

Aspectos teórico-prácticos del procesamiento digital de imágenes en un laboratorio de patología

Prof. Dr. Osvaldo M. Spinelli

Profesor Titular de la Cátedra de Patología de la Facultad de Odontología. Universidad Católica de La Plata. Sociedad Odontológica de La Plata.
Profesor Titular de la asignatura Informática Básica e Informática Médica de la Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata.
Presidente de la Sociedad de Informática Médica de La Plata
Vicepresidente de la Sociedad de Anatomía Patológica de La Plata.
Correo electrónico: ospineli@atlas.med.unlp.edu.ar
ospineli@netverk.com.ar

Prof. Dr. Eduardo Dreizzen

Médico, Doctor en Ciencias. Profesor Adjunto de la asignatura Informática Básica e Informática Médica de la Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata. Profesor Asociado de la Cátedra de Informática de la Escuela de Medicina. Instituto Universitario CEMIC

Dra. Eugenia M. Altamirano

Jefa de Trabajos Prácticos de la Cátedra de Patología de la Facultad de Odontología. Universidad Católica de La Plata. Sociedad Odontológica de La Plata.
Jefa de Trabajos Prácticos de la asignatura Informática Básica e Informática Médica de la Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata.

Dr. Félix J. Corrons

Docente Adscripto de la Cátedra de Patología "A" de la Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata.

Prof. Dra. Alicia N. Sidoti

Profesor Adjunto de la Cátedra de Patología de la Facultad de Odontología. Universidad Católica de La Plata. Sociedad Odontológica de La Plata.

Prof. Dr. Pedro H. González

Profesor Titular de la Cátedra de Patología "B" de la Facultad de Ciencias Médicas. Universidad Nacional de La Plata.

Recibido: Abril de 2005 / Aceptado: Junio de 2005

Resumen

La enseñanza y práctica de la patología se han beneficiado con las tecnologías del procesamiento de imágenes digitales. Estas nuevas tecnologías pueden ayudar al patólogo en los procesos de documentación, publicación y archivo. El objetivo de este trabajo es el realizar una revisión de los principales aspectos teóricos y prácticos de la imagen digital. Se discuten en el mismo las ventajas y desventajas de los diferentes formatos de archivo de imágenes en mapa de bits y se presentan ejemplos de diferentes grados de resolución de una imagen digital.

Palabras clave

Patología; Informática Médica; Informática Dental; Fotografía; Educación; Procesamiento de imágenes; Material de enseñanza.

Summary

Teaching and practice of pathology have received the benefit of digital imaging technologies. These new technologies can assist the pathologist in data documentation, publication and archival. The aim of this paper is to review the main theoretical and practical aspects of digital imaging. The advantages and disadvantages of the different bit-mapped image file formats are discussed. Examples of different degrees of resolution of digital images are also presented.

Key word

Pathology; Medical Informatics; Dental Informatics; Photography; Education; Image processing; Teaching materials.

Introducción y objetivos

En los últimos años las nuevas tecnologías de la información pasaron a formar parte integral de la patología y han introducido nuevos desafíos. La posibilidad de incorporar y manipular imágenes digitales en esta especialidad ha adquirido gran relevancia y ha simplificado el proceso de enseñanza-aprendizaje. El empleo de la tecnología digital para el manejo de imágenes se convirtió así en una poderosa herramienta tanto para la práctica como para la enseñanza de la patología ⁽¹⁾⁽²⁾.

Las imágenes digitales obtenidas ya sea mediante un scanner o una cámara digital y posteriormente modificadas mediante el empleo de un software adecuado ofrecen varias ventajas sobre las tradicionales imágenes analógicas, convirtiéndolo en una opción mucho más atractiva y económica ⁽³⁾⁽⁴⁾.

Las imágenes digitales pueden ser empleadas con diversos fines, tales como: diagnóstico, interconsulta, archivo, publicaciones o educación, permitiendo en este último caso cambiar de la clásica presentación analógica en diapositivas a la presentación computarizada. Independientemente del fin con la que haya sido creada la imagen digital, su empleo requiere de ciertos conocimientos básicos y de un mínimo equipamiento ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾.

