

## **RADIOLOGIA DIGITAL COMO HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA EN EL DICTAMEN DE BIENES MUEBLES**

\*José Luis Velázquez Ramírez

### **INTRODUCCIÓN**

Desde el descubrimiento de los rayos “X” y las placas radiográficas por Wilhelm Conrad Roentgen y su posterior difusión a través de la Asociación Físico médica de Wurzburg el 28 de diciembre de 1895, que fue la primera asociación que habló de los nuevos rayos que podían penetrar el cuerpo y fotografiar los huesos, ha habido muchos cambios tanto en la forma de obtener, procesar e incluso en la forma de visualizar, manejar y almacenar las placas radiográficas. Por más de 100 años se ha utilizado la película radiográfica para obtener imágenes radiográficas. De estos 100 años por más de 60 años se han utilizado chasis con pantallas intensificadoras para obtener imágenes diagnósticas con una calidad y eficiencia estándar de utilidad, con exposiciones a radiación razonables.

Desde los años 70, algunas modalidades de imágenes digitales ofrecidas fueron la tomografía computarizada, ultrasonido digital y medicina nuclear; éstas han ido ganando terreno y aceptación. Ya en los años 80 las imágenes de resonancia magnética, radiología computarizada y angiografía digital de substracción fueron aportando mayores ventajas que la radiología convencional. Sin embargo, la evaluación radiográfica utilizando chasis y película radiográfica se sigue utilizando en aproximadamente un 65% de los casos de diagnóstico clínico.

En el pasado los avances tecnológicos eran más lentos, en los últimos años, la tecnología ha avanzado a pasos agigantados en todas las áreas del conocimiento: viajes espaciales, teléfonos inteligentes, Ipad, Iphone, BlackBerry, computadoras más pequeñas y poderosas, cámaras digitales, etc. Solo por mencionar algunos ejemplos.

En el área del estudio de bienes muebles utilizando y aplicando esta tecnología también ha habido un avance considerable. En el campo de la radiología se dieron

---

\* Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Medicina, Cirugía y Zootecnia para Équidos. Circuito Exterior S/N. Ciudad Universitaria. México, D.F. C.P. 04510. Teléfonos: 56225863; 56225916, Nextel ID 52\*261889\*1, 20990091 cel. 0445526902643 E-mail: jlvr@unam.mx

avances tecnológicos que no se habían dado en las últimas décadas y se ha ido dando la transición en los últimos 20 a 30 años de la radiología convencional a la radiología digital.

En el caso de la Radiología para la evaluación de bienes muebles está reportada en México desde la década de 1940, por Abelardo Carrillo y Gariel, Artista conservador e historiador de arte, quien trabajó en la dirección de monumentos coloniales del INAH.<sup>1</sup> Como método de diagnóstico para obtener imágenes de la estructura interna de objetos patrimoniales, esta técnica, se ha empleado por muchos años como parte de los múltiples estudios de obras, el cual proporciona información muy útil al restaurador o investigador para obtener información que le permitirá completar trabajos de restauración en pinturas de caballete, esculturas, cerámica y metales, ya que las radiografías ayudan a determinar la condición de las piezas, su legitimidad y auxilia los estudios técnicos, las investigaciones y el diagnóstico para establecer el estado de conservación de un objeto.

Actualmente, el estudio radiográfico del patrimonio cultural es realizado por diversas instituciones encargadas de la investigación, estudio, conservación y resguardo de los bienes culturales.<sup>2</sup> Sin embargo, la realización del análisis científico para la comprensión de la técnica de factura (ejecución plástica de un autor como de los materiales aplicados) y del diagnóstico de conservación, no es algo que se realice sistemáticamente en el país y en menor medida en la práctica privada de la restauración.

El estudio radiográfico aplicado a bienes culturales permite observar las características formales además de las alteraciones como grietas, fisuras y roturas, las cuales pueden ser imperceptibles al estar cubiertos de concreciones u otros materiales que no permiten distinguirlas a simple vista. En una pintura, a través de las imágenes radiográficas es posible localizar las correcciones o los cambios que el autor realizó en su obra, o bien, a las intervenciones posteriores a las que fue sometida. Se observan las modificaciones hechas por el artista original o las alteraciones realizadas

---

<sup>1</sup> Abelardo Carrillo y Gariel, "Los rayos X como auxiliares en el reconocimiento y restauración de pinturas antiguas", en *Boletín del INAH*, No.18, diciembre de 1957.

