



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ECATEPEC

“EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO
DIGITAL DE IMÁGENES”

T E S I S

Para obtener el título de:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN

Presenta
C. ANA CRISTINA NIETO FLORES

Asesor:
Dr. en C.C. ISMAEL DÍAZ RANGEL

Revisores:
Dr. en C. RODOLFO ZOLÁ GARCÍA LOZANO
Dra. en Psic. MARÍA DEL CONSUELO ESCOTO PONCE DE LEÓN



ECATEPEC DE MORELOS, ESTADO DE MÉXICO

JUNIO 2018



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El (la) que suscribe **C. NIETO FLORES ANA CRISTINA** Autor del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de **TESIS** con el título "**EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES**" por medio de la presente con fundamento en lo dispuesto en los artículos 5, 18, 24, 25, 27, 30, 32 y 148 de la Ley Federal de Derechos de Autor, así como los artículos 35 y 36 fracción II de la Ley de la Universidad Autónoma del Estado de México; manifiesto mi autoría y originalidad de la obra mencionada que se presentó en el Centro Universitario UAEM Ecatepec para ser evaluada con el fin de obtener el Título Profesional de **LICENCIATURA EN INGENIERIA EN COMPUTACIÓN**.

Así mismo expreso mi conformidad de ceder los derechos de reproducción, difusión y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Universidad Autónoma del Estado de México; se podrá realizar a nivel nacional e internacional, de manera parcial o total a través de cualquier medio de información que sea susceptible para ello, en una o varias ocasiones, así como en cualquier soporte documental, todo ello siempre y cuando sus fines sean académicos, humanísticos, tecnológicos, históricos, artísticos, sociales, científicos u otra manifestación de la cultura.

Entendiendo que dicha cesión no genera obligación alguna para la Universidad Autónoma del Estado de México y que podrá o no ejercer los derechos cedidos.

Por lo que el autor da su consentimiento para la publicación de su trabajo escrito de evaluación profesional.

- a) Texto completo
- b) Por capítulo
- c) Solamente portada y tabla de contenido

Se firma presente en la ciudad de Ecatepec de Morelos, Estado de México, a los 04 días del mes de Junio 2018.

NIETO FLORES ANA CRISTINA



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Ecatepec

Ecatepec de Morelos, Estado de México a 2 de Mayo de 2018
ASUNTO: VOTO APROBATORIO DE ASESOR

L. EN I.A. ADRIANA MORALES LICONA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN DEL
CENTRO UNIVERSITARIO U.A.E.M ECATEPEC
P R E S E N T E

Por este conducto me permito informarle que la pasante C. **ANA CRISTINA NIETO FLORES** con el número de cuenta **1226309** de la Licenciatura en **INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**, ha concluido el desarrollo de su **TESIS**, con el título:

"EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES"

Manifiesto que el borrador del trabajo escrito reúne las características necesarias para ser revisado por la Comisión especial nombrada para tal efecto.

ASESOR: DR. en C.C. ISMAEL DÍAZ RANGEL
NO. DE CÉDULA PROFESIONAL: 9677477

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"



Por una Formación Integral
2018 - 2020



Av. José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec, Estado de México
C.P. 55020 Tels. 57.87.36.26 Fax: 57.87.35.10
www.uaemex.mx/CUEcatepec

CUE



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



**Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Ecatepec**

Ecatepec de Morelos, Estado de México a 21 de Mayo de 2018
ASUNTO: VOTO APROBATORIO DE REVISORES

**L. EN I.A. ADRIANA MORALES LICONA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN DEL
CENTRO UNIVERSITARIO U.A.E.M ECATEPEC
P R E S E N T E**

Nos es grato comunicarle que el trabajo de Tesis titulado:

"EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES"

Que para obtener el título de: **Ingeniero en Computación**.

Presenta la pasante: **C. ANA CRISTINA NIETO FLORES**.

Con el número de cuenta: **1226309**.

Cumple con los requisitos teóricos-metodológicos suficientes para ser aprobada, pudiendo continuar con los trámites correspondientes para su impresión.

DR. EN C. RODOLFO ZOLÁ GARCÍA LOZANO

NO. DE CÉDULA PROFESIONAL: 08708033

DRA. MARÍA DEL CONSUELO ESCOTO
PONCE DE LEÓN
NO. DE CÉDULA PROFESIONAL: 5806602

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"



Av. José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec, Estado de México
C.P. 55020 Tels. 57.87.36.26 Fax: 57.87.35.10
www.uaemex.mx/CUEcatepec

CUE



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Ecatepec

Ecatepec de Morelos, Estado de México a 4 de Junio 2018
ASUNTO: IMPRESIÓN DE TRABAJO ESCRITO

C. NIETO FLORES ANA CRISTINA
PASANTE DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN
DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ECATEPEC
P R E S E N T E

Por este medio le comunico a usted que al haber cubierto los trámites correspondientes al desarrollo del trabajo escrito bajo la modalidad **TESIS** con el fin de obtener el Título Profesional, se le aprueba la **IMPRESIÓN DE SU TRABAJO** con el título:

"EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES"

Con el objetivo de establecer la fecha de Evaluación Profesional, le recuerdo que la presentación final del trabajo escrito es de su completa responsabilidad.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"

L. en I.A. ADRIANA MORALES LICONA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE TITULACIÓN DEL
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ECATEPEC



Por una Formación Integral
2018 - 2020



CENTRO UNIVERSITARIO U.A.E.M.
ECATEPEC
TITULACIÓN



CUE

Av. José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec, Estado de México
C.P. 55020 Tels. 57.87.36.26 Fax: 57.87.35.10
www.uaemex.mx/CUEcatepec



AGRADECIMIENTOS:

A mis padres Florencia Flores Fierro y Marcelo Nieto Flores que se han esforzado mucho por sacarme adelante y hacer de mí una persona con profesión. Los amo y admiro mucho, gracias por acompañarme en cada paso que doy. A mis hermanos Jorge y Emma que con su ejemplo me motivaron a salir adelante.

A mi asesor, el Doctor Ismael Díaz Rangel, quien se volvió un ejemplo a seguir. Le agradezco cada momento dedicado a mi formación académica y personal, es un increíble ser humano y sin duda alguna un excelente profesor.

A mi revisor el Doctor Rodolfo Zolá García Lozano, no hay palabras para el profundo agradecimiento que siento hacia usted y su gran motivación por sacar adelante la educación de sus alumnos. Gracias por hacernos trabajar y buscar lo mejor en cada uno de nosotros.

A todos esos profesores que formaron parte de mi formación académica, simplemente gracias, mi cariño y admiración para todos ustedes.

A esos amigos que siempre estuvieron apoyándome, durante y después de la carrera, gracias por acompañarme en cada momento.



