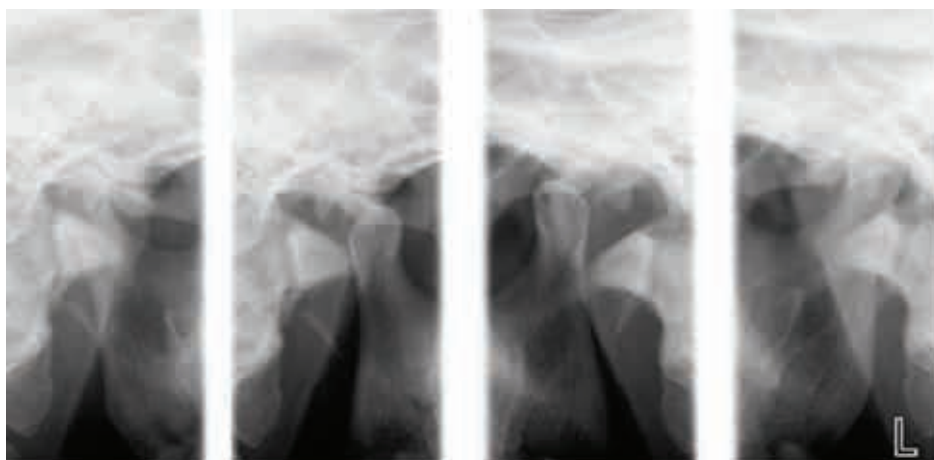


Fig.15 Radiografía transcraneal.

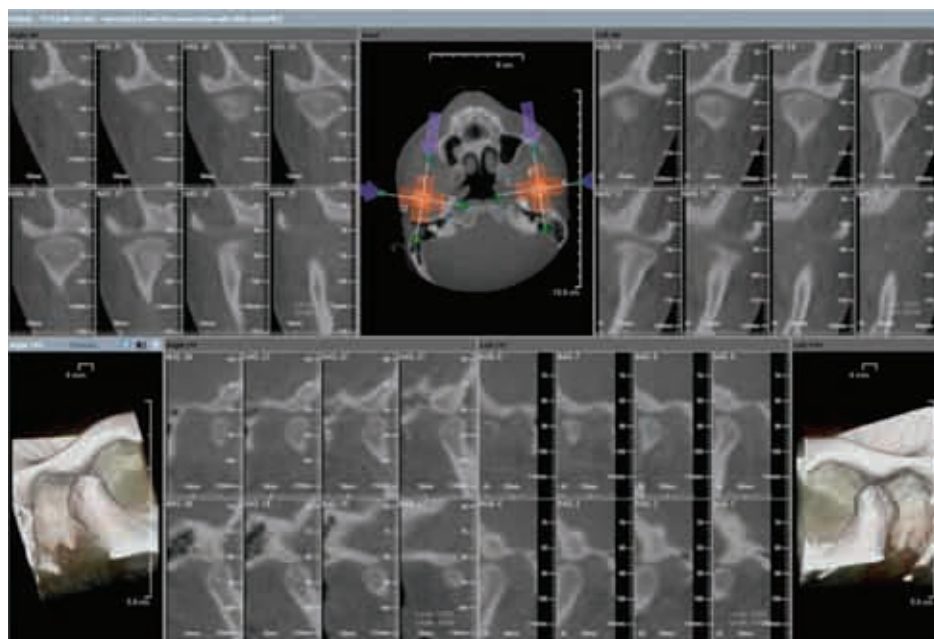


Fig.16 Cortes tomográficos frontales y sagitales derechos e izquierdos.

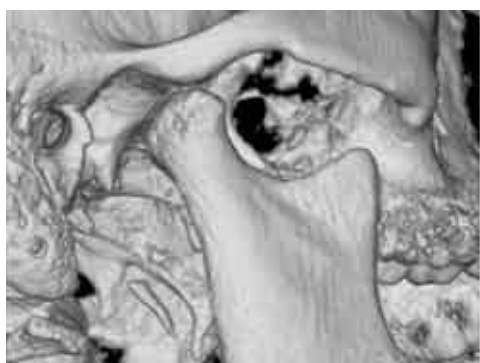


Fig.17 Cóndilo derecho.



Fig.18 Cóndilo.



Fig. 19 Mandíbula vista anterior.