El propósito de la presente publicación fue realizar una revisión de los diversos términos y conceptos cuyo conocimiento resulta indispensable para la manipulación de una imagen digital en un laboratorio de patología, analizar los formatos de imágenes más adecuados para presentaciones o publicaciones y remarcar los errores potenciales de la manipulación digital.

Material y método

Se utilizó como fuente de información la base de datos de referencias bibliográficas de revistas indexadas: MEDLINE y posteriormente se consultaron los artículos originales en texto completo.

Se emplearon además los manuales de diferentes softwares de edición de imágenes y revistas especializadas en tecnología digital. Para ejemplificar los diferentes valores de resolución se utilizaron imágenes digitales correspondientes a transparencias de 35 mm., las cuales fueron digitalizadas a una resolución óptica de 2400 dpi y 48 bits de profundidad de color utilizando un scanner HP SCANJET® 7400. Dichas imágenes se guardaron en formato TIFF y posteriormente fueron editadas en distintos tamaños, formatos y grados de compresión (BMP, JPEG, GIF) mediante el software Adobe® Photoshop® CS.

Resultados

Para generar una imagen digital se requiere una cámara digital o un scanner, una computadora personal y un software que permita la manipulación de las mismas como Adobe® Photoshop® CS o similares.

Para el manejo y edición de las imágenes se requiere conocer y comprender diferentes términos y conceptos tales como: tipos de imagen digital (vectoriales y mapa de bits), píxel (físicos y virtuales), formatos de archivos (GIF, JPEG, TIFF, BMP, PSD), parámetros de la imagen digital (profundidad de color, resolución y tamaño) y diferencias entre resolución digital (ppi) y resolución de impresión (dpi). El conocimiento de dichos términos y conceptos permitirá un mejor aprovechamiento de todas las posibilidades que brinda una imagen digital.

Por otro lado, con respecto al empleo de los diferentes formatos de archivo de imágenes, el formato TIFF resultó adecuado para su empleo en publicaciones científicas mientras que el formato JPEG con diferentes grados de compresión fue de utilidad para presentaciones multimedia mediante el software Microsoft PowerPoint®. El formato GIF (para dibujos con poca variedad cromática) y los archivos en formato JPEG a una resolución de 72 ppi resultaron los indicados para su empleo en sitios web.

A continuación se detallan y describen los diferentes términos y conceptos de empleo rutinario en el manejo de imágenes digitales:

Definiciones de términos ^{(8) (9)}

Píxel: Corresponde a la contracción de la palabra inglesa picture element y es la unidad de información más pequeña de una imagen, es el punto más pequeño que se puede representar.

Píxeles físicos: Son los elementos fotosensibles que se encuentran en los sensores de las cámaras digitales o scanners.

Píxeles virtuales: Son los elementos

que forman la imagen que vemos en un monitor de computadora.

DPI: Corresponde a la sigla de las palabras en inglés Dots Per Inch (puntos de tinta por pulgada). Hace referencia a la resolución de una imagen impresa y se lo emplea comúnmente para definir la resolución de una impresora o scanner. Si una impresora imprime a una resolución de 200 DPI, significa que la imagen impresa tendrá 200 puntos (dots) de ancho por 200 puntos (dots) de alto en un área de 1 pulgada cuadrada.

PPI: Corresponde a la sigla de las palabras en inglés Pixels Per Inch (píxeles por pulgada). Es la medida de resolución de una imagen digital.

Bit: Corresponde a la contracción de las palabras en inglés Binary Digit (Dígito binario). Es la unidad más pequeña de información de una computadora. Un bit puede tener solo dos valores cero (0) o uno (1). Combinando 8 bits consecutivos se obtiene una unidad mayor, el Byte.