I. ÍNDICE

CAPÍTULO 1. Introducción	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos particulares	2
1.3 Justificación/motivación	2
1.4 Descripción del capitulado.....	3
CAPÍTULO 2. Introducción a la teoría de la luz y la óptica.....	4
2.1 ¿Qué es la luz?.....	4
2.2 EL Ojo humano.....	7
2.3 Introducción a la óptica	8
2.3.1 Óptica geométrica y ondulatoria.....	8
2.3.2 Propagación rectilínea.....	9
2.3.3 Refracción	10
2.3.4 Reflexión	11
2.4 Espectro.....	13
2.5 Teoría del color.....	14
CAPÍTULO 3. Cámaras analógicas.....	17
3.1 Concepto de imagen.....	17
3.2 Imagen o fotografía analógica	17
3.3 Cámara analógica.....	19
3.4 Componentes de la cámara analógica.....	24
3.4.1 Objetivo	25
3.4.2 Diafragma.....	28
3.4.3 Obturador	29
3.4.4 Película fotosensible	31
3.4.5 Espejo	32
3.5 Tipos de cámaras analógicas.	32
3.5.1 Ojo de pez.....	33
3.5.2 Gran angular	33
3.5.3 Objetivo zoom	33



3.5.4 Teleobjetivo	34
3.5.5 Todo terreno.....	34
3.5.6 Macro	35
3.5.7 El clásico 50mm	36
3.5.8 Objetivos descentrables	36
CAPÍTULO 4. Cámaras digitales.....	38
4.1 Tipos de cámaras digitales	39
4.1.1 Cámaras compactas	39
4.1.2 Cámaras bridge.....	40
4.1.3 Cámara réflex DSLR	40
4.1.4 Cámara EVIL (CSC).....	41
4.2 Componentes de una cámara digital	42
4.2.1 Lentes	42
4.2.2 Objetivo	43
4.2.3 Diafragma.....	43
4.2.4 Obturador	44
4.2.5 Sensor	44
4.2.6 Tipos de sensores	45
4.2.7 Pantalla y visor	46
4.2.8 Botón de disparo	47
4.2.9 Tarjeta de almacenamiento	47
4.2.10 Batería.....	48
4.2.11 Flash fotográfico o destellador	49
4.2.12 Dial o botón de funciones	50
4.3 Formatos de imágenes	51
4.3.1 Formato TIFF	51
4.3.2 Formato JPG o JPEG.....	51
4.3.3 Formato PNG	52
4.3.4 Formato BMP	52
4.3.5 Formato GIF	53
4.4 Componentes de una imagen.....	53
4.4.1 Píxel	54



4.4.2 Vóxel	55
4.4.3 Resolución	55
4.4.4 Relación de aspecto.....	55
Capítulo 5. Técnicas de procesamiento digital de imagen.	56
5.1 Histograma	56
5.2 Cambio de niveles de iluminación	57
5.3 Conversión Escala de Grises.....	57
5.4 Binarización	58
5.5 Negativo.....	59
5.6 Contraste	60
5.7 Brillo.....	61
5.8 Saturación.....	62
5.9 Ruido	63
5.10 Identificación de bordes	65
5.11 CMYK	65
5.12 HSI.....	66
5.13 YIQ.....	68
5.14 Técnicas Lógicas	69
5.14.1 AND.....	69
5.14.2 OR.....	70
5.14.3 XOR	71
Capítulo 6. Interfaz gráfica de usuario.....	73
6.1 Diseño de la Interfaz principal (Menú)	73
6.1.1 Programación interfaz menú	79
6.1.2 Imagen de fondo	79
6.1.3 Programación de botones	80
6.1.4 Botón Técnicas Básicas	80
6.1.5 Botón Técnicas Lógicas	81
6.1.6 Botón Cerrar.....	82
6.2 Diseño Interfaz Técnicas Básicas	82
6.2.1 Programación Interfaz Técnicas Básicas	83
6.2.2 Programación Imagen de fondo	85



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

6.2.3 Programación Botón Abrir	85
6.2.4 Programación Botón Atrás	86
6.2.5 Programación Botón Cerrar	86
6.2.6 Programación Pop-up menu	87
6.2.7 Aviso	88
6.3 Diseño interfaz Técnicas Lógicas	117
6.3.1 Programación Interfaz Técnicas Lógicas	118
6.3.2 Imagen de fondo	118
6.3.3 Botones abrir A y B	119
6.3.4 Botón AND	123
6.3.5 Botón OR	124
6.3.6 Botón XOR	125
6.3.7 Botón Atrás	126
6.3.8 Botón Cerrar.....	126
Conclusiones.....	127
Referencias	128
Referencias de imágenes.....	132
ANEXOS	139



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La creación de imágenes vienen de 1000 a.C. Éstas podían ser simples dibujos, paisajes o retratos en forma de pintura. Sin embargo, a lo largo de la historia, científicos e inventores como Alhazen, Aristóteles, Roger Bacon y Leonardo Da Vinci, entre algunos otros, continuaron investigando la formación de la imagen visual del ojo humano. Así mismo el estudio de la luz y su influencia sobre la percepción óptica por medio de la cámara oscura.

El estudio de la luz y su comportamiento en algunas superficies, comprueba que se generan diversos fenómenos ópticos útiles para la creación de la fotografía. Con el tiempo, por medio de algunos materiales como placas de cobre y yoduro de plata, se podían plasmar imágenes conocidas como fotografías. A las cuales pronto se les implementarían técnicas para mejorar la calidad de una imagen e incluso agregar color. Esta se ha convertido en un antecesor de lo que hoy en día es una imagen digital. Parte del tratamiento de una imagen es la modificación por medio de programación, de pequeños elementos que la componen llamados pixeles. Habiendo así, dos hechos: la originalidad de la imagen cuando es tomada por primera vez, y luego el resultado de compresión, optimización, filtrado y otros procesos que forman parte del tratamiento digital.

En años recientes, el procesamiento digital de imágenes ha adquirido un papel importante en las tecnologías de la información, así como en cómputo. Actualmente, es la base de una creciente variedad de aplicaciones que incluyen análisis y diagnósticos médicos, percepción remota, exploración espacial, visión por computadora, reconocimiento de patrones, visión robótica/artificial, mejora de imágenes, filtros, animación, etc. Como resultado directo de la reducción en el precio de las computadoras, y la creciente evolución y creación de técnicas de procesamiento digital de imágenes. Hoy en día se efectúa en computadoras personales e incluso en teléfonos inteligentes.

Existe una gran diversidad de aplicaciones que se pueden usar para el procesamiento de imágenes y técnicas de análisis, lo que convierte al procesamiento de imágenes en un tópico muy interesante de estudio.

El presente trabajo proporciona una introducción a la teoría de la luz y los principios ópticos. Los cuales fueron las bases para la creación de los primeros dispositivos analógicos (cámaras) capaces de capturar imágenes. También se comentan los principios de funcionamiento de las cámaras fotográficas analógicas y digitales. Así como los conceptos de imagen digital y algunas de las técnicas fundamentales de procesamiento. Por último, se propone el diseño y programación de una interfaz gráfica que permitirá aplicar diversas técnicas de tratamiento digital a imágenes en los formatos más comunes de hoy día.



1.1 Objetivo general

Proporcionar un panorama de la evolución y aplicaciones del tratamiento digital de imágenes, partiendo desde sus orígenes analógicos, los conceptos teóricos y técnicas fundamentales, así como el desarrollo de un programa para el tratamiento básico de imágenes.

1.2 Objetivos particulares

- Estudiar la teoría de la luz.
- Conocer los principios fundamentales de la óptica.
- Comprender el concepto de imagen y su creación en medios analógicos.
- Revisar los componentes y el funcionamiento de las cámaras analógicas.
- Describir los conceptos teóricos de las imágenes digitales.
- Identificar los componentes y operación de las cámaras digitales.
- Exponer las técnicas fundamentales del tratamiento digital de imágenes y áreas de aplicación.
- Desarrollar un programa con interfaz gráfica de usuario para el tratamiento digital básico de imágenes.

1.3 Justificación/motivación

El procesamiento digital de imágenes además de realizar una manipulación para la mejora de la imagen o simples filtros de entretenimiento, toma un papel importante en áreas de investigación como lo son: medicina, edición y diseño (procesamiento de mejora de una imagen, reducción e incorporación de ruido) y diversos procesos industriales entre otras.

Este trabajo tiene como fin, instruir a cualquier persona interesada en el procesamiento digital y estudio de imágenes, partiendo desde conceptos de luz y óptica. Continuando con tipos y funcionamiento de transductores (cámaras analógicas y digitales), y la presentación de técnicas fundamentales. Finalizando con el desarrollo de un programa computacional para tratamiento básico de imágenes.