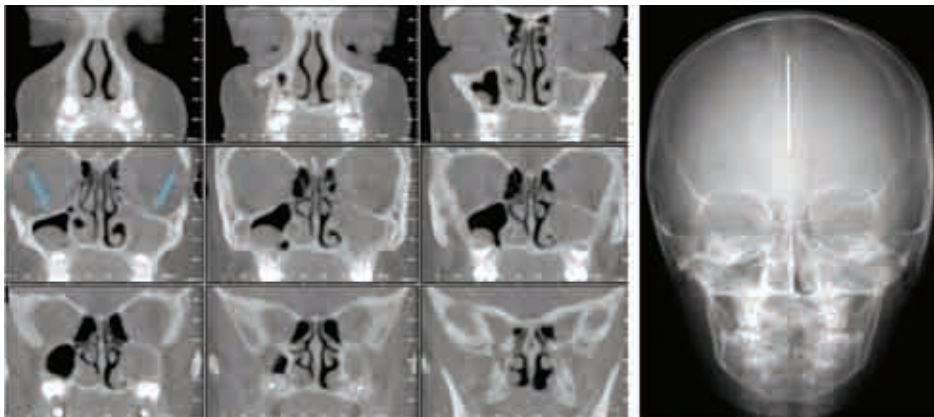


Fig.20 Radiografía P – A.

Fig. 21 Cortes tomográficos frontales.

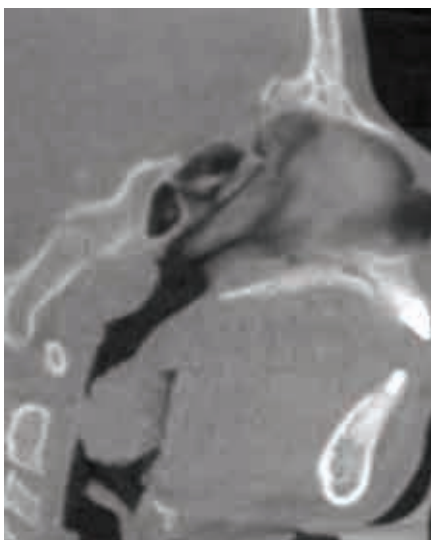


Fig.22 Corte sagital.

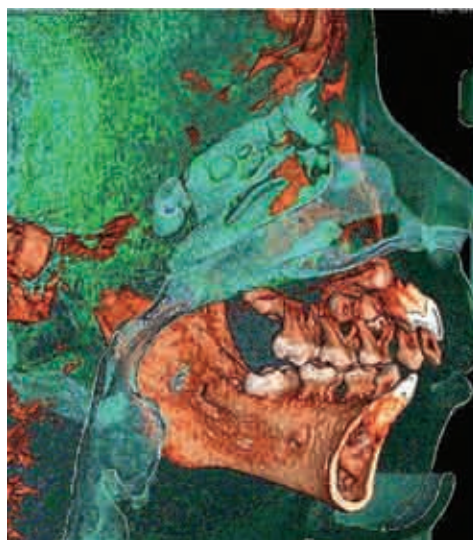


Fig. 23 Cortes tomográficos sagital en volumen 3D.

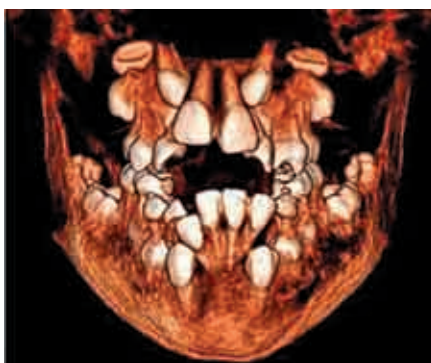


Fig.24 3D Vista dental anterior.



Fig. 25 3D Vista dental posterior.



Fig. 26 Caninos retenidos.

Resulta también sumamente cómodo el contar con modelos virtuales del paciente sobre los cuales podemos realizar todos y cada uno de los análisis que, de rutina, son elaborados en los modelos de yeso tradicionales. (Fig. 27 a 29)

Es posible generar vistas faciales de los pacientes tanto infantiles como adultos sobre los cuales podríamos evaluar la estética facial. (Fig. 30 y 31)

Por sus ventajas antes descritas se convierte en el estudio de elección para los casos de patologías en tejidos duros, ya que permite observar las zonas involucradas desde diferentes perspectivas y en diferentes resoluciones. (Fig. 32 a 36)

Para el Cirujano Maxilofacial resulta de suma utilidad en casos de fracturas óseas para evaluar el número y la extensión de las mismas. (Fig. 37 a 40)

Entre las herramientas de mayor utilidad, sobre todo para el especialista en implantes, se encuentran la posibilidad de medir la distancia entre el reborde alveolar y el nervio dentario inferior localizado previamente y de manera sencilla mediante el visor (Fig. 41), y no menos importante es tener la facilidad de ubicar a placer un área de interés y conocer la calidad del tejido óseo de la misma en base a sus correspondientes unidades Hounsfield. (Fig. 42)

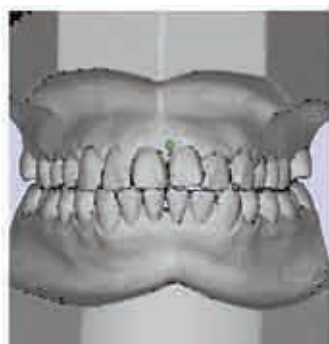


Fig.27 Modelos vista anterior.