<sup>2</sup> En la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía así como en diversas instituciones pertenecientes al INAH ubicadas en la Ciudad de México, y en la Escuela de Conservación y Restauración de Occidente la experiencia en la realización de estudios radiográficos es muy amplia y se lleva a cabo desde hace varios años.

posteriormente; los defectos que no se ven a simple vista después de la restauración. La radiación no altera la obra porque no se concentra en este tipo de material. Algunas veces se pueden hacer visibles las firmas, fechas e inscripciones que se encuentran ilegibles. En el caso de las esculturas, muebles u objetos tridimensionales, sirve para conocer la conservación del material, los clavos internos que presentan el armazón, plagas internas, fracturas que pudiera tener, etc. La radiología permite “ver lo que no se ve”.

## **RADIOLOGIA DIGITAL**

### **I Radiología Computarizada**

La radiología digital en forma comercial empezó a principios de los 80s y fue introducida por Fuji Inc. La radiología computarizada reemplaza la película radiográfica, chasis, pantallas intensificadoras y revelado, estos sistemas funcionaban mediante un chasis que contenía una placa a base fósforo que era capaz de almacenar la energía producida por los rayos “X”, posteriormente esta placa era leída por un scanner con un láser que producían una imagen digitalizada, en un tiempo de 60 a 120 segundos, que es el tiempo que más o menos tarda una reveladora en procesar una placa radiográfica. Este método para producir radiografías lo llamaron Radiografía computada o computarizada (**RC**).

Los equipos actuales de **RC** siguen funcionando de forma similar, son más pequeños que los primeros que salieron al mercado y utilizan chasis que capturan la radiación y posteriormente son procesados en un escáner para poder obtener las imágenes y poder ser visualizadas. Una desventaja de este sistema es la necesidad de tener varios chasis de diferentes tamaños ya que estos solo pueden capturar una imagen a la vez, además de tener que llevarlos al lugar donde se encuentra el escáner o lector para procesar la imagen, esto toma tiempo, además de que los equipos por su tamaño y peso son poco portátiles. El costo de estos equipos es menor si se compara con los equipos de radiología digital directa (**RD**).



Equipo de radiología computarizada

FCR Prima de Fujifilm).

## **II Radiología Directa (RD)**

Los equipos de radiología directa (**RD**) han disminuido considerablemente su tamaño y peso haciéndolos más portátiles cada día, así como también han disminuido considerablemente los costos, si se comparan con los primeros equipos.

En estos equipos la radiación es captada en un chasis único, algunos equipos ya tienen integrado en el mismo generador de rayos X el procesador y una pantalla que muestra la imagen radiográfica, otros requieren de un generador de rayos X que emita la radiación que capta el chasis para posteriormente mandarla a un procesador integrado que la convierte en una imagen radiográfica que se puede mostrar en una pantalla plana de computadora en aproximadamente 4 a 8 segundos después de haber realizado el disparo. En este chasis se pueden realizar aproximadamente un millón de disparos sobre el mismo sin la necesidad de cambiarlo. Los chasises pueden variar de tamaño (10x12; 14x17 y 17x17 pulgadas) dependiendo de las necesidades del estudio, paciente o especie. Existen en el mercado equipos de radiología directa que se comunican con el generador de rayos "X" y el chasis a través de cables, y actualmente existen otros que en forma inalámbrica se comunican entre el chasis y el equipo. Además de que ya están disponibles en el mercado equipos de rayos "X" de baterías. Lo cual permite trabajar en lugares remotos donde no se cuenta con energía eléctrica.



Equipo de radiología digital, chasis digital y generador de rayos X  
(Generador Mini X ray 80/15+, equipo de radiología  
Digital Slate de Cuattro y Chasis digital Samsung).

