



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE BIOANÁLISIS SEDE ARAGUA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES
DIGITALES PARA EL MICROSCOPIO ÓPTICO ZEISS MC63A DEL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DOCENTE ASISTENCIAL
DEL NÚCLEO ARAGUA “CIADANA”.**

Trabajo presentado al Consejo de Escuela de Bioanálisis, Sede Aragua, de la Facultad de Ciencias de la Salud para ascender a la categoría de Profesor Asistente en el Escalafón del Personal Docente y de Investigación de la Universidad de Carabobo

Autor:

Lic. Gilberto José González

Tutor:

Ing.Mcs. Luz Mary Bustamante G

Maracay, Enero 2009

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de Tutora del trabajo presentado por el ciudadano Gilberto González, como merito de ascenso categoría de Profesor Asistente en el Escalafón del Personal Docente y de Investigación de la Universidad de Carabobo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de jurado examinador designado.

En la Ciudad de Maracay a los 14 días del mes de enero del 2009.

Prof. Luz Mary Bustamante

ÍNDICE GENERAL

	pp.
LISTA DE CUADROS	Vi
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
CAPITULO I	1
1. Planteamiento del problema	
1.2. Justificación	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo General	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
CAPITULO II	
2. Fundamentación Teórica	
2.1. Introducción	7
2.2. Microscopios Ópticos	9
2.2.1. Partes del Microscopio Óptico y sus Funciones	10
2.2.2. Física de un Microscopio Básico	11
2.2.3. Conexión de Cámara Digital a un Microscopio Óptico	12
2.3. Cámaras Digitales	14
2.4. Limitaciones y Calidad de las Imágenes Digitales	16
2.5. Telepatología	18
2.6. Tarjetas de Memoria	18
2.7. Software para el Procesamiento de Imágenes	20
2.7.1 Imaje J	21
CAPITULO III	
3. Marco Metodológico	
3.1 Tipo de Investigación	23
3.2. Técnica de Recolección de Datos	24
3.3. Materiales	24

CAPITULO IV

4. Resultados

4.1. Entrevistas no Estructuradas	25
4.1.1: Entrevista no Estructurada a estudiantes en trabajo de grado	25
4.1.2: Entrevista no Estructurada al Profesor Olivar Castejón	26
4.1.3: Entrevista no Estructurada al Señor Javier Salazar	28
4.2. Revisión y Especificaciones Técnicas del Microscopio Óptico Zeizz MC63A	30
4.3. Revisión y Especificaciones de los Materiales Existentes	30
4.4.Características Generales de las Cámaras Digitales Convencionales Disponible En El Mercado	34

CAPITULO V

5. Análisis de los Resultados

5.1 Análisis y Factibilidad	35
5. 2Propuesta	37
6. Conclusiones	41
7. Recomendaciones	42
8. Referencias Bibliográficas	43
ANEXOS	44

LISTA DE FIGURAS

	pp.
1. Microscopio óptico marca Zeiss, modelo MC63A	2
2. Sistema de captación y almacenamiento de imágenes del microscopio Zeiss MC63A	3
3. Formación de imágenes en un microscopio óptico	11
4. Diagrama de partes y funcionamiento de una cámara digital	14
5. Ejemplo de visualización de Image J	21
6. Partes del Microscopio Óptico MC-63A.	29
7. Vista aérea del microscopio, con la cámara desmontada y las medidas de las dimensiones.	32
8. Vista frontal del microscopio con la cámara y el cuerpo del obturador desmontado	33
9. Grafico. Comparación de costos	37
10. Soporte extendible para diferentes tamaños de cámara	39
11. Vista frontal del cono conector	40

LISTA DE CUADROS

1. Sistemas de Microscopía Digital	8
2. Características de los materiales usados en el proceso de revelado	33
3. Resultado de las Encuestas	33
4. Características de los materiales propuestos	37

RESUMEN

TÍTULO: PROPUESTA DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DIGITALES PARA EL MICROSCOPIO ÓPTICO ZEISS MC63A DEL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS DOCENTE ASISTENCIAL DEL NÚCLEO ARAGUA “CIADANA”

AUTOR: Lic. Gilberto José González

TUTOR: Ing.Mcs. Luz Mary Bustamante G.

FECHA: Enero de 2009

Con el propósito de mejorar las condiciones de trabajo y adaptando equipos de vieja data a la ventajas de las nuevas facilidades que brinda la tecnología en este trabajo se propone un sistema de adquisición basado un periférico capaz de digitalizar la señal de video proveniente del microscopio y transmitir esos datos a una computadora personal, en cuestión para lograr la reconstrucción de la imagen digital y su futuro tratamiento.

Para lo cual se diagnosticó el estado actual del laboratorio de microscopía electrónica del Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial de Núcleo Aragua, y en particular el microscopio óptico objeto de este estudio, resultando resaltante las necesidades que requerían los investigadores en el uso del mismo en cuanto a la diversidad, facilidad y la economía que representa un sistema de captación digital, se revisó la bibliografía pertinente al desarrollo tecnológico en digitalización de imágenes, y se evaluó el sistema que se adapte al microscopio **ZEISS MC63A** en función de los perjuicios y beneficios que genera el actual procedimiento tradicional comparado con el sistema que se propone, arrojando como resultado la necesidad de conectar una cámara de alta resolución (al menos 10MP) y diseñando un medio de conexión artesanal, haciendo énfasis en la factibilidad en economía de finanzas y del factor tiempo.

Palabras Claves: SISTEMAS, IMÁGENES DIGITALES, MICROSCOPIO ÓPTICO.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los pilares fundamentales de la Universidad de Carabobo es la investigación científica. Este objetivo se cumple a través de los diversos organismos y dependencias creadas para tal fin. Una de las figuras que existen dentro de la universidad son los centros de investigación.

Uno de estos es el Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial del Núcleo Aragua (CIADANA), según el reglamento del centro (1984) este fue fundado en el año 1984 por el Profesor Olivar Castejón y colaboradores. Este proyecto ha merecido el apoyo oficial de la Dirección de Planta Física de la Universidad de Carabobo y del Mindur-Aragua. Para el momento se planificó la ejecución de una planta física constituida por:

- 1) Laboratorios de Microscopía Electrónica.
- 2) Laboratorios Clínicos Multidisciplinarios.
- 3) Laboratorios para actividades multidisciplinarias, de investigación y servicios.
- 4) Laboratorios para Parasitología.

Este centro fue concebido con la filosofía de atender:

- 1) Actividades de extensión y servicio de la Universidad hacia las zonas de influencia, en el área del Bioanálisis.
- ☐ La enseñanza – aprendizaje.
 - ☐ La investigación y análisis.
 - ☐ Articular los fines de la Educación Superior a las necesidades del Desarrollo Económico y Social contempladas en las políticas del Estado.

En particular, el laboratorio de Microscopía Electrónica **(ME)** busca Fomentar y generar estudios e investigaciones tendiente a la aplicación de la Microscopía

Electrónica de Barrido (**MEB**) – Analítica para el diagnóstico precoz y prevención de enfermedades del metabolismo, degenerativas, cardiovasculares, genéticas, parasitarias, cerebrocardiovasculares, ocupacionales, infectocontagiosas, cáncer, SIDA, u otra en su relación causa-efecto. Así, como los estudios e investigaciones tendientes a la aplicación de la MEB-Analítica al campo agropecuario (cultivos, producción animal, enfermedades, conservación, etc.), en cooperación con las entidades interesadas. Además de aplicación de la MEB al control de la calidad de la industria del alimento, minera, electrónica, metalmecánica.

Entre la dotación instrumental con que cuenta este laboratorio está el microscopio óptico (MO) marca **ZEISS** modelo **MC63A** que se muestra en la figura 1.1, el cual es usado para realizar el análisis completo necesario, a las muestras que no pueden ser observadas en el MEB debido a su naturaleza, además del análisis previo de cualquier otra que pueda ser observada en el MEB. Dicho microscopio es el objeto principal de estudio en este trabajo.



Figura 1.1. Microscopio óptico marca Zeiss, modelo MC63A

El sistema de visualización del microscopio en cuestión es la observación directa a través de las lentes oculares, mientras que el sistema de captación y almacenamiento de imágenes, mostrado en la figura #1.2, es con una cámara de rollo fílmico o películas polaroid instantáneas.

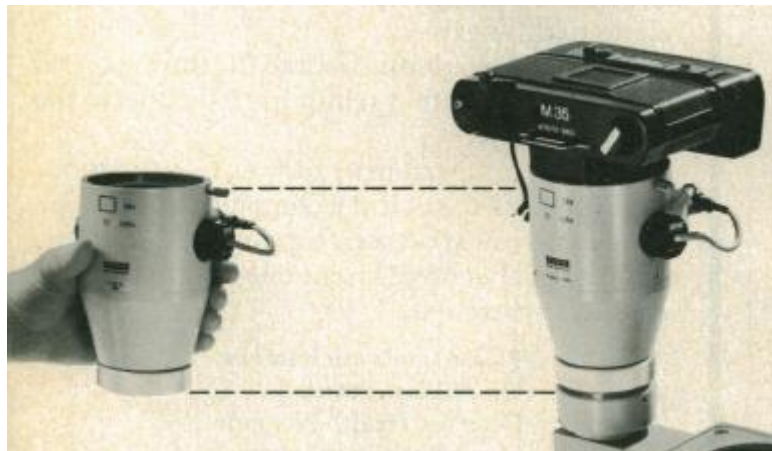


Figura 1.2. Sistema de captación y almacenamiento de imágenes del microscopio Zeiss MC63A

Estos antiguos sistemas de observación y almacenamiento conllevan a una serie de dificultades en el desarrollo de las actividades cotidianas del laboratorio, como lo son:

- 1) La observación individual, lo cual influye en el proceso de enseñanza.
- 2) El número de imágenes mínimas o máximas, que pueden ser obtenidas por rollo fílmico.
- 3) La resolución y el tamaño de la imagen obtenida.
- 4) Solo pueden ser obtenidas imágenes estáticas, pudiendo estudiar solo muestras inertes.