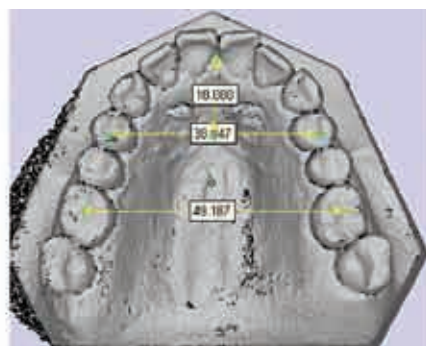


Fig. 28 Arcada superior.

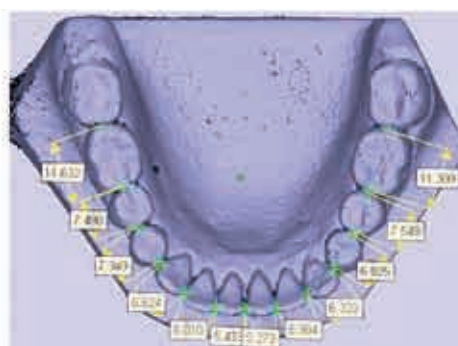


Fig. 29 Arcada inferior.

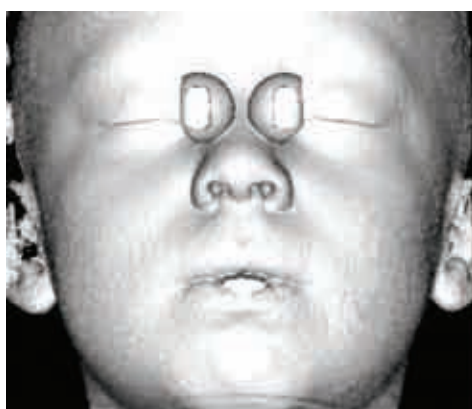


Fig.30 Vista frontal paciente infantil.



Fig. 31 Vista 45 grados paciente adulto.



Fig.32 Vista sagital.

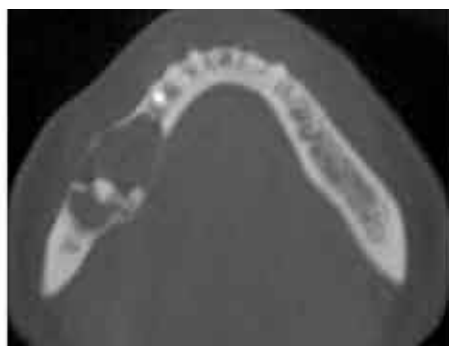


Fig. 33 Vista axial.

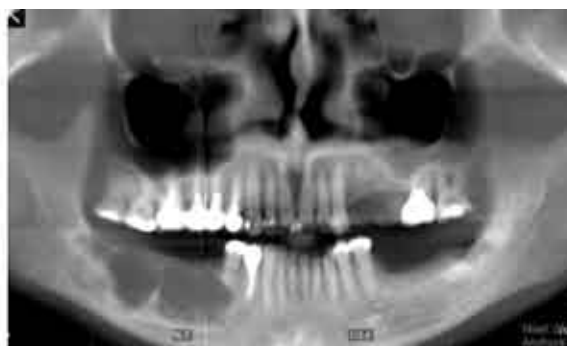


Fig. 34 Vista panorámica.

Para el Cirujano Maxilofacial resulta de suma utilidad la Tomografía Cone Beam en casos de fracturas óseas, para evaluar el número y la extensión de las mismas.

CONCLUSIONES:

La imagenología es un conjunto de técnicas por imágenes, que utiliza una variedad de aparatología cuyo fin es la obtención de una información anatómica, funcional y fisiológica de nuestro paciente. La tecnología Cone Beam está en sus inicios en nuestro país y es importante que tanto el Odontólogo General como el especialista de los diversos campos de estudio del complejo cráneo facial, conozcan las innumerables ventajas diagnósticas de esta tecnología y también sus limitaciones, y así estén en posición de tomar la decisión de a cuál de sus pacientes le beneficiará la prescripción de este auxiliar de diagnóstico que se ha vuelto ya imprescindible en los países de primer mundo ^{4,7-18}. ●



Fig. 35 Vista panorámica ósea.