Existen algunas consideraciones que debemos tener en cuenta al usar un equipo de radiología digital como son:

Seleccionar el tamaño del o los chasises, así como el número de chasises dependiendo si el equipo es RC o RD de acuerdo a las necesidades del investigador o restaurador al tamaño de las piezas o la obra a radiografiar. Existen en el mercado diferentes tamaños de chasises: 10 X 12 ,14 X 17 y 17 X 17 pulgadas. El tamaño ideal dependerá del tipo de trabajo que se vaya a realizar. Se debe considerar que exista corriente eléctrica de buena calidad en el lugar donde se va a trabajar, o en algunos casos si se va a trasladar el equipo para realizar trabajos de campo, algunos equipos de radiología digital pueden trabajar con generadores de corriente de gasolina o con adaptadores especiales para la batería de un automóvil. Es muy importante contar con soporte técnico en línea y garantía (del software y del hardware). El chasis que es la parte más cara e importante del sistema de **RD**, puede ser de Cesio y Gadox que son los más recomendados.

Considerar que a mayor cantidad de pixeles mayor resolución, detalle y sensibilidad. A menor tamaño del pixel es menor la resolución de la imagen, sobre todo al ampliar las imágenes.

## **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE RADIOLOGÍA CONVENCIONAL Y RADIOLOGÍA DIGITAL**

### **Radiología convencional (RC): desventajas**

- Uso de chasis, película radiográfica, cinta o placas de plomo para identificar las radiografías o marcador de destello luminoso. Estas ocupan un espacio que bloquea parte de la imagen que estamos evaluando.
- Líquidos: revelador, fijador, ganchos para el manejo de las radiografías durante el proceso de revelado, tinas para revelado en procesado manual, secadora de radiografías.
- Líquidos: fijador, revelador y mantenimiento del equipo de revelado con el sistema de reveladora automática.
- Cuarto oscuro con luz de seguridad para el manejo de película radiográfica , revelado y procesado de las películas radiográficas.
- Tiempo para el proceso de revelado.
- Uso de filtros para reducir la contaminación ambiental de los desechos del revelado o costo por la contratación de empresas que se encarguen de la recolección manejo de los residuos.
- Uso de rejillas para mejorar la calidad radiográfica, por ende mayor exposición de radiación a los radiólogos.
- Cuando no se tiene experiencia en la toma de placas radiográficas pueden quedar: subexpuestas o sobreexpuestas, generando costos porque hay que repetir las.
- Uso de negoscopio, luz intensa, lupa, etc., para la evaluación de las placas radiográficas.
- Una ventaja es que el costo de producción de cada placa es bajo.
- La calidad de la placa radiográfica depende de la experiencia del radiólogo, tipo de revelado (manual o automatizado).
- El almacenamiento de los estudios radiográficos se hace en sobres de papel que ocupan espacios físicos y requieren cuidado para su preservación.
- El manejo, almacenamiento y sistematización en archivo de las placas es complicado: se ensucian, se manchan o se pierden.
- Para intercambio de la información hay que digitalizarlas con cámaras de alta resolución y se puede perder calidad diagnóstica durante este proceso.

- En bienes muebles donde no se conoce la técnica radiográfica específica, hay desperdicio de placas y exposiciones múltiples a radiación, hasta obtener la técnica ideal que cuestan al consumidor.
- Si los líquidos reveladores y fijadores no están en óptimas condiciones afectan la calidad de la placa.
- Costo de consumibles por placas tomadas no diagnósticas (película y revelado).
- Si la placa se revela manualmente y el secado no es el correcto queda “escurrida” “rallada” o con manchas, perdiendo calidad diagnóstica.
- Cuando a las reveladoras automáticas les falta mantenimiento pueden dañar las placas durante el proceso de revelado, afectando nuestro trabajo a veces de todo un día empleado en ir a tomar las placas y regresar.
- En revelado automatizado, si no se le da el tiempo necesario para el procesado de la primer placa y se mete la segunda antes de tiempo, se enciman y una o las dos placas se dañan afectando la calidad y el adecuado diagnóstico.
- Obtención y procesado lento de las placas afecta el número de placas que se pueden tomar en periodos de tiempo establecidos.
- Cuando se realiza trabajo de campo hay que adecuar un cuarto oscuro para procesar las placas lo cual implica trasladar tinajas, líquidos y todo lo necesario para montar este cuarto oscuro.

### **Radiología directa (RD): ventajas**

- El equipo de radiología digital portátil funciona un generador que tiene 80 de Kv y 0.15 a 30.0 de mAs.
- Es muy ligero y portátil, se puede llevar a cualquier lugar para tomar placas radiográficas de cualquier bien mueble: pintura de caballete, esculturas, cerámica, metales escultura, esqueletos, vasija, collares, libros, clavos etc. Es ideal para trabajo de campo. Solo requiere de energía eléctrica o convertidores de corriente para automóvil, pudiendo también funcionar con plantas de luz que trabajan con gasolina.
- Obtención de las radiografías en forma rápida (4 a 8 segundos para obtener la imagen radiográfica).