Además de brindar bases sólidas de información en la que se muestra la evolución de los medios de captura de imágenes desde su origen hasta la actualidad, y se menciona la importancia que ha generado el tratamiento de imágenes.

Este trabajo también sirve como complemento de los cursos de Procesamiento Digital de Señales, ya que gran parte de la información propuesta no forma parte del contenido temático del curso; sin embargo, es de gran importancia su conocimiento para mejorar la asimilación de temas.



1.4 Descripción del capitulado.

Capítulo 2

Se habla del concepto de la luz y de los fenómenos ópticos como lo son: la propagación, refracción, reflexión. Así mismo el surgimiento de lo que se conoce como espectro electromagnético y la creación de variación de colores primarios y secundarios llamado teoría del color.

Capítulo 3

En este capítulo se expone la evolución de la cámara oscura creada por Leonardo Da Vinci, hasta la creación de la cámara analógica, además de mostrar los elementos que la componen y el funcionamiento para capturar una fotografía que en la actualidad puede ser una imagen digital o fotografía.

Capítulo 4

Se mencionan los tipos de cámaras digitales conforme los elementos que la componen, como: lentes y/o sensores, sus características y usos. Además de los tipos de formato en los que éstas pueden guardarlos según el dispositivo o tarjeta de almacenamiento y la composición de una imagen digital.

Capítulo 5

Este capítulo está dedicado a las técnicas fundamentales que se aplican en el procesamiento digital. Así mismo se explican los usos y efectos de modificación que generan en la imagen original.

Capítulo 6

Se presenta el desarrollo de una interfaz gráfica completamente modificable en cuanto a diseño, que contará con un menú de botones programados para realizar efectos conforme las técnicas de procesamiento digital sobre diversos tipos de imágenes seleccionadas por el usuario.



CAPÍTULO 2. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE LA LUZ Y LA ÓPTICA

2.1 ¿Qué es la luz?

La luz está formada por partículas elementales desprovistas de masa denominadas fotones. Se llama luz visible a la parte de la radiación electromagnética, que puede ser percibida por el ojo humano. También es considerada como parte del campo de las radiaciones conocido como espectro electromagnético. Mientras que la expresión luz visible señala específicamente la radiación en el espectro.

Esto quiere decir, que la luz es una forma de energía radiante que permite percibir las formas, el volumen y el color de los objetos. Una de las características de la luz es la refracción que influye en la visión de una imagen. Ya que dependiendo del ángulo en que se encuentre la luz, la perspectiva que detecta el ojo humano cambia.

Hacia la mitad del siglo XVII, Huygens expone la teoría ondulatoria de la luz. Según la cual esta es consecuencia de la vibración de una sustancia imponderable (el éter), extendida por todas partes. En 1670 demostró que las leyes de la reflexión y refracción podían explicarse basándose en esta teoría. No obstante, la teoría no fue admitida de momento, debido a que no podía explicar la existencia de sombras perfectamente recortadas, es decir: la propagación rectilínea de la luz (las ondas ordinarias se desvían en torno a los obstáculos), prevaleciendo la teoría corpuscular. Sin embargo, a principios del siglo XIX, Young y Fresnel demostraron la naturaleza ondulatoria transversal de la luz, las experiencias sobre interferencias y difracción [1].

Cuando existe una interferencia en ondas transversales luminosas, se considera como polarización. Es un conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan en una dirección y sus vectores eléctricos están orientados al azar, de tal modo que las direcciones de vibración son independientes al tiempo.

El ojo humano observa campos eléctricos que van de arriba hacia abajo, como se muestra en la figura 2.1, estos pueden tener diferentes tamaños. La luz polarizada es aquella cuyo campo eléctrico oscila en una sola dirección que puede ser vertical, horizontal, diagonal, entre otros.

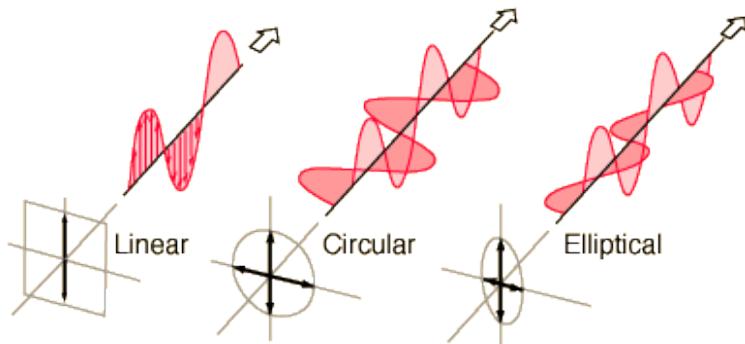


Figura 2.1 Tipos de ondas en la luz polarizada

La polarización es un fenómeno de gran interés en la óptica, ya que, por medio de la superposición de ondas, se pueden obtener diferentes trayectorias (ondas) de luz polarizada. Por medio de la descomposición de una vibración compleja, es posible tener cambios muy rápidos que pueden impedir la distinción del estado de polarización resultante, por lo tanto, se puede observar luz natural, como se muestra en la Figura 2.2.

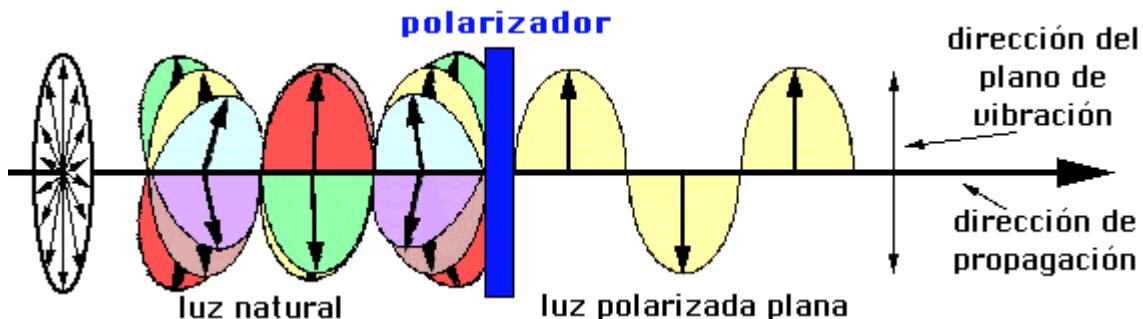


Figura 2.2 Modelo de luz polarizada

La luz natural, es procedente del sol, relámpagos, fuego, estrellas entre otros medios luminiscentes provenientes de la naturaleza y la luz no polarizada proviene de lámparas incandescentes. Las vibraciones de ambas se propagan en cualquier momento y en cualquier dirección del espacio, ya que posee infinitas direcciones de vibración y el eje en el que viaja coincide con la trayectoria del rayo como se muestra en la Figura 2.3.

Tanto la luz natural como la luz no polarizada se propagan en todas direcciones, la diferencia entre estas es de donde proviene cada una. Por ejemplo: la luz artificial puede permanecer siempre constante, a menos que se requiera modificar la intensidad que hay en una lámpara. Mientras que la luz natural varía dependiendo del tiempo, según van avanzando las horas del día, cambiando así la intensidad, la temperatura de color y su ángulo de incidencia en el objeto.