- 5) El proceso de revelado del rollo fílmico, tales como: tiempo de revelado, costo del revelado, espacios acondicionados y equipos necesarios para tal fin, la experiencia y conocimiento sobre fotografía.
- 6) La calidad de la fotografía obtenida. Y la diversidad de procesos analíticos y estadísticos que pueden ser aplicados sobre la imagen usando paquetes informáticos.

Todas estas dificultades conllevan a preguntas tales como: ¿En qué situación se encuentra el microscopio Zeiss Mc63A del CIADANA?, ¿Cuáles serán las necesidades del personal que trabaja con este microscopio, con respecto a sus limitaciones?, ¿Cuál será la alternativa que existe para resolver estas dificultades?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Esta lista de limitaciones y problemas mencionada en la sección anterior puede ser resuelta usando como medio de adquisición de imágenes un sistema digital basado en una computadora personal que capte la señal de video un dispositivo instalado al microscopio para lograr la reconstrucción de la imagen digital, es decir, remplazando la cámara que actualmente tiene el microscopio por una cámara digital, siguiendo los protocolos de la óptica física y geométrica para disminuir los posibles problemas tales como: aberraciones esféricas, aberraciones cromáticas, astigmatismo, distancia focal y otros problemas que se pueden obtener en la adquisición de una imagen de microscopía. Pudiendo así, obtener como resultado un video o una imagen, y enviando esta información directamente al computador para su almacenamiento y futuro procesamiento analítico y estadístico a través de diferentes software.

Con un sistema digital se busca estimular mejoras en la prestación de servicios del Laboratorio de Microscopía, reducir los costos de adquisición y almacenamiento de las imágenes. Y en general modernizar el microscopio ya existente.

Este trabajo está enmarcado en el plan de investigación y extensión del Departamento de Ciencias Básicas de la escuela de Bioanálisis Sede Aragua, y desarrolló entre dicho departamento y el CIADANA.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL:

Proponer un sistema de adquisición de imágenes digitales para el microscopio óptico **ZEISS MC63A** del Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial del Núcleo Aragua.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Diagnosticar de la situación actual del microscopio óptico **ZEISS MC63A** ubicado en el laboratorio de microscopia del CIADANA.
- Identificar las necesidades del personal que labora con dicho microscopio y las necesidades técnicas del mismo.
- Evaluación de las alternativas que se dispongan el en mercado y se adapten a las necesidades del microscopio en estudio.

CAPITULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 INTRODUCCIÓN:

Tres términos fundamentales son usados en esta investigación, las cuales son: el Microscopio Óptico, las Cámaras Digitales y la Interconexión de ambos.

Según González y Woods (1992) “La fotografía digital es uno más de los avances que las nuevas tecnologías han aportado en los últimos años”. Mientras que Alfaro (2003) asegura que las ventajas que incorpora en cuanto a facilidad y comodidad de uso, las nuevas posibilidades para su almacenamiento y recuperación, la increíble capacidad de edición y retoque, y la satisfactoria disponibilidad para su envío a distancia, o para ser estudiadas y compartidas en tiempo real a través de las actuales redes de telecomunicaciones, han supuesto un gran cambio en relación a la fotografía tradicional.

El microscopio óptico es la principal herramienta de trabajo de las ciencias médicas y biológicas. Lo ha sido y probablemente lo seguirá siendo durante bastante tiempo. Pero en general, la actividad de diagnóstico a través del microscopio tiene ciertas características de soledad. Casi siempre el estudio de un caso se realiza en medio del aislamiento que genera la necesidad de concentrar la visión a través de los tubos cerrados del microscopio.

Se han diseñado dispositivos especiales para poder compartir diagnósticos y la discusión de los casos, como son los microscopios de cabezales múltiples o los proyectores de imágenes microscópicas. Además, ha sido la forma más apropiada

para compartir la información y como elemento esencial en la enseñanza. Así desde antiguo, los microscopios han adaptado cámaras fotográficas que capturaban rasgos concretos de los casos y reproducían las características esenciales.

Los avances de la técnica últimamente se han centrado de manera especial en los sistemas de información, en las telecomunicaciones y también en los dispositivos fotográficos. Ferreira R, Moon (1997) indica que hoy en día los laboratorios tienen casi siempre junto al microscopio una computadora, hasta el punto que estos se han convertido en la segunda herramienta de trabajo.

Evidentemente la situación ideal es la que permita interconectar ambos dispositivos y transmitir las observaciones del investigador en las lentes oculares del microscopio hasta la computadora. Los elementos de conexión son desde luego las cámaras fotográficas. En la tabla 1 se presenta un lista de sistemas de microscopía digital.

TABLA 1. Sistemas de microscopía digital

Fabricantes	Sistemas	Sitio web
Aperio	ScanScope T2 y T3	http://www.aperio.com/ y http://www.scanscope.com/
Applied Imaging	Ariol	http://www.aicorp.com/
Bacus	Bliss	http://www.bacuslabs.com/
BioGenex	iVision	http://www.biogenex.com/
Carl Zeiss	Mirax Scan	http://www.zeiss.com.mx/
Clariant (Chromavision)	ACIS	http://www.chromavision.com/
Cytac	ThinPrep Imaging System	http://www.cytac.com/
Dmetrix	DX-40	http://www.dmetrix.net/
Fairfield	PathSight	http://fairfield-imaging.co.uk/
Imstar	Pathfinder	http://www.imstar.fr/
Leica	AS TPS2	http://www.leica-microsystems.com/
LifeSpan Biosciences	Alias	http://www.lsbio.com/
MetaSystems	Metafer	http://www.metasystems.de/
MicroBrightField	Virtual Slice System	http://www.microbrightfield.com/
Molecular Diagnostics	InPath™ Slide Based Test	http://www.molecular-dx.com/
Nikon	Eclipse E600FN o Coolscope con EclipseNet-VSL	http://www.eclipsenet.info/ y http://www.coolscope.com/
Olympus-Soft Imaging System	.slide	http://www.soft-imaging.net/
Samba	Naviqap	http://www.sambatechnologies.com/
SlidePath	VPS	http://www.telepathology.dcu.ie/
Syncroscopy	SyncroScan	http://www.syncroscopy.com/
Trestle	Medmicroscopy y Xcellerator	http://www.trestlecorp.com/
Tibvn	ICS WF	http://www.tibvn.com/

La fotografía convencional basada en procedimientos químicos y asociada a engorrosos procesos de revelado, ha proporcionado unos niveles de calidad realmente satisfactorios a la hora de reproducir imágenes. Sin embargo, el nacimiento de la fotografía digital ha aportado unas ventajas inimaginables sólo unos pocos años atrás y está incorporándose de manera veloz y progresiva en todos los ámbitos de la ciencia y la sociedad en general. En la actualidad la resolución que proporcionan las cámaras digitales está próxima a la de la mejor fotografía tradicional, a la que probablemente superará en breve.

2.2. MICROSCOPIOS ÓPTICOS:

Un microscopio óptico es un dispositivo basado en lentes ópticas, que se sirve de la luz visible para crear una imagen aumentada del objeto. El más simple es la lente convexa doble con una distancia focal corta. Estas lentes pueden aumentar un objeto hasta 15 veces. Por lo general se utilizan microscopios compuestos, que disponen de varias lentes con las que se consiguen aumentos mayores. Algunos microscopios ópticos pueden aumentar un objeto por encima de las 2.000 veces.

El microscopio compuesto consiste en dos sistemas de lentes, el objetivo y el ocular, montados en extremos opuestos de un tubo cerrado. El objetivo está compuesto de varias lentes que crean una imagen real aumentada del objeto examinado. Las lentes de los microscopios están dispuestas de forma que el objetivo se encuentre en el punto focal del ocular. Cuando se mira a través del ocular se ve una imagen virtual aumentada de la imagen real. El aumento total del microscopio depende de las longitudes focales de los dos sistemas de lentes.

El equipamiento adicional de un microscopio consta de un armazón con un soporte que sostiene el material examinado y de un mecanismo que permite acercar y alejar el tubo para enfocar la muestra. Los especímenes o muestras que se examinan con un microscopio son transparentes y se observan con una luz que los atraviesa, y se suelen colocar sobre un rectángulo fino de vidrio. El soporte tiene un orificio por el

que pasa la luz. Bajo el soporte se encuentra un espejo que refleja la luz para que atraviese el espécimen. El microscopio puede contar con una fuente de luz eléctrica que dirige la luz a través de la muestra.