- Las imágenes obtenidas se pueden ampliar de tamaño para una mejor evaluación de áreas específicas de daño en cuadros, observar la estratigrafía, los marcos de los mismos, el daño a la madera, los clavos, tornillos, ensambles etc.
- Se puede manejar el contraste pudiéndose evaluar diversas capas de la obra, se puede manejar una escala de grises lo cual permite una adecuada evaluación de los diferentes planos. Gracias a las capacidades del software de captura es posible hacer una evaluación de las imágenes en negativo y existen diversas herramientas de edición digital de la imagen: amplificación de las áreas de interés, mediciones para calcular o medir áreas dañadas y otras alteraciones.
- Los equipos de radiología digital tienen hasta cierto punto, el alcance o la amplitud de compensar errores de exposición.  
Ayuda al restaurador o investigador observar si un cuadro fue repintado o presenta modificaciones al cuadro original, etc.
- Las imágenes o los estudios radiográficos se pueden almacenar y acceder a través de páginas de internet (Cloud® Viewer).
- Manejo de las imágenes muy rápido vía internet o correo electrónico, sobre todo para consultas o segundas opiniones del caso en cualquier parte del mundo, (tele-radiología).
- Las imágenes o estudios radiográficos se manejan en discos compactos (CD) o memorias externas (USB).
- No se usan rejillas y obtenemos excelente calidad radiográfica, por ende, menor exposición a radiación para el radiólogo.
- Obtenemos imágenes radiográficas de excelente calidad con técnicas radiográficas inferiores a las que utilizamos en radiología convencional.
- No se usan consumibles (película radiográfica, chasis, líquidos: revelador, fijador, marcas de plomo, etc.).
- No hay contaminación ambiental por desechos de líquidos de revelado.
- Se utiliza un chasis único.
- Fácil de manejar, software muy amigable.
- Al ser portátil y ligero el equipo se puede subir a escaleras, andamios y trabajar a distintas alturas según se requiera en pieza que es difícil desmontarlas.

- Al poderse trasladar el quipos para trabajos “*In situ*” se protege a los propietarios de riesgos que implica trasladar la obra a otro lugar para la evaluación radiográfica.
- Las imágenes se obtienen con el formato digital **DICOM** por sus siglas en inglés (The Digital Imaging and Communication in Medicine System). Este formato estándar desarrollado y adoptado por el Colegio Americano de Radiología, cubre todas las necesidades de los formatos de los archivos para las redes de comunicación estándar. En este formato las imágenes pueden ser incorporadas al **PACS** por sus siglas en inglés (Picture Archiving and Communication System). Todos los equipos modernos de diagnóstico pueden respaldar el estándar DICOM. La ventaja del DICOM y PACS es que va a permitir que las imágenes digitales obtenidas de cualquier sistema (resonancia magnética, radiología digital, tomografía computarizada, etc.) puedan ser vistas en la misma estación de trabajo, laboratorios y escuelas de enseñanza, por lo que es muy importante si se está pensando en avanzar a esta nueva modalidad de manejo de imágenes en museos, pinacotecas, centros de restauración, museos, etc. debemos considerar que existen equipos de radiología digital que no dan las imágenes en este formato DICOM, son más baratos pero no van a ser compatibles estos sistemas para el manejo de imágenes digitales. Se recomienda manejar todas estas imágenes generadas por los diferentes equipos en estos formatos hasta ahora universales.

#### **Radiología directa (RD): desventajas**

- El costo del equipo. Cada vez van siendo más accesibles.
- Riesgo al transportar el equipo móvil de un lado a otro, y que en cada lugar en ocasiones la energía eléctrica es de diferente calidad (se recomienda tener asegurado el equipo).
- Algunos equipos son más sensibles a variaciones en la corriente eléctrica, si la energía no es de buena calidad aparecen las radiografías con líneas. Si es muy baja puede prender todo el equipo, se genera el disparo pero no se genera una imagen.
- En cuadros pintados con pinturas que contengan plomo este va a aparecer como una mancha, en collares u objetos de metal y dependiendo del material pueden

observarse halos luminiscentes, que en radiología convencional no se ven. Si no se tiene experiencia evaluando radiografías digitales se puede sobre diagnosticar, por lo que es recomendable consultar atlas o manuales para ver qué es normal, qué puede ser un artefacto y qué es real.