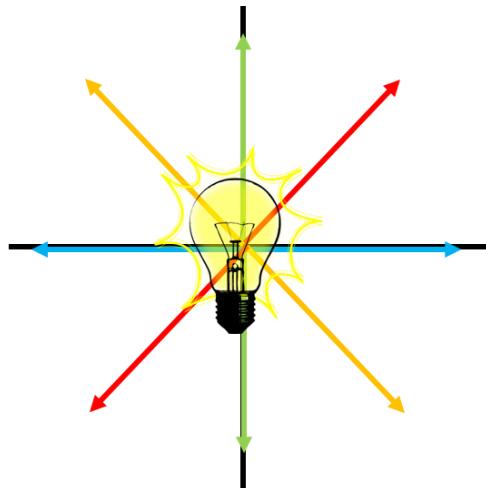


Figura 2.3 Propagación de Luz Natural y/o Artificial

Existen diferentes tipos de luz natural, como ya fue antes mencionado estas provienen de factores meramente naturales, pero cada tipo de luz cuenta con diversas características o usos. La luz blanda es un tipo de luz que crea un efecto difusor por medio de las nubes y varía dependiendo el clima, normalmente se percibe en días nublados, pues ésta es apenas capaz de producir sombras consiguiendo así tonos suaves y difuminados. A diferencia de la luz blanda, la luz dura crea efectos dramáticos en una imagen, ya que la intensidad de la luz es muy alta. Cabe mencionar que este tipo de luz se percibe en días despejados gracias al sol, pero con el transcurso de las horas del día se pueden observar efectos naturales conocidos como horas mágicas en donde dependiendo de la posición del sol se pueden visualizar efectos dorados o azules para capturar una imagen. Así mismo se encuentra la luz artificial, que es creada por el ser humano como lámparas, velas, entre otros, en donde la luz puede ser continua o instantánea. Ésta última es dada por los flashes que son los elementos de luz artificial más utilizados en fotografía.

Cuando se habla de la luz, también se puede referir a luminosidad, iluminación, tonalidad o matiz. En el que cada una cuenta con diversas características, por ejemplo: La iluminación se refiere un conjunto de técnicas, materiales y efectos utilizados para iluminar una escena o sujeto; consiste en dirigir y rebotar la luz a un objeto. La luz resulta fundamental en la fotografía, ya que sin ésta no es posible plasmar una imagen. Mientras que la tonalidad o matiz se refiere a la calidad de color de la luz, estas pueden ser: blancas, amarillas, cálidas, suaves o frías. Y la luminosidad se refiere a la cantidad de luz que incide en una superficie u objeto, determinando así la claridad u oscuridad que ésta posea.

La luz blanca es en realidad una mezcla de longitudes de onda. Cuando hay luz blanca y esta pasa a través de un prisma, se descompone en longitudes de onda o colores que la integran, formando un espectro. La ciencia encargada del análisis de los espectros se llama espectroscopia.



En 1657 el francés Pierre de Fermat (1601-1665), enuncia su principio de mínimo, según el cual, la luz al trasladarse entre dos puntos A y B, siempre sigue aquella trayectoria en la que emplea el tiempo más corto. Con él se explican las leyes de la reflexión, refracción y propagación rectilínea.

2.2 EL Ojo humano

El ojo humano (Figura 2.4) es el órgano que nos permite percibir la luz, está compuesto por:

- Esclerótica
- Córnea
- Pupila
- Cristalino
- Iris
- Cuerpo ciliar
- Coroides
- Retina
 - Conos
 - Bastones
- Nervio óptico

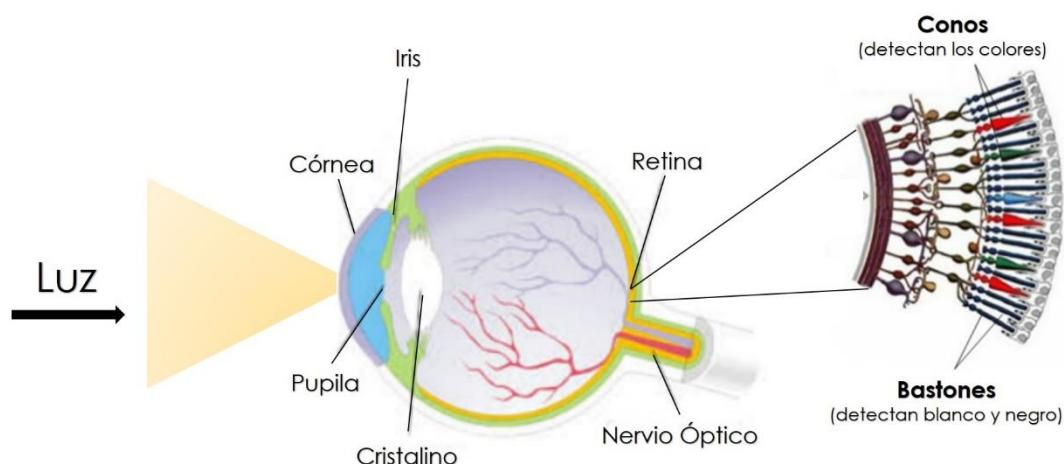


Figura 2.4 Anatomía del ojo humano

Por medio de los conos y bastones, el ojo humano es capaz de percibir los colores y la ausencia o luminosidad de ellos.

Los conos son de 7 a 8 millones de células fotosensibles que se encuentran en la retina. Estos permiten la visión cromática, es decir que reconoce los colores primarios RGB y los cambios de los colores pigmento, así como la variación de tonos e intensidad de la luz. Mientras que los bastones son células que como los conos se encuentran en toda la retina, a excepción de la macula y pupila. El ojo humano posee aproximadamente un



número entre 120 a 130 millones de estos fotorreceptores, células que perciben la luz (color blanco) y la ausencia de esta (color negro).

A medida que el ojo humano percibe la luz es capaz de detectar un color y su descomposición de manera natural o por medio de luz artificial. Según la naturaleza de los rayos luminosos varía el modo en que son reflejados y es por lo que existen aproximadamente 16, 581, 375 tonalidades diferentes derivadas de las combinaciones de colores primarios y secundarios.

“El color blanco de algunos cuerpos es debido a la reflexión de todos los rayos del espectro visible. En la descomposición de la luz blanca se ven los siete colores espectrales: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta. El color negro, resulta ser la ausencia de toda impresión luminosa, está en oposición al color blanco” [2].

El color presenta tres dimensiones distintas, tono, valor y luz. El tono, también llamado tinte o matiz, es su propia cualidad de color. El valor, es el grado de luminosidad del color entre los términos de luz y oscuridad. La intensidad o saturación; es el grado de pureza del color que una superficie puede reflejar [3].

2.3 Introducción a la óptica

La óptica es la rama de la física que estudia el comportamiento de la luz, sus características y sus manifestaciones. “La óptica, al estudiar los cuerpos luminosos, considera los mecanismos atómicos y moleculares que originan la luz.” [4]. El conocimiento de las leyes de la óptica permite comprender cómo y por qué se forman esas imágenes, estas leyes se dividen en dos tipos:

- Óptica geométrica.
- Óptica ondulatoria.

2.3.1 Óptica geométrica y ondulatoria

La óptica geométrica estudia los fenómenos que se producen cuando un haz de radiación luminosa incide sobre cuerpos transparentes u opacos, o interfiere con otras radiaciones luminosas. Esta teoría, de origen geométrico, presupone que la luz se propaga en línea recta en un medio homogéneo. Cuando el ojo humano observa un objeto es porque este está siendo iluminado por luz visible. Este puede detectar o percibir diversas cosas de diferentes maneras, tomando en cuenta que la luz es un factor influyente, así mismo como el ángulo en el que se encuentre.

La óptica paraxial es un caso particular de la óptica geométrica, también conocida como “óptica de primer orden”. Es la que estudia la formación de una imagen y funciones de un sistema de lentes o espejos que reciben la radiación de un objeto. Así mismo produce una imagen por medio de la aproximación de ángulos formando rayos de ejes horizontales. Esta aproximación consiste en considerar solo aquellos rayos que forman



ángulos pequeños con el eje óptico y mediante el uso de diafragmas se pueden limitar estos ángulos.