2.2.1 PARTES DEL MICROSCOPIO ÓPTICO Y SUS FUNCIONES:

- 1) Ocular: lente situada cerca del ojo del observador. Amplía la imagen del objetivo.
- 2) Objetivo: lente situada cerca de la muestra a estudiar. Amplía la imagen de ésta.
- 3) Condensador: lente que concentra los rayos luminosos sobre la muestra.
- 4) Diafragma o Apertura Numérica: regula la cantidad de luz que entra en el condensador.
- 5) Foco: dirige los rayos luminosos hacia el condensador.
- 6) Revólver: Es un sistema que recoge las lentes objetivos, y que rota para utilizar un objetivo u otro.
- 7) Tornillos macro y micrométrico: Son tornillos de enfoque, mueven la platina hacia arriba y hacia abajo. El macrométrico lo hace de forma rápida y el micrométrico de forma lenta. Llevan incorporado un mando de bloqueo que fija la platina a una determinada altura.
- 8) Platina: Es una plataforma horizontal con un orificio central, sobre el que se coloca la preparación, que permite el paso de los rayos procedentes de la fuente de iluminación situada por debajo. Dos pinzas sirven para retener el portaobjetos sobre la platina y un sistema de cremallera guiado por dos tornillos de desplazamiento permite mover la preparación de delante hacia atrás o de izquierda a derecha y viceversa. En la parte posterior de uno de los laterales se encuentra un nonius que

permite fijar las coordenadas de cualquier campo óptico; de esta forma se puede acudir a él cuando interesa.

2.2.2 FÍSICA DE UN MICROSCOPIO BÁSICO:

La formación de imágenes en un microscopio óptico es el resultado de una doble amplificación por las lentes objeto y ocular, según la óptica geométrica, como se observa en la figura 2.1.

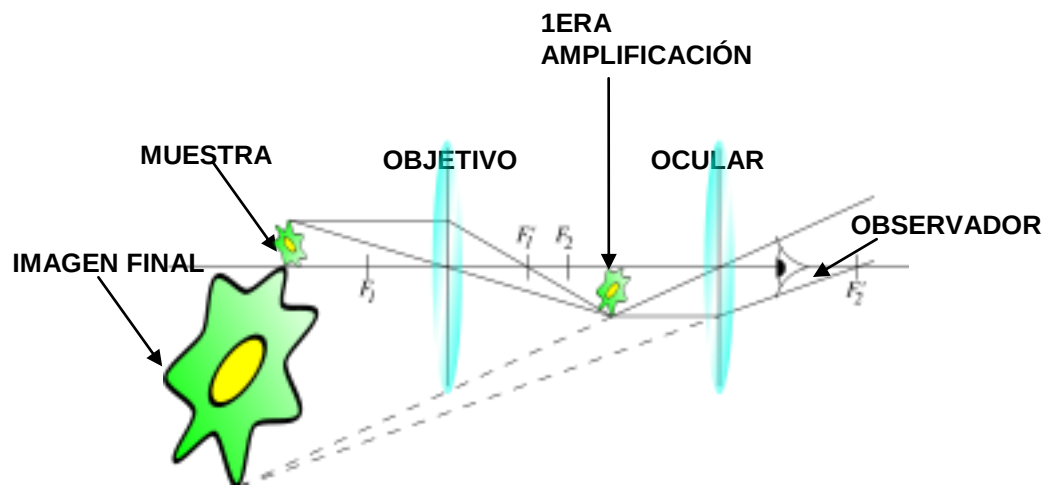


Figura 2.1 Formación de imágenes en un microscopio óptico

Las alteraciones ópticas en la formación de la imagen debidas a las propias lentes son:

- 1) La aberración cromática.
- 2) La aberración esférica.

La resolución de los microscopios ópticos está restringida por un fenómeno llamado difracción que, dependiendo de la apertura numérica del sistema óptico y la longitud de onda de la luz utilizada (λ), establece un límite definido (δ) a la resolución óptica. Suponiendo que las aberraciones ópticas fueran despreciables, la resolución sería:

$$\delta = \frac{\lambda}{2.A_N} \quad (1)$$

Evalutando la ecuación (1) con una λ de 550 nm, correspondiente a la luz verde, el medio es el aire y la A_N práctica máxima esta entre 0,95, hasta 1,5. Ello implica que incluso el mejor microscopio óptico está limitado a una resolución de unos 0,2 μm .

2.2.3 CONEXIÓN DE CÁMARA DIGITAL A UN MICROSCOPIO ÓPTICO:

Muchos de los microscopios tradicionales destinados a la investigación poseen adaptada una cámara fotográfica de rollo fílmico, como es el caso del que se estudia en este trabajo y tal como lo muestra la figura 1.2.

Linder (1990) asegura que la fotomicrografía (fotografía realizada con la ayuda de un microscopio) es un campo muy especializado de la fotografía, para la que hay disponibles equipos de precio muy elevado, y simples equipos de estudio. Con un microscopio de calidad adecuada, como los que se encuentran en la mayoría de los laboratorios científicos, se pueden realizar fotomicrografías de una calidad razonable, utilizando una cámara de uso general.

Eventualmente sería interesante cambiar dicho sistema de captación de imágenes por una cámara digital, para tal fin es necesario un adaptador óptico mecánico. Dicho adaptador sirve de enlace entre la cámara y el microscopio. Es

especialmente importante que la conexión mecánica sea firme, pues cualquier movimiento mínimo, es decir, vibraciones de la cámara, reduciría la calidad de la imagen notablemente.

“La calidad de la óptica de un microscopio (objetivo y ocular) es fundamental en la determinación de la calidad de una imagen fotográfica. Los objetivos y oculares de microscopio se encuentran en diferentes calidades, determinadas por la precisión con que han sido corregidos de aberraciones” (Linder 1990) . Los objetivos más económicos están corregidos de aberración esférica para un solo color, generalmente el amarillo verdoso, pero no de aberración cromática para la totalidad del espectro visible, sino sólo para dos o tres colores, primarios. Estos objetivos se llaman acromáticos, y también muestran cierta cantidad de curvatura de campo; esto es, que la totalidad del campo de visión del objetivo no puede llevarse simultáneamente a foco fino.

Existen los acromáticos de campo plano, en los que la curvatura de campo ha sido casi totalmente corregida, se denominan planacromáticos.

Los apocromáticos están corregidos de aberración esférica para dos colores y de aberración cromática para los tres colores primarios. Aun así, mostrarán curvatura de campo a menos que sean planapocromáticos, los mejores objetivos de que se dispone. Los oculares también tienen diferentes calidades. Los más simples son los de campo ancho.

Los oculares compensadores se diseñan para compensar ciertas aberraciones cromáticas residuales del objetivo, y dan su mejor resultado cuando se utilizan con objetivos apocromáticos, aunque también pueden utilizarse con éxito con los acromáticos de mayor potencia. Existen los oculares foto, especiales para fotomicrografía, y cuando se utilizan con los objetivos planapocromáticos dan la mejor calidad posible de fotografía.

2.3 CÁMARAS DIGITALES

Las cámaras digitales capturan imágenes a partir de un sensor denominado CCD (Charge Couple Device o Dispositivo de Carga Acoplada) cuya capacidad se mide en puntos o píxeles (Belanger 2000). Se trata de dispositivos de estructura reticular, con elementos fotosensibles que reciben más o menos luz, y son capaces de almacenar un voltaje en proporción a la iluminación que recogen. Este valor se envía a un procesador que lo transforma en información digital, generando la fotografía (Figura 2.2). Cuantos más valores sea capaz de recibir, según los elementos que aloje esta rejilla, distribuidos en filas y columnas; es decir, la calidad de la imagen será superior.

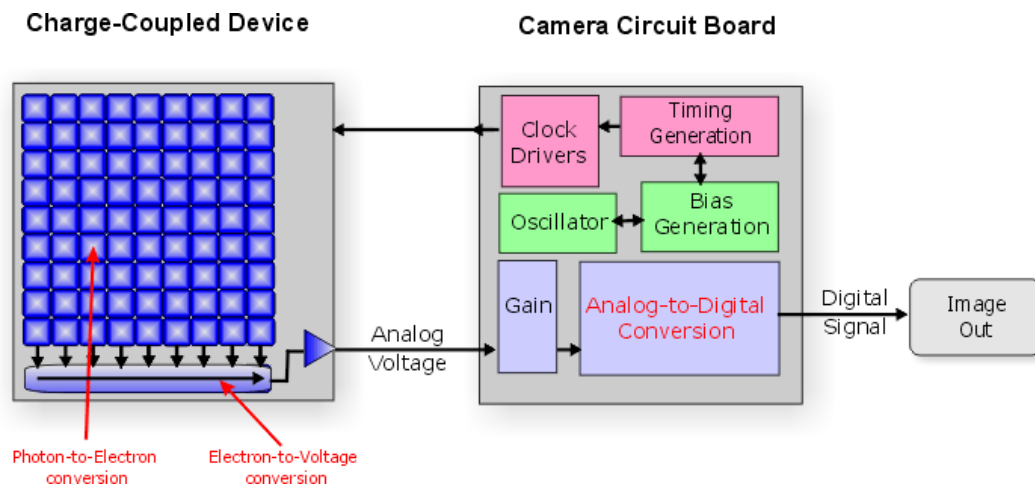


Figura 2.2. Diagrama de partes y funcionamiento de una cámara digital

En el carrete fotográfico convencional, los gránulos de la emulsión responden de forma química diferente al incidirles la luz según la longitud de onda de cada color.