- El soporte técnico y actualizaciones del software es en línea. Hay que tener acceso a internet.
- Algunas compañías ofrecen gratuitamente el uso del software y/o licencias así como el almacenamiento de imágenes en el Cloud Viewer y otras que pagar el uso de software y licencias cada 1 o 2 años según acuerdos y depende de cada compañía.

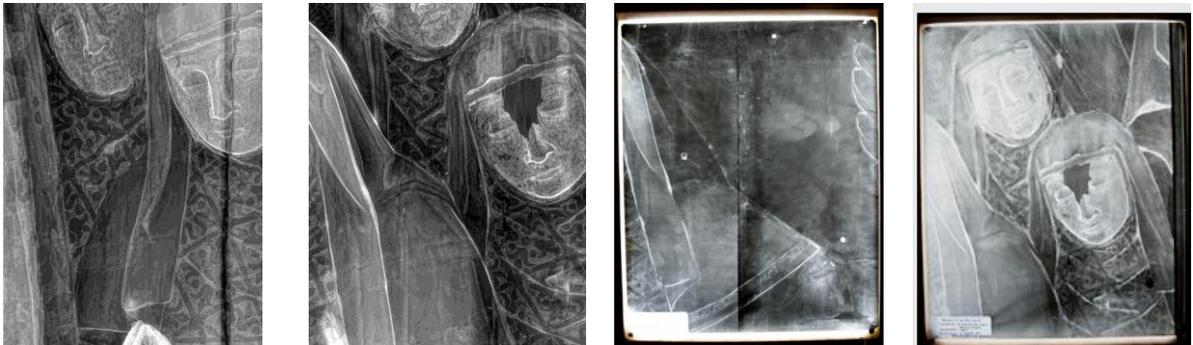
### **ESTUDIOS DE CASO: ALGUNOS RESULTADOS PRELIMINARES**

Se han realizado algunos estudios radiográficos de diferentes obras y de diferentes materiales en colaboración con el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM y con la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH. Aquí se presenta una selección de casos que permiten ver las diferencias entre el uso de radiología convencional y radiología digital.



En esta fotografía se observa como se lleva a cabo la toma de radiografías digitales, se puede ver que la obra fue cubierta con un plástico previamente cuadrículado con las medidas del chasis por el frente y por la parte de atrás para llevar un orden de las tomas radiográficas y para poder facilitar el ensamble posterior al

reconstruir la obra completa. Se usó un generador de rayos X marca MiniXRray HF8015+, 15mA-50KVDC, equipo slate de Cuatro y chasis digital Samsung. (José Luis Velázquez Ramírez/Francisco Chavolla Cortez)



Comparativo entre las imágenes radiográficas tomadas con equipo digital (fotografías lado izquierdo) y placas de rayos “X” convencional digitalizada (fotografías lado derecho) del relieve dorado y policromado que representa el patrocinio de Santa Clara, obra procedente de Atlixco y que se encuentra en proceso de restauración en la CNCPC. (Las imágenes digitalizadas de placas convencionales fueron proporcionadas por Fernanda Castillo Muñoz, CNCPC).

Las imágenes radiográficas permiten observar la sucesión de estratos que constituye la obra. En las del lado izquierdo, se aprecia desde el veteado de la madera del soporte y encima las tiras de lino que refuerzan la estructura de la talla, por ejemplo, estas tiras son visibles a la altura de los hombros de las religiosas. También se distinguen las diferencias de densidad entre el estofado en blanco sobre dorado y la encarnación rica en albayalde. En cuanto al armado del panel, se nota la unión de los gruesos tablones en los que se talló la figura, es la franja oscura pasa por la cabeza, cara y pecho (imagen de la izquierda). En materia de deterioro, se detectó la extensión del faltante localizado en la frente de la religiosa y su royeción hacia la parte posterior de la cabeza. (Imagen central). Las imágenes del lado derecho son digitalizaciones de placas obtenidas mediante radiografía convencional. La foto de la izquierda muestra una zona de unión a hueso de los tablones que conforman el panel donde ha habido un fuerte ataque de insectos perceptible por la tonalidad oscura que se extiende al lado derecho de la línea de unión. También exhibe detalles de la técnica de talla: en el borde de la santa hay una sucesión de puntos incisos. En la parte superior, se intuye el lugar por donde pasa el travesaño así como un nudo de la madera constitutiva del tablón. Destaca en la mitad superior derecha una serie de manchas elípticas grisáceas que fueron producidas al