Resolución de imagen: Hace referencia al número de píxeles mostrados por unidad de longitud impresa en una imagen; normalmente se mide en píxeles por pulgada (ppi, pixels per inch).

Resolución de monitor: Cantidad de píxeles o puntos que se muestran por unidad de longitud en el monitor; normalmente se mide en puntos por pulgada (dpi, dots per inch). La mayoría de los monitores poseen una resolución de 96 dpi.

Resolución de impresora: Número de puntos de tinta por pulgada (dpi) que generan todas las impresoras láser. La mayoría de las impresoras láser tienen una resolución de 600 y las de inyección de tinta una resolución aproximada de 300 a 720 dpi. La resolución de una impresora es el parámetro que mejor define a una impresora.

Conceptos básicos

Imagen Digital

Una imagen digital se halla confeccionada por una cuadrícula de puntos o elementos de la figura denominados píxeles. Estos constituyen la unidad de información más pequeña de una imagen que se puede representar. A cada píxel se le asigna un valor tonal (negro, blanco, matices de gris o color), el cual está representado en un código binario (ceros y unos). Los dígitos binarios ("bits") para cada píxel son almacenados en la computadora en una secuencia; luego la computadora interpreta y lee los bits para producir una versión analógica para su visualización o impresión. Cada píxel puede almacenar un valor entre el 0 y el 255 y se halla constituido por los tres componentes básicos del color (Verde, azul y rojo) denominados canales, los cuales una vez combinados forman el color final de un punto de la imagen⁽⁸⁾ (Fig. N° 1).

1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 1: En este diagrama se muestra una imagen digital de la letra E en la que a cada píxel se le ha asignado un valor tonal; en este caso en particular corresponde un 1 para el blanco y cero para el negro.

Profundidad de bits

A este término se lo conoce también con el nombre de profundidad de color o profundidad de píxel y hace referencia a los datos que contienen cada píxel que forman una imagen y se basan en un sistema exponencial. Nos brinda información acerca de los datos del color que te-

nemos disponibles para imprimir en cada píxel de una imagen o para mostrar en un monitor. Así cuanto mayor sea la profundidad de bits (más bits de información por píxel) mayor será la información que contiene la imagen y la cantidad de tonos que se pueden representar.

Por ejemplo, un píxel con una profundidad de 1 bit tiene dos tonos posibles: blanco y negro, en términos matemáticos esto correspondería a 2^1 ; mientras que un píxel con una profundidad de 8 bits (2^8) tiene 256 valores posibles (ya sea en la escala de grises o en colores). Por último un píxel con una profundidad de 24 bits (2^{24}) tiene aproximadamente 16 millones de tonos o valores posibles^{(8) (9)} (Fig. N° 2).

CANTIDAD DE TONOS EN BASE A LA PROFUNDIDAD DE BITS		
Tonos de grises		
1 Bit	2^1	Blanco y negro
2 Bits	2^2	4 tonos de gris
4 Bits	2^4	16 tonos de gris
8 Bits	2^8	256 tonos de gris
Tonos de color		
8 Bits	2^8	256 colores
16 Bits	2^{16}	64.000 colores
24 Bits	2^{24}	16,7 millones de colores

Figura 2: En esta tabla se muestran la relación entre la profundidad de bits y la cantidad de tonos tanto en la escala de grises como en diferentes tonos de color. La calidad de la imagen está determinada por la profundidad de bit.

Formatos de imagen digital

Las imágenes digitales que se procesan mediante el empleo de una computadora pueden ser divididas en dos amplias categorías en base al formato de archivo empleado: imágenes o gráficos vectoriales e imágenes de mapa de bits, entendiéndose por formato al lenguaje por el cual la computadora almacena y reconoce distintos tipos de información.