Las cámaras fotográficas digitales de últimas generaciones cuentan con sensores que alcanzan 4 ó 5 megapíxeles (Mp, millones de píxeles), incluso algunos modelos llegan hasta los 12 Mp. Se considera que las fotografías de una cámara analógica, dependiendo del tipo de película, tendrían el equivalente de 20 megapíxeles⁸. Sin embargo, ésta es en realidad una medida más bien de tamaño que de calidad, el número de puntos de una imagen indica el tamaño de la misma. La calidad de la fotografía estará en función además de otros factores, como son la óptica de la cámara, o el adecuado manejo del sensor para transformar los impulsos luminosos que recibe. Así un sensor de 3 megapíxeles podría obtener imágenes de mayor calidad que otro de 4 megapíxeles, independientemente de que el tamaño de la imagen fuera menor.

El tamaño físico del CCD puede ser un factor que influya en la calidad de la imagen, así los CCD de tamaño muy reducido tiene los elementos fotosensibles (transistores) situados muy próximos entre sí con lo que pueden producirse interferencias entre ellos con mayor facilidad que en los CCD de mayor tamaño. El tamaño más habitual de los CCD en las cámaras de última generación es de 2/3 de pulgada.

En realidad las medidas empleadas para definir el tamaño de los CCD resultan confusas. En ocasiones viene definido como fracciones de pulgada, otras como un valor lineal en milímetros que se refiere a la longitud de su diagonal, y otras con dos medidas que reflejan los lados de su estructura rectangular. La primera medida, en fracciones de pulgada, hace referencia al diámetro externo de la envoltura de cristal de los primeros tubos diseñados para televisiones. Así un CCD de 2/3" mide 8.8 x 6.6

mm de lados y 11 mm de diagonal; y uno de 1/2" mide 6,4 x 4,8 mm de lados y 8 mm de diagonal.

2.4 LIMITACIONES Y CALIDAD DE LAS IMÁGENES DIGITALES

Aunque idealmente siempre es preferible disponer de elevadas resoluciones en las cámaras fotográficas, conviene plantear el destino de las fotografías. En primer lugar si éstas van a ser vistas a través de una monitor de computadora, se debe pensar que las pantallas habituales de 17" trabajan generalmente con resoluciones de 1024x768 por lo que las imágenes de la cámara de última generación, se verán en el monitor en fragmentos de menos de una cuarta parte, si se exponen en su tamaño real.

Lo mismo es aplicable si el destino de las imágenes es colocarlas en una página web en Internet o enviarlas por correo electrónico. En estos casos los tamaños más adecuados serán muy inferiores a los de la máxima resolución potencial de nuestra cámara, y además será conveniente aplicar elevadas tasas de compresión de la imagen.

La resolución del CCD se ha convertido en el principal elemento definitorio de las cámaras digitales. Este es un parámetro nuevo, inexistente en las cámaras analógicas en las que el equivalente del sensor (CCD) es el carrete fotográfico. Sin embargo, al margen de la resolución, el resto de parámetros utilizado en fotografía analógica es aplicable a las cámaras digitales.

La óptica de la cámara es un factor esencial en la calidad de las imágenes. En este aspecto las cámaras digitales han ido por detrás de las analógicas, ya que ha sido necesario recorrer un camino en su evolución para alcanzar niveles que justifiquen la incorporación de lentes ópticas de calidad equivalente a las de las cámaras analógicas. En la actualidad, las cámaras digitales de mayores prestaciones se montan sobre

cuerpos de cámaras analógicas convencionales para aprovechar la calidad de las lentes de sus objetivos.

Al igual que en las cámaras analógicas, los valores más importantes que indican las características de un objetivo son la apertura de foco, y la distancia focal.

El zoom es otro factor importante en las cámaras digitales que se puedan instalar sobre un microscopio. La presencia de zoom puede ser imprescindible ya que los tubos adaptadores sobre los que se coloca la cámara, si no incorporan una lente propia, con frecuencia reducen el campo del microscopio creando un anillo oscuro en torno al área central de la imagen. El empleo del zoom en estas circunstancias permite capturar la imagen del área central eliminando las áreas oscuras de la periferia.

Otro aspecto importante de las cámaras digitales es la distancia mínima de enfoque. Especialmente a la hora de fotografiar especímenes macroscópicos de pequeño tamaño, puede ser necesario acercar la cámara a escasos centímetros de la muestra. Generalmente las cámaras digitales cuentan con dos modos de operar, el normal y el modo macro, en el que la distancia mínima de enfoque disminuye de forma importante.

El control de la exposición en la mayor parte de las cámaras digitales es automático y sólo las de prestaciones más avanzadas incluyen además modos manuales. El control de la luz no será un problema importante si se piensa en cámaras montadas sobre microscopios. Por un lado porque al estar fijas, la exposición puede ser tan prolongada como deseemos, sin afectar el enfoque; y por otro lado porque podemos graduar el nivel de luz desde el microscopio, por lo tanto, en la mayor parte de circunstancias, el control automático de exposición de la cámara funcionará perfectamente.

2.5 TELEPATOLOGÍA

La telepatología es definida como la visualización e interpretación remota de especímenes. La telepatología se suele clasificar en estática, también llamada de almacenar y enviar, (por ejemplo, el envío por correo electrónico de fotografías de un solo campo de una preparación) o dinámica (un ejemplo sería la transmisión en directo de una señal de vídeo desde un microscopio).

Con la microscopía virtual o digital también es posible realizar telepatología, es decir, enviar las preparaciones a distancia, pero no es la única aplicación de la microscopía digital, ya que también permite por ejemplo, el análisis de imagen automatizado para la ayuda al diagnóstico o cuantificación inmunohistoquímica automatizada, que, pueden realizarse en la mesa del patólogo, sin necesidad de transmitir las imágenes de esas muestras a distancia.

La microscopía virtual o digital facilita el uso de la telepatología. En este caso, la información que contiene toda la preparación digital, que puede consistir en varios gigabytes de información, no precisa ser transmitida en su totalidad al otro lado de la red de comunicaciones, pues pueden usarse visualizadores que permiten sesiones de telepatología basadas en microscopía virtual, en las que el programa recoge del servidor de preparaciones digitales, sólo los trozos de las mismas que son solicitadas por el usuario.

2.6 TARJETAS DE MEMORIA

Las cámaras fotográficas digitales se comunican con un computador a través de los puertos de éste para transmitir las imágenes capturadas. Los primeros modelos usaban el puerto serie, de muy baja velocidad, pero en la actualidad prácticamente

todos emplean los modernos puertos USB (Universal Serial Bus), que en su versión 2.0 aceptan tasas de transferencia de información de hasta 480 megabits por segundo.

Sin embargo, además de este tipo de conexión las cámaras digitales incorporan unas tarjetas de memoria que almacenan las imágenes. Estas tarjetas pueden considerarse como el equivalente al carrete empleado en las cámaras analógicas, pero con la diferencia esencial, de que pueden borrarse y rescribirse tantas veces como deseemos. En realidad, al igual que las cámaras o los CCD, las tarjetas de memoria han ido mejorando sus prestaciones hasta convertirse en auténticos discos duros con capacidades de memoria que ya superan el gigabyte (GB).

El principal inconveniente es su falta de estandarización. Existen diversos modelos incompatibles entre si, y cuyo éxito futuro parece depender además de sus cualidades, de las decisiones de los fabricantes de cámaras a la hora de decantarse por la inclusión de un tipo u otro.

Los nuevos modelos de tarjetas que están comercializándose con mejores prestaciones y tamaños más reducidos son las denominadas Multimedia Card (MMC), las Secure Digital Card (SD), y las XD Card. Será necesario aún cierto tiempo para saber cual de ellas alcanza más éxito y difusión. Algunas cámaras incorporan como dispositivo de memoria los llamados mini CD, la versión de 8 cm de los CD convencionales, y como éstos, pueden ser grabados una sola vez (CD-R) o múltiples veces (CD-RW). Tienen una capacidad de 210 MB y un precio menor que el resto de tarjetas, aunque también menor velocidad de transferencia y mayor tamaño.

La capacidad óptima de las tarjetas de memoria estará en relación con el tipo de imágenes que captura la cámara fotográfica. Como ejemplo, una cámara de 5 Megapíxeles (2.560×1.920) necesita 24 bits de información para definir el color que corresponde a cada uno de los píxeles es decir 117.964.800 bits por cada fotografía o lo que es lo mismo 14.745.600 bytes, 14.400 KB ó 14 megabytes. Se trata por

supuesto del caso de fotografías sin ningún tipo de compresión. Alfaro (2003) afirma que afortunadamente la mayor parte de las cámaras permiten efectuar capturas fotográficas aplicándoles algoritmos de compresión de información, generando principalmente imágenes de tipo .jpg (*JPEG: Joint Photographic Expert Group*). Con ello pueden obtenerse imágenes que ocupan una décima parte, sin que el ojo humano sea capaz de discernir ninguna pérdida de calidad. Así en el ejemplo de cámara de 5 Megapíxeles, una tarjeta de 64 MB permitiría almacenar únicamente 4 fotografías sin compresión, mientras que podría contener más de 50 imágenes con compresión de tipo .jpg.

2.7 SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

En el mercado existen muchos paquetes informáticos que permiten una vez obtenida la imagen digital procesarlas, pudiendo sobre ella manipular algunas variables como lo son: brillo, contraste, colores, nitidez, etc. Tales como: Corel Paint Shop Pro Photo X2, CorelDRAW Graphics Suite X4.