momento del revelado y secado de las placas de rayos” X”. A la derecha, la imagen comparativa de la zona de deterioro sobre el rostro de uno de los personajes captada con placa convencional. También se observa en el cuadrante inferior izquierdo el bloqueador de plomo que corta un pedazo de la imagen evaluada.

Como puede verse en este comparativo, la calidad radiográfica de las placas con las dos técnicas es diferente, en ambas se obtiene información de la obra pero las digitales tienen mejor contraste y resolución de imagen. Lo más importante es su utilidad, las imágenes de radiografía digital permiten evaluar zonas aisladas pero además generar un documento que sirve para explicar la tecnología y estado de conservación del bien cultural. El impacto del trabajo se expande al generar documentación e investigación alrededor del objeto de estudio.



Anónimo, *Virgen de Guadalupe*, perteneciente al acervo del Santuario del Cerrito en Cuautitlán, Estado de México. Aquí se presenta una imagen compuesta por 33 tomas radiográficas capturadas con el equipo digital. El cuidadoso proceso de edición digital fue llevado a cabo por Eumelia Hernández. (Mosaico digital, Eumelia Hernandez© LDOA IIE UNAM, 2011)

En este caso la imagen radiográfica ofrece información de toda la estructura de la obra. Es una pintura que ha sufrido diversos cambios y modificaciones a través del tiempo. Se ve el soporte de triplay que fue reforzado con largueros, cabezales y travesaños unidos mediante pequeños taquetes y la colocación de clavos para reforzar las uniones en el extremo derecho de los travesaños. En cuanto a la tela se aprecia que son dos miembros unidos por una gran costura. Hay un área de lagunas de capa pictórica que se distribuye en todo lo largo de la costura. La tela es lisa con tejido de tafetán y se ve un cambio en la densidad de los hilos del miembro superior. Respecto a la capa pictórica, la densidad del albayalde presente en las nubes del fondo así como en las encarnaciones produce el contraste radiográfico más alto. Se ven los trazos pictóricos cortos y curvos y la sucesión de pinceladas para modelar el rostro. Finalmente fue posible detectar algunos *pentimenti* en la zona de la frente, la línea del cabello, la parte superior de la cabeza y los hombros.

## CONCLUSIONES

Durante los últimos años se ha venido trabajando conjuntamente con el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte de la UNAM y la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH en la evaluación mediante radiología digital directa de diversas obras como pinturas de caballete, esculturas de madera, vasijas, objetos de madera, esqueletos, collares, metales, etc. Se han realizado proyectos de trabajo multidisciplinario, que permiten integrar la información obtenida mediante las diferentes técnicas de evaluación de las obras para conocer su tecnología y materialidad, y con ello, establecer dictámenes más adecuados, con más elementos para poder plantear tratamientos de conservación asertivos. Se está trabajando en un proyecto experimental para establecer con claridad las capacidades de los equipos de radiología en relación al tipo de material constitutivo del patrimonio. En México, el uso de las imágenes radiográficas es un tema que todavía hace falta trabajar desde una perspectiva interdisciplinaria.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Es de reconocer y destacar que la Escuela de Conservación y Restauración de Occidente lleva varios años desarrollando la técnica de radiología convencional para el diagnóstico de bienes culturales. Asimismo, la Dra. Josefina Bautista de la Dirección de Antropología Física del INAH, tiene una experiencia muy amplia en el uso de este equipo como herramienta de dictamen. Antes que ellos, el Ingeniero Ibarra realizó importantes avances en este campo para las instituciones del INAH y la restauración en práctica privada.

La radiología digital directa ha mostrado tener muchas ventajas con respecto a la radiología convencional, una de las más importantes es que el equipo es realmente portátil, lo cual permite trasladarlo a cualquier parte donde se requiera así como la obtención de las imágenes digitales en segundos. Dichas imágenes se pueden sistematizar en bancos de información fijos o en la red de forma inmediata, permitiendo un acceso más fácil y un eficiente intercambio de información.