Existen varios métodos ópticos que permiten diversas técnicas de procesamiento de imágenes, una de ellas es el método de Fourier: método que se visualiza considerando un patrón de difracción. Este fenómeno produce desviaciones de los rayos de luz cuando pasan por un cuerpo opaco o por una abertura que cuenta con un diámetro menor o igual al de la longitud de onda. De esta manera los detalles pequeños se transforman en un mayor desplazamiento en un plano de la imagen como se muestra en la figura 2.5. En ella, el análisis de los efectos de interferencia señala la perturbación óptica en una onda de luz que se compone de vibraciones de la misma frecuencia (monocromática), esto es en realidad una función que tiende al ciclo completo del seno del tiempo.

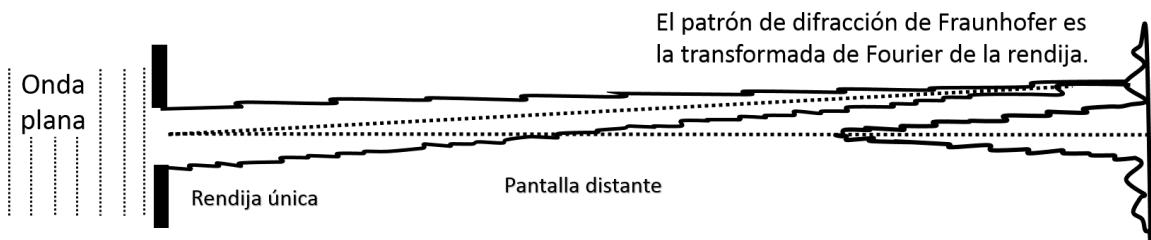


Figura 2.5 Óptica de Fourier

Ante los estudios de la óptica, las ondas luminosas consisten en una sucesión de pulsos muy cortos, que viajan con velocidades diferentes en medios distintos y son capaces de ser reflejados en la superficie de separación entre dos medios. Esta teoría mencionada por Albert Einstein explica que la luz está compuesta por pequeñas partículas de diferente energía lo que genera un color dependiendo de la frecuencia de radiación.

Mientras que la óptica ondulatoria se ocupa de dos fenómenos importantes que distinguen las ondas de las partículas como lo son: la interferencia y difracción. La interferencia es la combinación de superposiciones de dos o más ondas que se encuentran en un punto y, la difracción es la desviación de las ondas alrededor de aberturas u obstáculos. El estudio de la difracción está dividido en dos teorías. La primera la difracción de Fresnel: donde las ondas se encuentran sobre un obstáculo o abertura y su observación no es necesariamente una onda plana. La segunda conocida como "la difracción de Fraunhofer", en la que tanto la fuente como la pantalla se encuentran situadas a una distancia infinita del obstáculo, de modo que las ondas que inciden sobre el obstáculo o la pantalla son ondas planas.

2.3.2 Propagación rectilínea

La ley de la propagación rectilínea establece que en un medio homogéneo la luz se propaga según su trayectoria rectilínea y, la línea recta de propagación se denomina rayo luminoso. De esta manera se usan líneas rectas que representan las ondas luminosas y explican la existencia de sombras, penumbras y eclipses. Estos dependen de una fuente puntual; siendo una simple abstracción matemática, lo que quiere decir, que es un



proceso a través del cual se observan cualidades particulares de varios objetos para solamente visualizar uno o diversas características comunes. Mientras que una fuente luminosa real siempre tiene dimensiones finitas de manera que la transición entre la oscuridad completa y plena luz no está nítidamente definida. Por ejemplo: la penumbra, es aquella que obtiene luz de solo una parte de la fuente como se muestra en la figura 2.6.

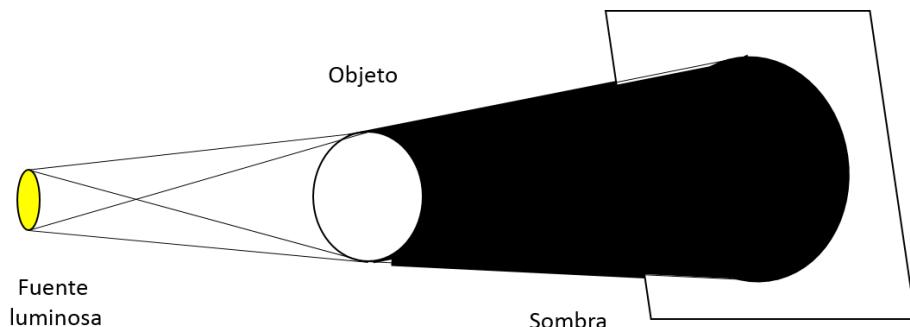


Figura 2.6 Penumbra

Entre otros efectos, la propagación rectilínea de la luz explica el funcionamiento de una cámara. Como se muestra en la figura 2.7, un objeto iluminado con intensidad y una pantalla blanca (o película fotográfica) se coloca una pantalla opaca con un pequeño orificio.

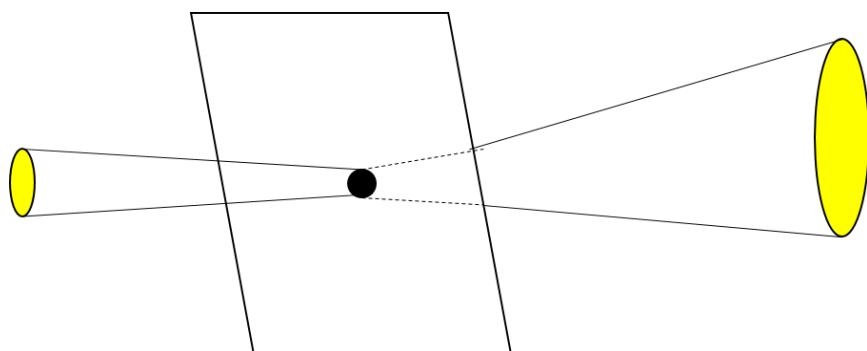


Figura 2.7 Cámara clara

2.3.3 Refracción

La refracción: Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro con distinta densidad óptica. Dicho fenómeno es más común en ondas electromagnéticas como la luz, ya que su cambio es más consecutivo.

La refracción cuenta con un fenómeno llamado ángulo de refracción, que es cuando la luz pasa de un medio a otro medio con mayor densidad óptica y la velocidad con la que viaja se reduce. Si el rayo penetra en dirección oblicua; es decir, en una posición media entre vertical y horizontal, de alguna manera la imagen ahora cuenta con una distorsión a simple vista.



Como se puede observar en la figura 2.8, el rayo original parte del punto A al F, pero al pasar por una densidad diferente se crea la refracción, lo que se puede observar es una ligera distorsión: Es decir que a simple vista el ojo humano percibe el rayo como si este fuera del punto A al punto B y su trayectoria se representa de manera oblicua, siendo así que MN representan la superficie del agua. La recta AO representa la trayectoria de un rayo de luz que viaja por el aire y llega al agua en O. Parte de la luz se refleja siguiendo la trayectoria OE; la luz que penetra en el agua en lugar de continuar por OF, se tuerce siguiendo la dirección por OB, el rayo incidente AO forma un ángulo AOC con la normal (ángulo de incidencia). El rayo refractado OB forma el ángulo DOB con la normal.