Al igual, existen otros programas de computación que permiten hacer análisis físicos y estadísticos sobre las imágenes digitales, tales como: conteo de partículas, funciones transformadas, selección de zonas, técnicas de falso color, histogramas, edición de textos sobre las imágenes, etc.

Este segundo tipo de programas son los indicados para tomar en consideración para este trabajo, ya que la finalidad es para el uso científico.

Normalmente las cámaras digitales diseñadas para ser usadas en microscopios proveen dichos programas, los cuales suelen incrementar considerablemente el costo del paquete. Por eso se propone en este trabajo la revisión de un programa de alta reputación y de uso libre.

2.7.1 IMAJE J

En particular se propone el uso del software IMAGE J 1.33u, creado por Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>. Se elige este programa debido a su naturaleza de software libre y la importancia de la institución que la crea y respalda. Un ejemplo de su visualización se muestra en la figura #2.3.

Image J es un programa de dominio publico, desarrollado en lenguaje Java, el cual puede ser utilizado directamente Online en la Internet o descargarse como un programa ejecutable en una computadora que posea instalado el software Java 1.4 o cualquier versión mas reciente.

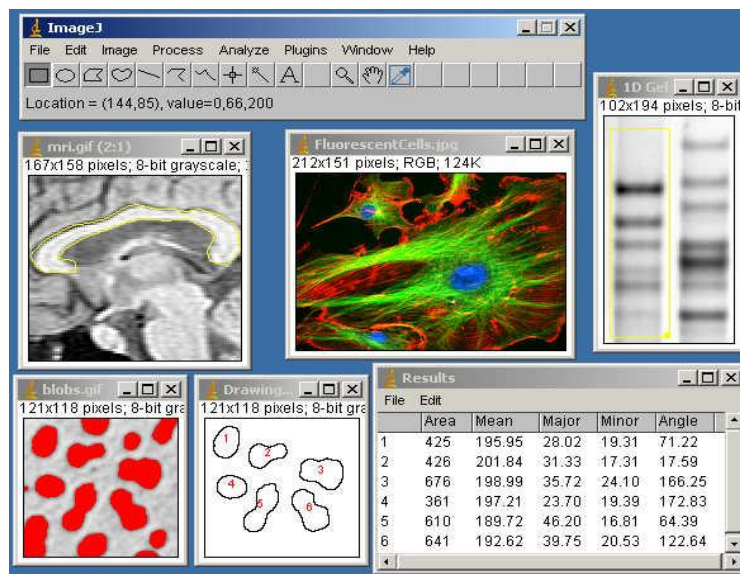


Figura 2.3. Ejemplo de visualización de Image J

Dentro de las virtudes de este software tiene que se puede: observar, editar, procesar, guardar e imprimir imágenes de 8bit, 16bit y 32bit. Además se pueden procesar imágenes de distintos formatos tales como: TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS. También es posible mantener múltiples archivos abiertos en paralelos haciendo diferentes operaciones a cada uno sin afectar a los demás, limitadas solo por la memoria virtual de la computadora.

Es posible calcular áreas, y números de píxeles para una selección definida por el usuario. Se pueden medir distancias y ángulos, se puede construir histogramas de densidad, como también manipular funciones básicas como: contraste, formas, suavidad, textura, detección de bordes, etc.

Con este programa también se pueden hacer algunas transformaciones geométricas sobre las imágenes tales como: escalas, rotaciones, efecto espejo, voltearlas. La ampliación y disminución máximas permitidas están entre 31:1 y 1:32 respectivamente.

Al final del de este trabajo se anexa el manual extenso del software.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO:

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo está enmarcado en el ámbito de la investigación documental que según el manual de trabajos de grado, especialización. Maestría y doctorado de la Universidad Pedagógica Libertador (2003) “se entiende por investigación documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”, la investigación documental fue usada por haberse procedido a la revisión de los manuales de los equipos existentes, así como procedimientos de uso y costos de mantenimiento. Además se revisaron las características técnicas a través de los catálogos de mercado, costos de compra y mantenimiento y versatilidad de los equipos.

Además esta investigación tiene características de proyecto factible que según el manual del Área de Estudio de Postgrado de la Universidad Fermín Toro (2001) “la modalidad de proyecto factible consiste en la elaboración de y desarrollo de una propuesta, de un modelo operativo viable para solucionar problemas requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales. Comprende un diagnóstico, procedimientos metodológicos, actividades y recursos necesarios para su ejecución, análisis y conclusiones sobre la viabilidad; pudiendo llegar hasta las conclusiones sin ejecutarlo”

3.2. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Las diferentes etapas de esta investigación conllevo a diferentes de formas de recolección de los datos. La etapa documental, se baso en la revisión de documentos y entrevistas no estructuradas (Hernández R, 1986) al personal del CIADANA encargados del uso del microscopio y de investigadores que recientemente hayan trabajado con el equipo en cuestión. Mientras que en la etapa de proyecto factible los datos se recolectaron eligiendo en el mercado los equipos necesarios que se ajusten a la propuesta a presentar.

3.3 MATERIALES:

Los materiales para esta propuesta se dividen en dos partes, los existentes y los propuestos.

Dentro de los existentes se encuentran:

- Microscopios Zeiss MC63A. (figura#1.1)
- Cámara 35mm (47 6072-9901). (figura#1.2)
- Rollos de películas fotográficas, 35mm, blanco y negro.
- Cuarto oscuro de revelado fotográfico, equipado.
- Agentes químicos para el proceso de revelado fotográfico.
- Papel fotográfico.

Por otra parte, los materiales propuestos se mencionarán en la sección de **PROPUESTA.**

CAPITULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS:

Las entrevistas fueron hechas por separado a dos personas dentro del centro de investigación, quienes son los únicos autorizados para manejar los equipos, y otra a un miembro del grupo de Tecnologías de Información y Comunicación de la Facultad de Ciencias de la Salud, sede Carabobo, de la Universidad de Carabobo. Las preguntas fueron dirigidas a conocer las características del procedimiento de obtención de imágenes en el microscopio óptico y algún aspecto administrativo del centro, como también conocer unos primeros resultados sobre la experiencia de trabajos similares al desarrollado aquí. El orden de las preguntas se hizo en relación a las respuestas que se obtenían de la anterior.

Estas entrevistas comprenden la parte del diagnostico del estado actual del microscopio, como también la búsqueda de las necesidades del personal del centro.

4.1.1: ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA AL ESTUDIANTES DEL 5TO AÑO DE BIOANÁLISIS, EN EL DESARROLLO DE SU TRABAJO DE GRADO:

1. ¿Cuál es el objetivo final del uso del microscopio en su trabajo, Qué material definitivo requieren ustedes del microscopio?

“Fotografía de las muestras que estamos estudiando”

2. ¿Conocen los parámetros para obtener las fotografías?

“Si, en principio el microscopio usa rollos fotográficos de 35mm, se monta en la cámara dispuesta, se toman las imágenes y se lleva el rollo al cuarto de revelado”

4. ¿Qué promedio de fotografías se pretender obtener?

“al menos unas 20 para de allí ir seleccionando las que finalmente presentaremos en el trabajo”

5. ¿Conocen cuanto tiempo demora obtener 20 fotos y cuanto dinero cuesta?

“realmente no con detalles, pero al menos más de un día y sobre los costos no tengo conocimiento”

6. ¿Qué piensan de la digitalización de las imágenes?

“Yo pienso que hay que definir lo que se desea estudiar, por que no todo se podría digitalizar, por ejemplo las imágenes del microscopio electrónico que deben ser en blanco y negro. Por otro lado, lo bueno de la digitalización es el tiempo que se invierte es mucho menor y el material que se usa es mucho menos, además que no hay casi pérdida y se puede obtener muchas más fotos por un bajo precio, en este trabajo para poder presentar las fotos debemos escanearlas para pegarlas, y en este proceso es posible que pierdan algo de calidad”

4.1.2: ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA AL PROFESOR OLIVAR CASTEJON:

1. ¿Cargo que ocupa?

“Coordinador General del CIADANA”

2. ¿Tiempo que tiene laborando en el centro?

“Desde su fundación, es decir, 24 años”

3. ¿Qué promedio de trabajos de investigación con el uso del microscopio se realizan en el laboratorio?

“Anualmente de 3 hasta 6, en promedio, algunas maestrías y hasta doctorales, aparte de los de pregrado”

4. ¿Cómo es el proceso administrativo para la adquisición de materiales para el proceso de revelado?

“Los reactivos necesarios se adquieren a través de un encargado de compras, tramitando los recursos ante la oficina la dirección de administración de la Facultad, ó si no algún interesado puede hacer la compra de los productos y luego la Universidad le reintegra el dinero invertido”

5. ¿Cuánto tiempo se invierte en obtener las imágenes finales y cuantos rollos promedios se procesan mensualmente?

“Como medio día, aproximadamente y se revelan unos 3 rollos mensualmente”

6. ¿Cuál es el procedimiento para obtener finalmente las fotografías del microscopio?