No debemos olvidar que es solo una de las múltiples herramientas con la que cuenta el investigador, perito o restaurador y que el conjunto de las mismas dará un cuadro más completo de la situación de la obra que este evaluando

**NB.** El autor de este artículo desea agradecer la colaboración y apoyo a:

Mtra. Elsa Arroyo Lemus, Coordinadora del Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM por sus comentarios al presente trabajo y por proporcionar información sobre las obras registradas.

Lic. Eumelia Hernández Vázquez del Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM por proporcionar el mosaico digital del cuadro de la Virgen de Guadalupe.

Lic. Fernanda Muñoz Manterola, Jefe de talleres de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural del INAH por el apoyo para difundir el trabajo que estamos realizando y por la invitación a participar del diagnóstico de diversos bienes culturales dentro de diferentes e importantes proyectos que se llevan a cabo en la institución.

MVZ Francisco Chavolla Cortez, asistente en el registro radiográfico digital.

## **Bibliografía Consultada**

Antelo, Tomás y Miriam Bueso, *et al.*, “La técnica radiográfica y protocolo de actuación en el Instituto del Patrimonio Cultural de España”, en *Técnica radiográfica en los metales históricos*, España, Ministerio de Cultura, 2010, p. 17-40

Ballance D., “The network and its role in digital imaging and communications in medicine imaging” en *Veterinary radiology & ultrasound* 2008, 49; 1:S29-S32.

Barret E., Practice radiography time to go digital? In practice November /December 2007; (29)616

Bautista-Martínez J, Insaurralde Caballero M. Manual de Radiología aplicada al estudio de Bienes Culturales. México: El colegio de Michoacan,2012.

Butler J. A., Colles C. M. y Dyson S. J., *Clinical radiology of the horse*, USA: Willey-blackwell, 2008.

Garrido Pérez, Carmen, “Radiografía y Reflectografía infrarroja: Técnicas complementarias”, en *Velázquez. Técnica y Evolución*, Madrid, Museo Nacional del Prado, 1992, p. 39-52

Gómez, Ma. Luisa, “Los rayos X” en *La Restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, España, Ediciones Cátedra, 2000, p. 170-179

Keith, Larry y Dawson W. Carr, “Velázquez `s *Christ after the Flagellation*: Technique in Context”, en Ashok Roy (ed), *National Gallery Technical Bulletin 30th Anniversary Volume*, GB, National Gallery, 2009, p. 52-70

Lo W. Y., Hornof W. J. y Zwingenberger A. L., “Multiscale image processing and antiscatter grids in digital radiography” en *Veterinary radiology & ultrasound* 2009 50;1:569-576.

Martinelli M., “Imaging in practice” en *AAEP proceedings 2004*; 50:240-247

Martnelli M., “How to incorporate digital technology into your practice”, en *AAEP proceedings 2001*;47:438-446.

Matteini, Mauro y Arcangelo Moles, “Capítulo 19 Técnicas radiográficas” en *Ciencia y Restauración*, España, NEREA, 2001, p. 189-202

Mitchell RD., “Imaging considerations in purchase examination of performance horse” en *AAEP proceedings 2009*; 55:296-300.

Molina, Isabel, “Restauración del retrato de Felipe II con armadura”, en *Tiziano. Técnicas y restauraciones. Actas del simposium Internacional celebrado en el Museo Nacional del Prado, 3,4 y 5 de junio de 1999*, Madrid, Museo Nacional del Prado, 1999, p. 41-65.

Obrien T. R., *Obrien's radiology for the ambulatory equine practitioner*, USA, Teton newmedia, 2005.

Pinna, Daniela, Monica Galeotti, *et al.*, "Wooden support" en (ed) *Scientific Examination for the Investigation of Paintings. A Handbook for Conservator-restores*, Italia, Centro Di della Edifimi srl, 2009, p. 21-40

Puchalsky SM, "Principles of digital X ray imaging: computed tomography and digital radiography" en *Equine veterinary education* 2008; 20(2):99-102.

Widmer W. R., "Acquisition hardware for digital imaging" en *Veterinary radiology & ultrasound* 2008 49;1:S2-S8.