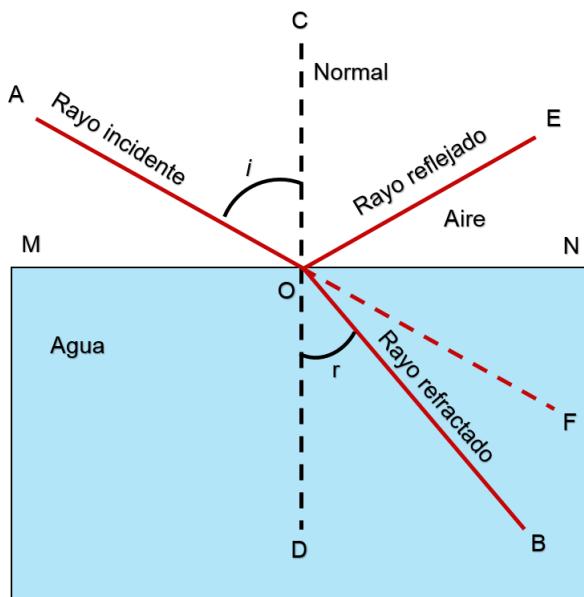


Figura 2.8 Refracción de la luz

El índice de la refracción depende de las propiedades de una sustancia u objeto, ya que puede ser en la dirección del eje óptico, en las direcciones perpendiculares o un eje simétrico respecto a un punto. En un cristal el índice de refracción depende de la orientación del vector eléctrico, no necesariamente de la dirección en la que se propaga la onda.

2.3.4 Reflexión

La reflexión: Es el cambio de dirección en que los rayos de luz inciden sobre la superficie de un medio distinto, por ejemplo: un vidrio, cristal o espejo.

Se rige por dos principios o leyes de la reflexión como se muestra en la Figura 2.9:

- El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.
- El ángulo del rayo incidente i y el de reflexión r son iguales.

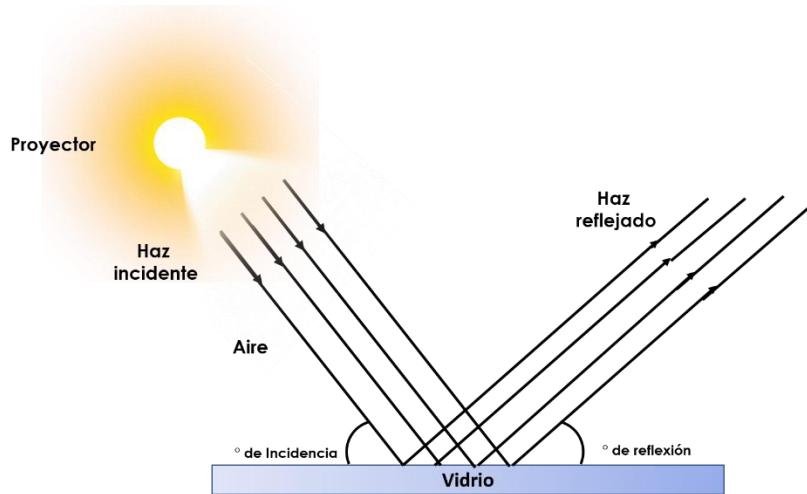


Figura 2.9 Leyes de reflexión

Se dice que una imagen es leíble si se puede regresar a su posición original mediante la rotación.

Toda reflexión de la luz en una superficie produce una reversión, una inversión o una reflexión geométrica de la imagen.

Existen dos tipos de reflexión: total y total interna, en donde la reflexión total interna: es un fenómeno que se obtiene por medio de un prisma o espejos planos, que cuando cambian la dirección de los rayos luminosos no produce dispersión cromática. Esto se debe a que el ángulo interno de incidencia es mayor que el ángulo crítico, de una manera aproximada a los 41° para el vidrio Crown. Sin embargo, la reflexión total, se obtiene con ángulos menores que el ángulo crítico, se recubre la superficie con un metal tales como plata o aluminio.

Por medio de prismas o espejos, además de cambiar la dirección de la luz, se pueden efectuar las siguientes transformaciones básicas sobre una imagen:

- Una inversión, que es una reflexión geométrica sobre un plano horizontal. Esta transformación pasa la letra **R** a **↙**.
- Una reversión, que es una reflexión geométrica sobre un plano vertical. Una reversión pasa la letra **R** a **↘**.
- Una reflexión geométrica sobre un plano inclinado en ángulo. Esta transformada pasa la letra **R** a **↖**
- Una rotación, pasa de la letra **R** a **↗** [5].

En la tabla 2.1 se muestran las transformaciones mencionadas y como la imagen es percibida.



Tabla 2.1 Transformación de imagen

Transformaciones aplicadas a una imagen (R)	Percepción de Imagen
Inversión	↙
Reversión	⤤
Rotación 90°	⤥
Rotación 45°	⤦
Reflexión a 45	⤨

2.4 Espectro

El espectro de luz es un conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas ordenadas por frecuencia o longitud de onda. Este posee diversas características y efectos que puede percibir el ojo humano llamado también luz visible.

Isaac Newton menciona por primera vez la palabra espectro en el año 1671, en la que explica el suceso que observó cuando un haz de luz incidiendo sobre un prisma triangular de vidrio. Por una parte se reflejaba y por otro lado pasaba a través del vidrio mostrando bandas de colores como se muestra en la figura 2.10. Su hipótesis era que la luz estaba hecha por partículas de diversos colores y que la diferencia en los colores era debido a la diferencia de velocidades de cada uno de ellos. De tal modo que, en un medio transparente, la luz roja era más veloz que la luz violeta. El resultado es que la luz roja se refractaba menos que la luz violeta cuando pasaba a través del prisma, creando el espectro de colores.



Figura 2.10 Prisma de Newton

Algunos estudios realizados revelaron que el ojo humano es sensible a radiaciones electromagnéticas con longitudes de onda comprendidas entre los 390nm (violeta) y los



750nm (rojo). Un claro ejemplo: son los arcoíris [6]. Los colores detectados son: rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta, como se muestra en la figura 2.11.

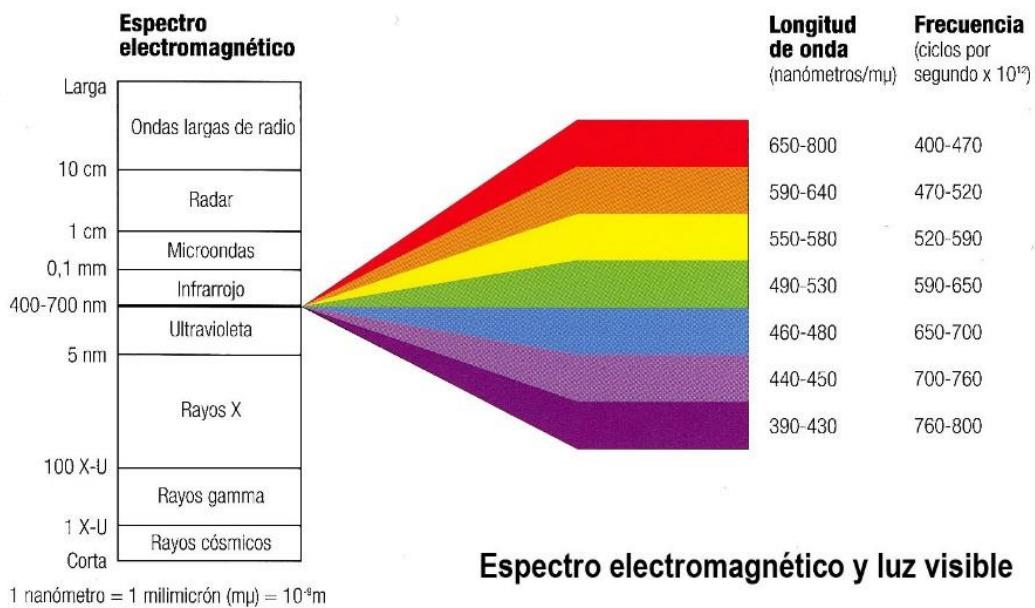


Figura 2.11 Medición de frecuencia y longitud de onda del espectro electromagnético.