“Una vez que se tiene el rollo, y estando en las condiciones normales de iluminación en el cuarto de revelado:

- 1) Sacar el rollo y colocarlo en la cubeta de revelado.
- 2) Se sumerge en el producto revelador que se llama D-76®. Y allí permanece aproximadamente de 8 a 9 minutos. El producto revelador originalmente viene en polvo y previamente hay que tenerlo preparado, diluido en agua.
- 3) Luego, se pasa durante 10 minutos por agua, para luego fijar el rollo.
- 4) Para el proceso de fijación se sumerge el rollo en un producto llamado FIXE®, y allí permanece de 10 a 15 min.
- 5) Después se enjuaga por 10 minutos, se cuelga y se deja secar completamente. Por lo menos de dos a tres horas.
- 6) Se separan cada una de las imágenes del rollo.
- 7) Para positivar, se introduce en la ampliadora.
- 8) La luz que atraviesa el rollo proyecta una figura en el papel fotográfico.
- 9) Luego se aplica el mismo procedimiento de revelado del rollo, sobre el papel fotográfico, con la única diferencia que el producto revelador se varía por otro producto llamado DEKTOL®.”

7. ¿Qué piensa de la digitalización de las imágenes?

“Al principio por desconocimiento del proceso teníamos dudas sobre el resultado debido a la resolución, pero con el tiempo nos hemos dado cuenta que la informática y computación ya tiene resuelto este problema, tanto que ahora hasta podemos seguir resolviendo fotografías en nuestras casas por ejemplo si las llevamos con un pend driver. Esto naturalmente tendría que hacerse cambiando el sistema de adquisición de imágenes y nos ayudaría a mejorar nuestras condiciones de investigación y servicios.”

8. ¿Cómo le gustaría que el centro esté integrado y modernizado al mundo de las tecnologías de información y comunicación?

“Naturalmente, contando principalmente con un buen servicio de Internet de alta velocidad, con la cual podríamos compartir con colegas en todas partes del mundo para que nos ayuden a diagnosticar y evaluar nuestras imágenes. También nos gustaría cambiar nuestro actual salón de conferencias a un salón de teleconferencias, integrando el mundo académico y científico con nuestro laboratorio y centro. Sería interesante en pensar que un investigador de cualquier parte del país o del mundo no tenga necesariamente que venir a nuestro centro, si no que nos envía sus muestras a través de cualquier servicio de mensajería, nosotros aquí las procesamos, la fotografiamos y le enviamos por correo electrónico sus resultados”

4.1.3: ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA AL SEÑOR JAVIER SALAZAR:

1. ¿Cargo que ocupa?

“Técnico adscrito al grupo de Tecnologías de Información y Comunicación de la Facultad de Ciencias de la Salud, Sede Carabobo”

2. ¿Qué experiencia ha desarrollado en el ámbito de digitalización de imágenes?

“Como iniciativa del profesor Antonio Eblen, decano de la facultad, en el marco de sus conferencias e ideas de “Ciencia a Bajo costo”, nos asignó la tarea de adaptarle cámaras web y/o de seguridad a un microscopio óptico. La Tarea fue sencilla, en

resumen se trataba de desarmar una camarita de computadora, tomar un tubo de plástico y adaptársela a la lente del microscopio, todo con la intención de bajo costo”

4. ¿Qué resultado obtuvo?

“Allí viene el problema, resulta que el resultado depende de la necesidad, nos dimos cuenta que aunque muy barato y muy sencillo tenía sus limitaciones. La primera vez lo probamos aquí en nuestro laboratorio con un microscopio prestado y los resultados fueron buenos, por que la imagen la veíamos en un monitor de computadora de 17 pulgadas. Luego la segunda experiencia fue en un laboratorio de la Facultad de Odontología, y cuando esa gente vio ese dientote nos hicieron sentir reyes. Después fuimos a lo mismo a un laboratorio de microbiología, y se nos terminó la emoción. Lo que pasó fue que la resolución de la cámara no es suficiente para el tamaño de lo observado, claro en odontología funcionó por que los dientes son grandes, pero en micro no por qué las muestras son muy pequeñas. Los especialistas del laboratorio decían muchas palabras para concluir que se perdía información”

5. ¿A parte de la resolución de la cámara, que otro problema se observó?

“El segundo gran pero gran problema es el de la transferencia de la información a una computadora o a un monitor. Estas cámaras webs son de fácil uso desde un software en la computadora, y el tamaño promedio de las pantallas son de 17 pulgadas para abajo. La idea de pasar esas imágenes a una pantalla grande y proyectarla en un salón de clases también se derrumbó, y todo al mismo problema de la resolución. Las imágenes tomadas por las cámaras web son de un orden de 640 X 480 en el mejor de los casos, pasar esa pequeña imagen una pantalla muy grande significa verla en pequeño o deformada.

6. ¿Qué recomendación hace usted, para resolver estos problemas?

“Bueno, lo primero es que deje ser de bajo costo, que se haga una inversión ligeramente mayor, con una cámara de mejor resolución, fabricar artesanalmente las conexiones de una cámara digital estándar para acoplarla al microscopio y disponer de una vez la interconexión a un monitor grande para instalarlo en un salón de clases, allí engloba toda la idea de digitalización e información”

4.2 REVISIÓN Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MICROSCOPIO ÓPTICO ZEISS MC63A

Esta sección complementa la etapa documental del trabajo, como también la diagnosis y caracterización del microscopio.

- 1) Cámara.
- 2) Cuerpo del disparador automático del obturador de la cámara.
- 3) Lente binocular para enfocar la imagen sobre la cámara, con magnificaciones de 10X y 16X.
- 4) Lentes oculares. Provisto para movimientos anuales para posicionar según el observador. Y uno de los lentes esta equipado con una celda reticular que se posiciona sobre la imagen final.
- 5) Seleccionador de iluminación: pulsado significa 100% de luz para la observación y no pulsado significa 20 % de luz para observación y 80 % de luz para la fotografía.
- 6) Lupa accesorio para chequear el enfoque, el cual se usa montándolo sobre el ocular con retícula.
- 7) Control de exposición.

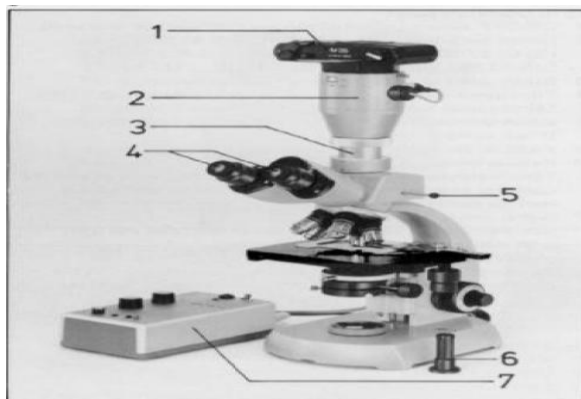


Figura 4.1. Partes del Microscopio Óptico MC-63A

En la figura 4.1, se muestra el microscopio en cuestión completamente armado, sin embargo para los fines del estudio que se realiza, se procede a mostrarlo desarmado en el orden de la figura 1.2. Entonces, desmontando el sistema de adquisición de imágenes y tomando unas medidas se obtuvo lo siguiente:

- 1) Solo desmontando la cámara y midiendo las diferentes dimensiones se obtuvo: 0,069mts para el cuerpo del obturador y 0,028mts para el obturador. Tal como se muestra en la figura 4.2.
- 2) Ahora, quitando el cuerpo del obturador, figura 1.2, se obtuvo que la medida de la lente (señalada con el numero 1) es justamente la misma medida del obturador, y el microscopio queda desmontado como lo muestra la figura 4.3.

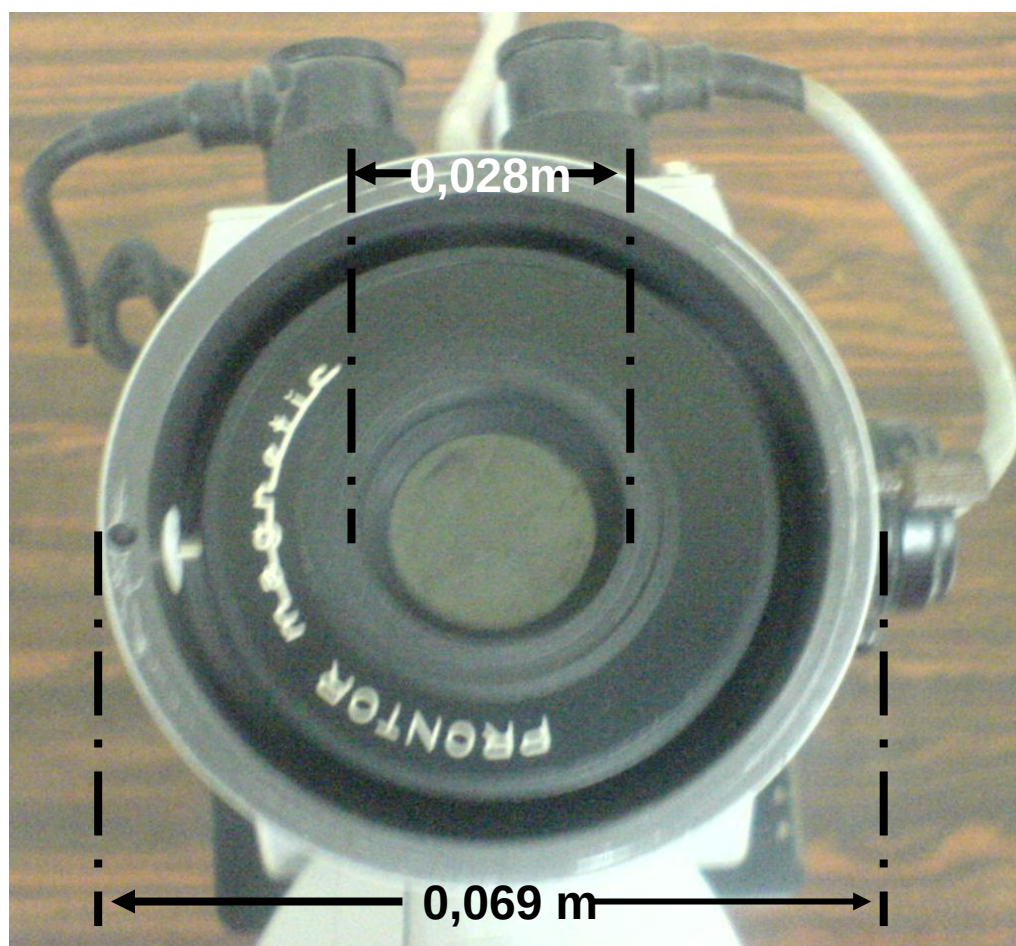


Figura 4.2. Vista aérea del microscopio, con la cámara desmontada y las medidas de las dimensiones.