Gráficos vectoriales: Los gráficos vectoriales se componen de líneas y curvas definidas por un conjunto de objetos en forma matemática. Los vectores describen una imagen de acuerdo a sus características geométricas, no poseen resolu-

ción ni profundidad. Debido a que este tipo de archivo contiene información solamente acerca de los puntos que deben ser conectados el resultado es un archivo muy pequeño. Otra característica distintiva que lo diferencia de las imágenes de mapa de bits es su independencia de la resolución, por lo que se pueden ampliar a cualquier tamaño e imprimir en cualquier resolución sin pérdida del detalle ni deformación del objeto. Son la mejor opción para representar gráficos, logos, mapas o trazados artísticos que requieran líneas nítidas ^{(8) (9) (10)}.

Imágenes de mapa de bits (bitmap): Otro método para representar imágenes gráficas es mediante un mapa de bits y tal como su nombre lo indica son un conjunto o mapa de bits que forman una imagen. En este tipo de imágenes se emplea una cuadrícula de colores conocidos como píxeles para representarlas. A cada píxel se le asigna una ubicación y un valor de color específicos usando bits que es la unidad más pequeña de información que emplea una computadora. Así un mapa de bits está compuesto por el ancho y alto de la imagen en píxeles y un número determinado de bits por píxel que determinan el número de colores que puede representar. Las imágenes de mapa de bits son el medio electrónico más usado para las imágenes de tono continuo, como fotografías digitales, ya que pueden representar degradados sutiles de sombras y color. A este tipo de imágenes también se las conoce con el nombre técnico de imágenes rasterizadas ^{(8) (9) (10)}.

Resolución de imágenes

Se denomina resolución a la cantidad de píxeles por unidad de medida que tiene una imagen digital (se mide en píxeles por pulgada o píxeles por cm). La resolución no nos dice cuántos píxeles hay en una imagen en su conjunto, sino que simplemente nos indica la densidad de los mismos. Si la resolución es baja (tiene pocos píxeles por pulgada o cm) al imprimirse, la imagen tendrá un aspecto pixelado (sus píxeles serán visibles y la calidad resultan-

te será mala). Las imágenes de alta resolución poseen más píxeles por pulgada (o sea píxeles más pequeños) para representar cada unidad de área, reproducen más detalles y transiciones de color más sutiles que las imágenes de baja resolución al imprimir. Los valores de resolución dependen del uso final que tendrá la imagen que estamos trabajando. La resolución de las imágenes digitales es de gran importancia y depende del destino que tendrán las imágenes: si serán proyectadas por equipos multimedia, mostradas en monitores de computadora, usadas en la creación de un sitio web, impresas en papel común o en papel fotográfico, etc. A cada una de estas posibilidades le corresponde una determinada resolución de imagen ^{(8) (9)}.

Incrementar la resolución de una imagen que ha sido generada a una resolución menor no mejora la calidad de la imagen. A este proceso se lo denomina resolución interpolada (en este contexto interpolación significa interpretación), la que se realiza por medio de un algoritmo. Consiste en una estimación matemática (promedio) de cuáles podrían ser los valores de los píxeles que se añaden a la imagen mediante el empleo de un software. Se la emplea para ampliar los detalles de una imagen y así evitar el efecto de posterización.

La resolución de una imagen puede ser identificada por su alto y ancho o bien por el número total de píxeles. Así una imagen de 3000 píxeles de alto por 2000 píxeles de ancho contiene 6.000.000 píxeles o sea 6 Megapíxeles. Si uno desea obtener el tamaño físico de una imagen debe dividir el alto y el ancho (en píxeles) por su resolución, de esta manera una imagen con una resolución de 300 ppi (píxeles por pulgada) que posee 600 píxeles de ancho y 900 píxeles de alto tiene un tamaño de 3 pulgadas de alto por 2 pulgadas de ancho ($900/300 = 3$ y $600/300 = 2$).

En las siguientes figuras correspondientes a la digitalización de una transparencia de 35 mm. de un glomérulo renal se muestran los efectos de cómo diferentes grados de resolución modifican el aspecto y detalle de la imagen. La

imagen original se digitalizó a una resolución óptica de 2400 dpi y 48 bits de profundidad de color utilizando un scanner HP SCANJET® 7400. Se guardó en formato TIFF y posteriormente se la editó en formato JPEG a una resolución de 200, 75, 30 y 10 dpi respectivamente mediante el software Adobe® Photoshop® CS. Obsérvese como a medida que disminuye el grado de resolución aumenta el aspecto pixelado de la imagen (Fig. 3,4,5 y 6).