El espectro cuenta con diversas radiaciones electromagnéticas que varían dependiendo de su longitud de onda. Aquella radiación que sea inferior a la luz visible se nombra rayos ultravioletas y aquellos que son aún más inferiores a la longitud de onda de los rayos ultravioleta se conocen como rayos X y rayos Gamma. Por otro lado se encuentran los rayos infrarrojos, que son aquellos que una longitud de onda ligeramente superior que la luz visible.

La longitud de onda se relaciona con la frecuencia óptica o también conocida como óptica geométrica que estudia los cambios de dirección que experimentan los rayos de luz en la reflexión y refracción. Por medio de dicho estudio se puede conocer el tamaño de la imagen, posición, formación y efecto que una imagen puede poseer.

Gracias a la investigación del espectro, es como nació la teoría del color. En la que diversos científicos como Isaac Newton, Roger Bacon, Johann Wolfgang Goethe, entre otros; estudiaron dicho espectro y velocidad en las que se puede detectar o percibir un color y la existencia de colores primarios y secundarios.

2.5 Teoría del color

El color es una experiencia visual que el cerebro interpreta mediante las radiaciones electromagnéticas que reflejan los objetos y que percibe el ojo humano, como se muestra en la figura 2.12.

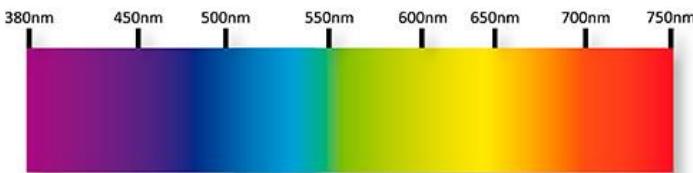


Figura 2.12 Espectro visible por el ojo humano

De esta manera existen diferentes tonalidades, ya que la luz posee variadas propiedades como el tono, brillo y saturación, que cambian y hacen único a cada color, es por lo que existen dos clasificaciones de colores:

- Colores primarios:
 - Colores primarios luz (RGB).
 - Colores primarios pigmento (CMY).
 - Colores primarios tradicionales (RYB).
 - Colores primarios psicológicos. (RYGB).
- Colores complementarios o secundarios.

“Se denomina colores primarios a aquellos colores básicos que no se pueden producir a partir de la mezcla de otros y con los que es posible mezclar una mayor gama de tonos” [7]. Los colores primarios cuentan con subclasiﬁcaciones, de esta manera se explica que los colores primarios de luz son RGB (Red, Green and Blue), al mezclarse todos los tonos en su máxima intensidad el ojo humano percibe la intensidad de luz como el color blanco. Los colores pigmento mejor conocidos como CMY (Cyan, Magenta and Yellow) se denominan síntesis sustractiva porque a medida que se mezclan los colores primarios el color resultante pierde luminosidad. El caso de los colores luz (RGB) como se muestra en la figura 2.13, es justo lo contrario, a medida que se mezclan los colores primarios el color resultante es más luminoso, por eso se denominan síntesis aditiva [8].

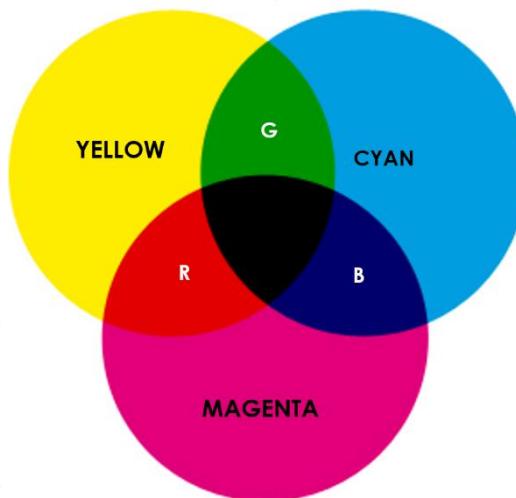


Figura 2.13 Colores primarios



Los colores complementarios, secundarios o también conocidos como colores aditivos son: rojo, amarillo y azul, referido como el modelo RYB (Red, Yellow and Blue). Estos colores son aquellos que se obtienen por medio de una mezcla entre dos colores primarios y a su vez el complemento del tercer color primario. Por ejemplo, en la figura 2.14, se puede observar la mezcla de dos colores primarios. Además de caracterizarse por tener colores primarios y secundarios distintos, los colores luz y pigmento se comportan de manera distinta cuando se mezclan.

$$\text{rojo} + \text{azul} = \text{morado}$$

$$\text{azul} + \text{amarillo} = \text{verde}$$

$$\text{rojo} + \text{amarillo} = \text{naranja}$$

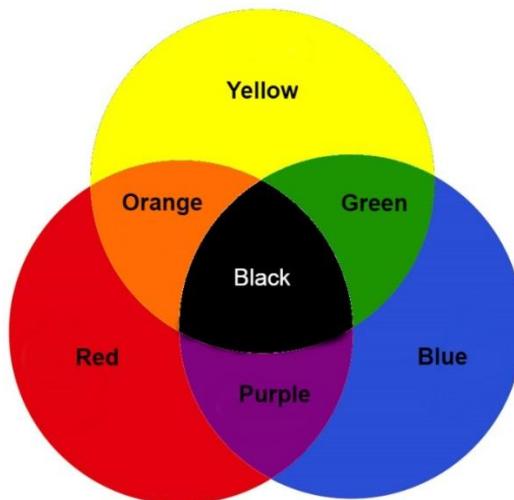


Figura 2.14 Colores secundarios

De esta manera, se crea una opacidad, que se conoce como ausencia de color que se percibe como color negro, en este caso los colores secundarios son morado, verde y naranja, actualmente algunas de las teorías del color se han considerado correctas y otras incorrectas, ya que algunas tonalidades no se han podido conseguir exactamente mediante la mezcla de dos colores primarios meramente puros, es decir, sin ningún factor de por medio y completamente natural.



CAPÍTULO 3. CÁMARAS ANALÓGICAS

3.1 Concepto de imagen

Una imagen es una representación visual de un elemento que es captado por el ojo humano o algún dispositivo de entrada. Por ejemplo: una cámara digital o un escáner, convirtiendo la perspectiva visual en una imagen digital. Ésta contiene una cantidad de pixeles de manera bidimensional, lo que quiere decir que también cuenta con una matriz numérica que normalmente es binaria o al menos es así en informática.

El afán por capturar los momentos en un soporte físico y que estos sean perdurables en el tiempo, hizo que la fotografía analógica surgiera y se desarrollaría hasta evolucionar en la fotografía, que se conoce hoy en día como imagen digital.

Las imágenes fotográficas fueron al principio comparadas con la escritura. “El nombre que Niépce dio al proceso mediante el cual la imagen se imprime en la placa era heliografía, escritura solar; Fox Talbot llamó a la cámara «el lápiz de la naturaleza»” [9].

Las imágenes o fotografías son instantes capturados como situaciones quietas, personas, paisajes o eventos para mantener memorias visuales de los mismos. El descubrimiento de las imágenes ha creado dos ciencias o artes, el cine y la fotografía. Gracias a la tecnología su evolución y calidad cada vez es mayor. Anteriormente las imágenes capturadas por cámaras analógicas poseían una baja calidad, además de no poder conservar el color que con la luz se puede percibir. Sin embargo, actualmente existen cámaras digitales con mayores y mejores características, que permiten capturar fotografías en formato digital e incluso imágenes en movimiento (vídeo/película) [10].