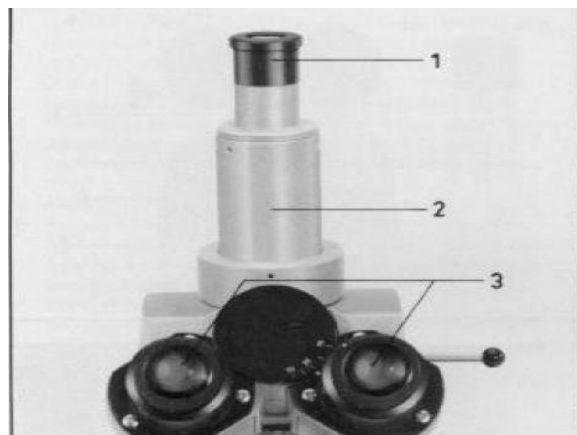


Figura 4.3. Vista frontal del microscopio con la cámara y el cuerpo del obturador desmontado

4.3 REVISIÓN Y ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES EXISTENTES:

Entre la lista de materiales existentes se encuentran los agentes químicos usados en el proceso de revelado, rollos y papel, a continuación se muestra una tabla de costos y características:

Tabla 4.1. Características de los materiales usados en el proceso de revelado

NOMBRE DEL PRODUCTO	COSTO (Bsf)	OBSERVACIÓN
Rollo	20	TMAX-100
D-76	50/ litro	Revelador
FIXE	32,15/litro	Fijador
Papel fotografía	220/resma de 100	

4.4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS CÁMARAS DIGITALES CONVENCIONALES DISPONIBLE EN EL MERCADO:

- Resolución de 10MP.
- Tamaños de fotos hasta 76cm x 102cm.
- Lentes ópticas esféricas de 3 aumentos, equivalentes a 35mm, 36-108mm).
- Zoom digital de 4 aumentos.
- Tecnología estabilizadora de imágenes.
- Tecnología ISO.
- Pantalla a color de alta resolución. De 64mm.
- Funciones de video: video VGA (640x480), con 30 marcos por segundos y audio.
Compresor de videos en formato MPEG-4.
- Memoria interna de 32 MB y memoria externa hasta de 2GB.

CAPITULO V

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS, FACTIBILIDAD Y PROPUESTA:

5.1 ANÁLISIS Y FACTIBILIDAD

Sin duda, los resultados que se deben estudiar primero son las entrevistas, de las cuales se puede hacer algunos cálculos que justifican la factibilidad de la futura propuesta, el flujo de material que se invierte anualmente en el centro para lograr el objetivo de obtener fotos con el microscopio:

Tabla 5.1. Resultado de las Encuestas

ELEMENTO	CÁLCULO	TOTAL
Numero de fotos x rollo	Máximo	12
Numero de rollos por mes	Máximo	3
Total de fotos x mes	12 x 3	36
Hojas de papel fotográfico	Para 36 fotos	14
Gastos total x mes	(3 rollos x 20Bsf) + (14 hojas x 2,2Bsf) + (50Bsf revelador) + (32,15 fijador)	172,95Bsf
Gastos Anual	172,95Bsf x 10 meses	1729,50Bsf

En la tabla 5.1, se muestra un análisis de costos en materiales usados durante el proceso actual de la obtención de las fotografías en el CIADANA. Estos costos son expresados en cuanto al mejor de los casos, es decir, en la encuesta se mencionó que en un mes de alto flujo de trabajo se revelan al menos 3

rollos. Como se puede observar esta por el orden de los 1729,50Bsf anualmente. Por otro lado, en dicha tabla no se introduce la inversión de tiempo, la cual se obtuvo en la entrevista que es de al menos medio día para un rollo.

Además, en la entrevista con el profesor Castejón, se obtuvo que el flujo de trabajos es de 3 a 6 investigaciones de IV y V nivel, sin sumar los trabajos de pregrado, esto indica la categoría del centro, como de alta producción intelectual.

También se consiguió con la buena voluntad y disposición de la gerencia para adaptarse a las nuevas tecnologías de información y comunicación.

En la entrevista con el Señor Salazar, se encontró que las experiencias han mostrado que ellos han logrado la conexión de microscopios típicos de laboratorios de enseñanza a cámaras digitales, sin embargo, es justo colocar la balanza de las necesidades, es decir, el dispositivo a adaptar dependerá del estudio y el fin que se será usado, dado que para el estudio de objetos relativamente grandes es suficiente una cámara de baja resolución lo cual traería como beneficio que el montaje sea de bajo costo, pero por otro lado, si el microscopio será usado para estudiar muestras muy pequeñas será necesario el uso de una cámara de mejor resolución. En el caso del CIADANA debido al nivel de estudios que se desarrollan será necesario el uso de cámaras de alta resolución.

Esto trae como consecuencia otras limitaciones, como: las web cam y las cámaras de seguridad que son de baja resolución traen el beneficio adicional que pueden ser manipuladas desde el computador, a diferencia de las cámaras de alta resolución que no se encontró en el mercado alguna con la misma características de manejo.

Los problemas que acarrearán esta limitación es que las imágenes pueden verse afectadas por el factor humano por ejemplo al tratar de tomar la fotografía se puede introducir algún movimiento involuntario, además de la localización de zonas y exploración de la muestra debe hacerse a través de las lentes oculares o a través de la pantalla de la cámara digital y no en monitor de la computadora, lo cual sería más cómodo.

Otra gran limitación es en cuanto al proceso de enseñanza, dado que si se desea que el microscopio este conectado a un monitor grande en un salón de clase para dictar un curso de telepatología, por ejemplo, deberá ser del tipo estática.

5.2. PROPUESTA:

Una vez diagnosticado el estado del microscopio óptico del CIADANA se plantea una propuesta para mejorar la calidad de trabajo y ahorro de tiempo y prestación de servicios del Centro. Para ello se enlista a continuación una serie de materiales necesarios:

MATERIALES PROPUESTOS:

- Cámara digital, de al menos 10 Mp, video y fotografías, con conexión USB.
- Computadora de escritorio con procesador de 1.8Ghz, 2Gb de memoria ram, 200Gb de disco duro, pantalla plana de 21 pulgadas. Puertos USB, puerto Ethernet. (disponible en el Centro)
- Impresora láser.
- Papel fotográfico.
- Conexión de fabricación artesanal de la cámara al microscopio.

Tabla 5.2. Características de los materiales propuestos

NOMBRE DEL PRODUCTO	COSTO (Bsf)	OBSERVACIÓN
Cámara digital	1000*	Costo promedio
Computadora	3000*	Costo promedio
Impresora láser	1200*	Costo promedio
Papel fotografía	220/resma de 100	

*El costo promedio se refiere a la variación en el mercado

Como se observa en la tabla 5.1, en promedio el costo general de la propuesta sería de 2200 Bsf. ya que la computadora está disponible en el Centro y el papel de fotografías es inventario habitual. Es supremamente importante establecer que este

costo es único a diferencia del procedimiento tradicional que requiere de 1421,5 Bsf. según la tabla 5.1 (exceptuando las hojas de papel fotográfico). Analizado los costos en un lapso de 5 años, como se muestra en el grafico 5.1, se tiene que el gasto en el caso digital durante el primer año es ligeramente superior al método tradicional, sin embargo a partir del segundo año existe un cambio sustancial donde ahora el método digital es de costo cero (0 Bsf) y así se mantiene en los años subsiguientes mientras va aumentando progresivamente el gasto en el caso tradicional.