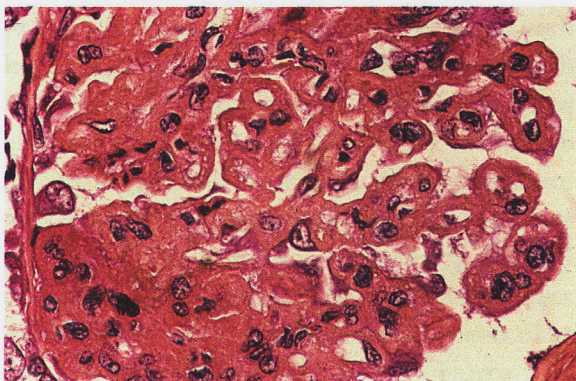


Figura 3: Imagen digital de un glomérulo renal editada en formato JPG y con una resolución de 200 dpi.

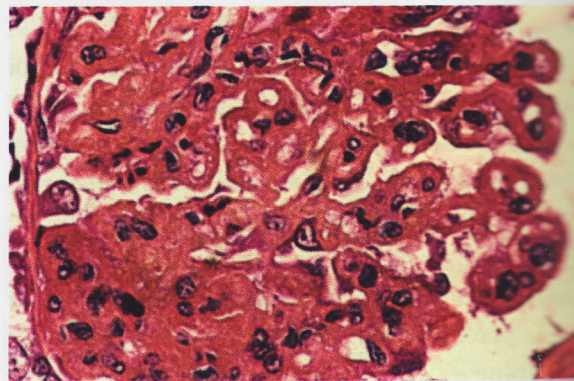


Figura 4: Imagen digital de un glomérulo renal editada en formato JPG y con una resolución de 75 dpi.

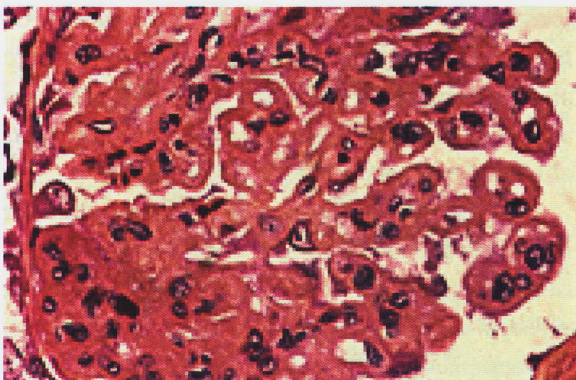


Figura 5: Imagen digital de un glomérulo renal editada en formato JPG y con una resolución de 30 dpi.



Figura 6: Imagen digital de un glomérulo renal editada en formato JPG y con una resolución de 10 dpi.

Tamaño de archivo ^{(8) (9) (10) (12)}

Un concepto importante a tener en cuenta cuando uno crea una imagen es el tamaño del archivo que se genera. El tamaño digital de una imagen se puede medir en kilobytes (KB), megabytes (MB) o gigabytes (GB). Su tamaño va a ser proporcional a las dimensiones en píxeles de la imagen, de esta manera cuanto mayor sea el tamaño físico de la imagen mayor será el tamaño