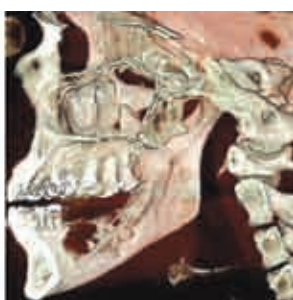


Fig. 36 Corte en volumen 3D vista lingual.

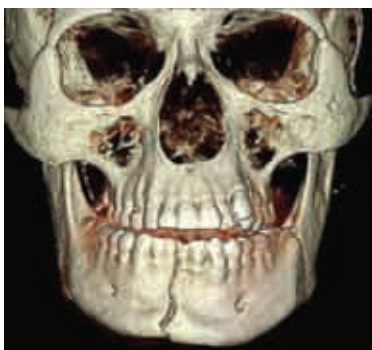


Fig. 37 Reconstrucción 3D vista anterior.

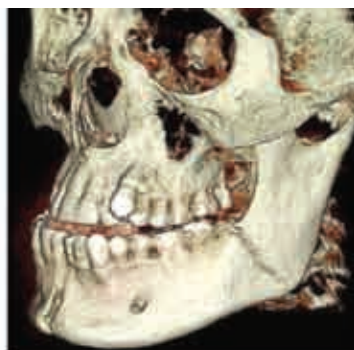


Fig. 38 Reconstrucción 3D vista lateral.



Fig. 39 Corte tomográfico axial.

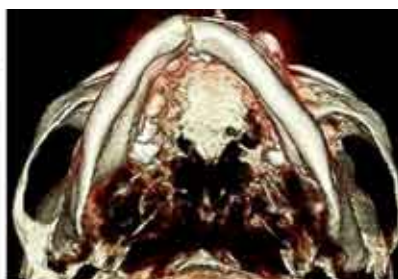


Fig. 40 3D en tejido óseo vista axial.

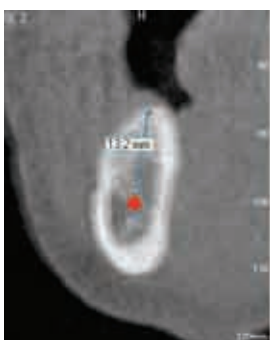


Fig. 41 Medida del reborde alveolar al nervio dentario inferior.



Fig. 42 Vista zona de interés correspondientes unidades Hounsfield.

10. Akira Nakajima, Glenn T. Sameshima, Yoshiro Arai y cols. Imágenes Vd y Tridimensionales para ortodoncia utilizando tomografía computarizada. *The Angle Orthod.* Vol. 75, N° 6 año 2005 895 – 903.
 11. Lin Edward Using Cone Beam technology in orthodontics. *Orthodontic Practice* 20010 vol. 1 N° 1 28 – 32.
 12. C. H. Kau and S. Richmond, J.M. Palomo and M.G. Hans current Products and practice Three – dimensional Cone Beam computerizad tomography in ortodontics. *Journal of orthod.* Vol 32 . 2005, 282 – 295.
 13. April A. Brown, William c. Scarfe, james P scheetz; anibal M. Silveira; Allan G. Farman. Linear Accuracy of Cone Beam CT Derived 3D images. *Angle Orthod.* Vol.79 N° 1 2009, 150 - 179.
 14. CLEBER FRIGI BISSOLI et. Al. Importancia y aplicaciones del sistema de tomografía computarizada Cone Beam, *Acta odontológica Venezolana*, vol 45 n° 4. 2007.
 15. http://67.192.191.166/uploads/pdf/NewTom/NewTom_Brochure09US_low.pdf.
 16. Li, T., SCHREIBMANN, E., YANG, Y., et al. Motion correction for improved target localization with on-board cone-beam computed tomography. *Phys Med Biol.* (2006);51(2):253-67.
 17. [http:// Centroicat.com/orto.html](http://Centroicat.com/orto.html).
 18. Osseus abnormalities of the mandibular condyle: diagnóstico reliability of Cone Beam computed tomography compared whirh helical computed tomography based on anautposymaterial (KHonda, TAlarheim, KMaruhashi, KMatsumoto, and K Iwai. *DMFR.* 2006 35: 152 y 157 .
- Blog: diagnostico3Dortodonciaatm.blogspot.com
 Correo: tierry10@hotmail.com



Enrique González.