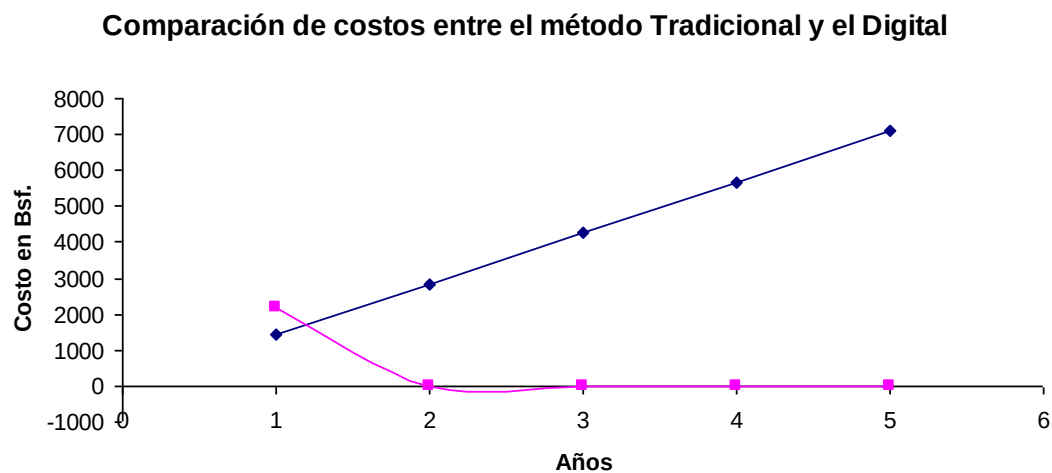


Grafico. Comparación de costos

El recurso más importante y el cual no se dispone es la conexión entre una cámara digital y el microscopio. En la figura 5.1 se muestra una vista aérea del dispositivo propuesto para el soporte y en la figura 5.2 se muestra una vista frontal de la conexión. Aquí se propone que este dispositivo de conexión se fabrique de manera artesanal en material de plástico o aluminio buscando que sea muy liviano, con las dimensiones estándares de una cámara digital típica las cuales son 9,5cm de ancho, 6,2cm de alto y 2,7cm de grosor. La base de soporte puede ser doble con carriles extendibles para diferentes tamaños de cámaras. Debe tener un orificio de al menos

3,5cm en la parte superior para que se puedan desplegar las lentes de zoom óptico de la cámara cuando sea necesario y reducido en la parte inferior hasta 2,68cm para que empalme con la lente señalada en la imagen 4.3 la cual enfoca la imagen a fotografiar. Como accesorio extra se puede pensar en montar un disparador mecánico de la cámara de forma de no tocar directamente al momento de tomar la fotografía y no introducir vibraciones.

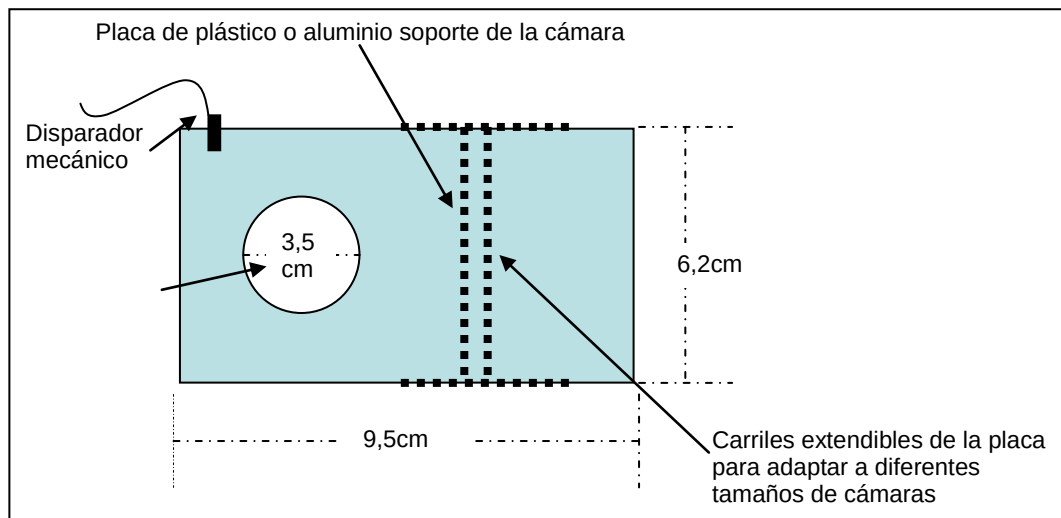


Figura 5.1. Soporte extensible para diferentes tamaños de cámara

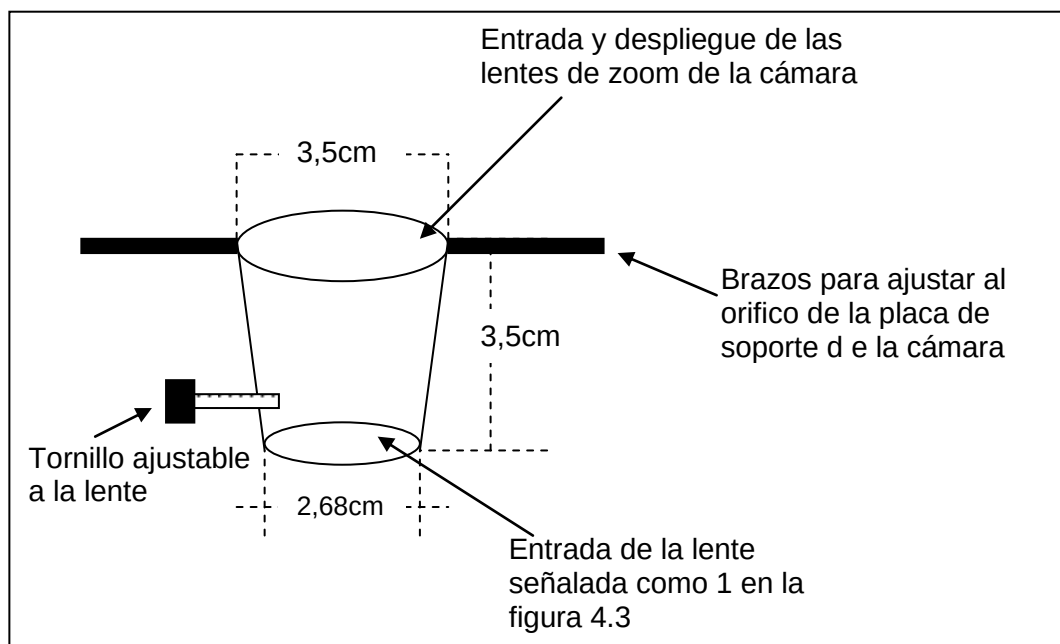


Figura 5.2. Vista frontal del cono conector

CONCLUSIONES

- En la comparación de los métodos tradicional y digital se observó que económicamente se justifica la implementación del sistema digital.
- la inversión de tiempo, la cual se obtuvo a través de la entrevista fue que en el método tradicional es de al menos medio día para un rollo, mientras que en el método digital es instantáneo.
- El sistema que se propone permite una gama de posibilidades y flexibilidades antes los diferentes escenarios de usuarios.
- Las características del sistema propuesto se ajustan a las necesidades de los investigadores en función del nivel de investigación que se genera en el centro

RECOMENDACIONES

- Solicitar financiamiento ante los diferentes organismos competentes para la implementación de la propuesta.
- Evaluar el rendimiento de la propuesta.
- Una vez evaluado como caso puntual, extender la propuesta a los diferentes laboratorios académicos y de investigación de la sede Aragua de la facultad de ciencias de la Salud.
- Extender la propuesta al caso del microscopio electrónico de barrido disponible en el CIADANA.

BIBLIOGRAFIA

Alfaro L, García Rojo M, Puras Gil AM.(2001) *Manual de Telepatología*. Pamplona: SEAP. Disponible en: <http://www.seap.es/telepatologia/>.

Alfaro L.(2003) *Cámaras digitales y transferencia de Imágenes al ordenador*, Revista Española de Patología; Vol 36, n.º 2: 119-130

Belanger AJ, Lopes AE, Sinard JH.(2000) *Implementation of a practical digital imaging system for routine gross photography in an autopsy environment*. Arch Pathol Lab Med 2000; 124: 160-165.

Delgado, J. (2002). *Apuntes de Fotogrametría Digital*. Publicaciones de la Universidad de Jaén.

Ferreira R, Moon B, Humphries J, Sussman A, Saltz J, Miller R, Demarzo A.(1997) *The Virtual Microscope*. Proc AMIA Annu Fall Symp; 449-53.

Gonzalez RC, Woods RE.(1992) *Digital image processing*. Reading, MA:Addison-Wesley Co., Inc; 47.

Linder J. (1990) *Overview of digital imaging in pathology. The fifth wave*. Am J Clin Pathol; 94: S30-4.

Manual de usuario *ImageJ 1.33u*, Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>.

Manual de usuario Microscopio ZEISS MC36A, archivos del Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial del Núcleo Aragua, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo.

Reglamento del Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial del Núcleo Aragua (CIADANA) de la Facultad de Ciencias de la Salud Universidad de Carabobo, 1984

Pérez, e. Montilla, g. Villegas h. (2003). *Experiencia de Telemedicina en el Instituto Docente de Urología*. Acta Científica Venezolana V.54 N.1 Caracas, Venezuela.

Rudas, M. (2002). *La Telemedicina y sus Aplicaciones en altas prestaciones*. Disponible en: <http://www.telemedicinaysusaplicacionesdealtasprestaciones.html>.

Serway R, *Física para Ciencias e Ingeniería*, Thomson Paraninfo, s.a., México 2006.

Vila, JF. Balducci, F. (2003). *Control de Microscopios Electrónicos por medio de un Computador Personal*. <http://www.bioingenieria.edu.ar/grupos/microscopia/Investig.html>.

ANEXOS