Formatos de archivos de imagen ^{(5) (6) (7) (8) (9) (11)}

Cuando se trabaja con imágenes digitales otro punto a considerar es el referente a los formatos de archivo. Un formato de archivo de imagen define la manera en que se guarda la imagen y toda información relacionada con la misma; por lo tanto elegir el formato correcto es de vital importancia al momento de guardar una imagen. Cada formato específico se identi-

fica por una extensión de tres o cuatro letras al final del nombre del archivo, por ejemplo: .BMP, JPEG, .TIFF, etc.; cada uno de ellos hace referencia al número de bits por píxels que puede soportar. Existen diversos formatos de archivo, cada uno con sus propias características, ventajas y desventajas. Se diferencian entre sí en base a la forma de representar la información (como vectores o como píxels), a la capacidad de albergar diferentes cantidades de colores y en cómo comprimen la información de la imagen. Algunos formatos de archivo de imagen utilizan técnicas de compresión para reducir el espacio necesario para guardar la misma. Durante el proceso de compresión, los datos que están duplicados o que carecen de valor son eliminados (se elimina la información redundante) o se guardan en una forma más corta reduciendo de esta manera el tamaño del archivo. Posteriormente cuando la imagen se edita o se quiere visualizar, el proceso se invierte (descompresión de la imagen). Hay dos formas de compresión de imágenes: compresión sin pérdidas (lossless) y compresión con pérdidas (lossy). En la compresión sin pérdida, la imagen se comprime para que la calidad de la misma sea de igual calidad bit por bit que la original. No se desperdicia ningún tipo de información referente a la imagen. Este tipo de compresión se usa en los formatos de archivos GIF y TIFF lográndose un nivel de compresión que oscila entre el 50 al 90%. Por otro lado, en la compresión con pérdida el algoritmo utilizado desecha la información menos importante de la imagen, por lo tanto cuando el archivo se descomprime la imagen no presenta la misma calidad y detalles que la original (se sacrifica calidad por espacio). Este tipo de compresión se usa en los formatos de archivos JPEG.

A continuación se describen los formatos de archivo de imágenes más frecuentemente empleados en el manejo de imágenes digitales en el área de la patología.

BMP: Corresponde a la contracción de las palabras en inglés Bit MaP: (Standard Bit-

mapped graphics format). Es un formato de imagen estándar de Windows en computadoras compatibles con DOS y Windows y que no soporta compresión. Por convención, los archivos gráficos en formato BMP terminan con una extensión .BMP. Este formato de archivo es el formato más simple que existe, soporta hasta 16,7 millones de colores y no puede ser usado en el diseño de páginas web dado el gran tamaño que alcanzan sus archivos.

GIF: Corresponde a la contracción de las palabras en inglés Graphics Interchange Format y fue desarrollado por CompuServe. Es el formato de archivo que se utiliza habitualmente para mostrar gráficos e imágenes en documentos HTML a través de la World Wide Web. GIF es un formato comprimido diseñado para reducir el tamaño del archivo y el tiempo de transferencia electrónica. Los archivos en este formato pueden hacerse transparentes para que se pueda ver el fondo a través de ellos. La desventaja del formato GIF es que admite solamente 256 colores.

JPEG: Corresponde a la contracción de las palabras en inglés Joint Photographic Experts Group. Este formato es el más utilizado para almacenar y transmitir archivos de imágenes en documentos HTML a través de la World Wide Web. Soporta una profundidad de color de 24 bits (16,7 millones de colores). Los formatos JPEG se abrevian frecuentemente JPG debido a que algunos sistemas operativos soportan tres letras de extensión. A diferencia del formato GIF, JPEG es un formato de compresión con pérdida; retiene toda la información de color de una imagen pero comprime el tamaño del archivo descartando datos selectivamente. JPEG permite elegir el nivel de compresión que queremos asignar a un archivo, así al seleccionar un nivel de compresión alto tendremos una imagen de calidad inferior y con un nivel bajo de compresión una mejor calidad de imagen. El archivo JPEG se comprime en el momento de ser guardado en el disco por lo

que debe ser descomprimido cuando se lo utiliza en una aplicación. No permite el uso de transparencias ni de animaciones.

PSD: El formato de Photoshop® (PSD) es el formato de archivo por defecto de las imágenes recién creadas y el único que admite todos los modos de imágenes disponibles (Mapa de bits, Escala de grises, Color indexado, RGB, CMYK, Lab y Multicanal), guías, canales alfa, canales de tinta plana y capas (incluidas capas de ajuste, capas de texto y efectos de capa).

TIFF: Corresponde a la contracción de las palabras en inglés Tagged-Image File Format. (formato de archivo de imágenes con etiquetas). La designación archivo con etiquetas se debe a que además de los datos de la imagen propiamente dicha el archivo posee información adicional sobre las características de la imagen (etiquetas) que serán de utilidad para su posterior tratamiento. Se lo emplea para guardar imágenes desde el scanner y programas para creación de imágenes y retoque fotográfico. TIFF es un formato flexible de imágenes de mapa de bits admitido prácticamente por todas las aplicaciones de pintura, edición de imágenes y diseño de páginas. Es el formato elegido para trabajos con imágenes de gran calidad, aplicaciones en 3-D y aplicaciones de imágenes

médicas. TIFF puede soportar una profundidad de color de 1 bit a 24 bits, ofrece una excelente calidad de imagen y presenta un alto nivel de compresión sin pérdida, reduciendo el tamaño final del archivo sin modificar la calidad de la imagen.

CONCLUSIONES

1. El grado de resolución de una imagen digital depende del uso final de la misma.
2. Una vez generada una imagen digital mediante scanner o cámara digital y guardada a baja resolución, el incremento de la resolución no mejora la calidad.
3. Un alto grado de compresión de imágenes introduce artefactos y compromete la integridad de los datos.
4. El formato del archivo de la imagen se debe adaptar al uso que se le dé y al sistema de salida o impresión elegida (material de archivo, diagnóstico, presentación multimedia, publicación, etc.).
5. Para aprovechar adecuadamente las posibilidades del procesamiento digital de imágenes en patología resulta esencial comprender y manejar correctamente sus principios y conceptos básicos, así como contar con las destrezas necesarias para el manejo del hardware y software correspondiente.

Bibliografía

- 1- Blain C, Mackay M. *The digital revolution*. Br J Perioper Nurs. 2004 Nov;14(11):494-7, 499.
- 2- Leong FJ, Leong AS. *Digital imaging in pathology: theoretical and practical considerations, and applications*. Pathology. 2004 Jun;36(3):234-41.
- 3- Hamza SH, Reddy VV. *Digital image acquisition using a consumer-type digital camera in the anatomic pathology setting*. Adv Anat Pathol. 2004 May; 11(3): 174.
- 4- Riley RS, Ben-Ezra JM, Massey D, Slyter RL, Romagnoli G. *Digital photography: a primer for pathologists*. J Clin Lab Anal. 2004;18(2):91-128.
- 5- Johnson DH. *Basic science in digital imaging: storage and retrieval*. Arthroscopy. 2002 Jul-Aug;18(6):648-53.
- 6- Corl FM, Garland MR, Lawler LP, Fishman EK. *A five-step approach to digital image manipulation for the radiologist*.

- Radiographics*. 2002 Jul-Aug;22(4):981-92.
- 7- Smith RV. *The digital camera in clinical practice*. Otolaryngol Clin North Am. 2002 Dec;35(6):1175-89.
- 8- Sapwater E. *Basically Speaking. Before you can master digital imaging, you've got to understand the basics*. Popular Photography. 2000 September: 42-52.
- 9- Adobe® Photoshop® CS Help
- 10- Wiggins RH 3rd, Davidson HC, Harnsberger HR, Lauman JR, Goede PA. *Image file formats: past, present, and future*. Radiographics. 2001 May-Jun;21(3):789-98.
- 11- Leong FJ, Leong AS. *Digital imaging applications in anatomic pathology*. Adv Anat Pathol. 2003 Mar;10(2):88-95.
- 12- Pritt BS, Gibson PC, Cooper K. *Digital imaging guidelines for pathology: a proposal for general and academic use*. Adv Anat Pathol. 2003 Mar;10(2):96-100.

Sociedad Odontológica de La Plata
Biblioteca
"Dr. Anibal E. Inchausti"