3.2 Imagen o fotografía analógica

La fotografía analógica es aquella donde el proceso es grabar imágenes fijas sobre una superficie de material sensible a la luz, ésta se basa en procedimientos físicos y químicos para la obtención y el procesado de las imágenes.

Cuando la luz del objeto o sujeto incide sobre la película, la luz se imprime sobre esta, lo que se obtiene es una imagen latente hasta ser revelada para que sea visible. El revelado del negativo de una fotografía que ha sido tomada por una cámara analógica conlleva el proceso químico de la película fotosensible de haluro de plata, de ahí las llamadas fotografías químicas, lo que sirve para que la imagen pueda ser impresa.

Se le conoce como negativo, a la imagen que se encuentra grabada en la película, ya que lo que se imprime en ella es el valor invertido de la luz con respecto a la imagen original. Como se observa en la figura 3.1, de lado izquierdo se encuentra la imagen en negativo y de lado derecho la imagen revelada [11].



Figura 3.1 Negativo de una fotografía / fotografía revelada.

Para ver la imagen tomada es necesario revelar la película donde se ha grabado esta captura, cabe mencionar que el proceso de revelado es un poco complicado si no se tiene la experiencia necesaria.

Proceso de revelado:

El primer paso será introducir el negativo en el tanque de revelado. La dificultad de este proceso reside en que se ha de realizar completamente a oscuras ya que el negativo estará "al aire" y cualquier luz, por pequeña que sea puede estropear la película. Para introducirlo se recomienda redondear la punta de este con una tijera.

Una vez que el negativo se encuentre dentro del tanque se podrá encender la luz. El primer líquido que entrará en contacto con la película será el agua para humedecer el negativo y ayudar a limpiarlo de impurezas como el polvo.

Tras su lavado, el primero de los químicos, el revelador. Para introducir los líquidos en el tanque se usa el embudo correspondiente ya que estos nunca deben mezclarse. Una característica importante del revelador es que debe mantenerse a una temperatura constante de 20°. Para ello se mide la temperatura del agua antes de diluir el revelador e introducirlo en el tanque. Es el momento de poner en marcha el cronómetro para controlar el tiempo en el que el revelador actuará uniformemente. Este tiempo es dado por el fabricante al igual que la disolución.

Como no todos los cristales de haluro de plata se han convertido en plata metálica al aplicarles el líquido revelado, se corre el riesgo de que se ennegrezcan al darles la luz. Por ello se deben disolver con un ácido que es uno de los componentes del líquido llamado Fijador: El fijador, al igual que el revelador, es un líquido delicado que se estropea con su uso.

Para poder aprovechar más el fijador se debe aplicar un baño de paro antes al negativo. Esto se debe a que el revelador es un líquido alcalino que al pasar a otro medio ácido como el fijador baja drásticamente el PH de este haciéndolo inútil con sólo un par de usos. Para evitar esto, se utiliza un baño de paro que tiene un componente ácido que amortigua el PH. Por lo tanto, el proceso, de momento, queda de la siguiente forma.



Primero se aplica el revelador, en los tiempos y cantidades indicado por el fabricante, tanto de la película como del líquido. Después un baño de paro y acto seguido el fijador.

Es indispensable tener un movimiento constante en el tanque de revelado para que el líquido circule y se aplique homogéneamente.

Una vez aplicados todos los químicos se lava el negativo. Para ello se necesita agua corriente entrando y saliendo del tanque de lavado al menos 30 minutos a 20° de temperatura. Finalmente, se aplica el líquido Humectante. Este líquido jabonoso provoca que el agua del lavado escurra de la película y no queden marcas en ella una vez que se cuelgue para secar.

Al terminar de humectar el negativo, se podrá abrir el tanque y colgarlo con sumo cuidado con una pinza puesta en su extremo final para que pese y no se enrolle. Es necesario que se deje secar en un sitio que no esté expuesto a la humedad ni al polvo [12]. En la figura 3.2 se ilustran los pasos del procesamiento de relevado.



Figura 3.2 Proceso de revelado de una imagen analógica

3.3 Cámara analógica

El origen de la fotografía analógica se basa en el conocimiento de las diversas propiedades de la luz, en los descubrimientos físicos y químicos que se han realizado durante décadas, con diversos estudios, la fotografía y sus técnicas. Así como la evolución de las cámaras, tanto en materiales, como en los usos que ahora pueden realizar [9].

En 1480 nace la cámara oscura ante el estudio que realizaba Leonardo da Vinci, quien, con una caja de madera de gran tamaño, como se muestra en la figura 3.3, cuyo lado delantero estaba cerrado por una lente. El artista dirigía esta caja hacia donde quería y copiaba la imagen fotografiada sobre una cartulina semitransparente, apoyándola en un cristal situado en la parte superior. En el siglo XVI la cámara oscura se perfeccionó gracias a la aportación de Giovanni Battista della Porta, que colocó una lente en el orificio, aumentando así la definición y nitidez de la imagen [11].

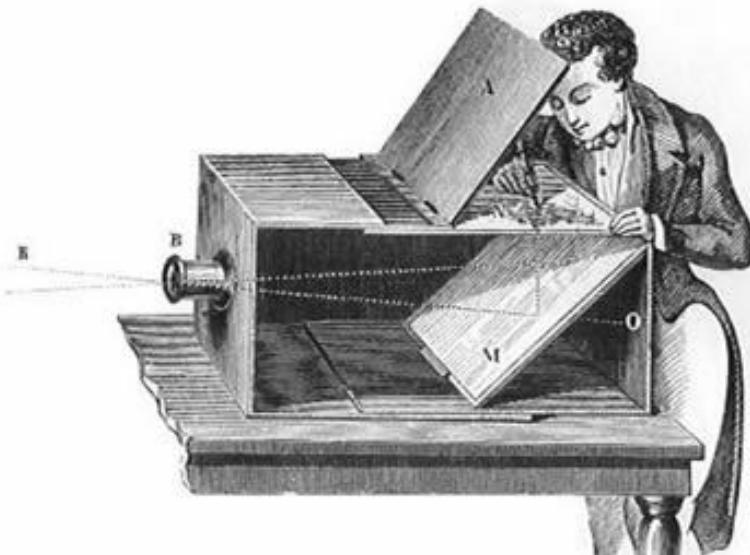


Figura 3.3 Cámara Oscura

Años más tarde en 1888 Kodak produce las primeras cámaras con película y servicio de procesado, lo que contribuyó a la expansión de la fotografía a más capas sociales, aunque cabe mencionar que la historia de la imagen es bastante amplia, la evolución de las cámaras hasta su actualidad ha permitido diversos usos de estas [11].

Siendo así una forma de capturar imágenes, paisajes o retratos, aunque su evolución fue más allá de ello, con el tiempo, las cámaras comenzaron a tener mejores y mayores características, como lo es la nitidez o claridad de una imagen. Por medio de la creación de daguerrotipo, que fue el primer proceso fotográfico aplicado por François Arago en la Academia de Ciencias de París el 19 de agosto de 1839. Mediante este proceso se obtiene una imagen en positivo a partir de una placa de cobre cubierta en yoduro de plata, mejorando la técnica de Joseph Nicéphore Niépce quien produjo la primera fotografía en 1826 utilizando sales de plata.

En las Figuras 3.4 (a) y (b) se pude apreciar la diferencia de ambas técnicas, en la figura 3.4 (a) se muestra la primera fotografía tomada por Niépce, mientras que en la figura 3.4 (b) se puede observar una fotografía tomada con daguerrotipo, viendo la diferencia de claridad que posee cada una.

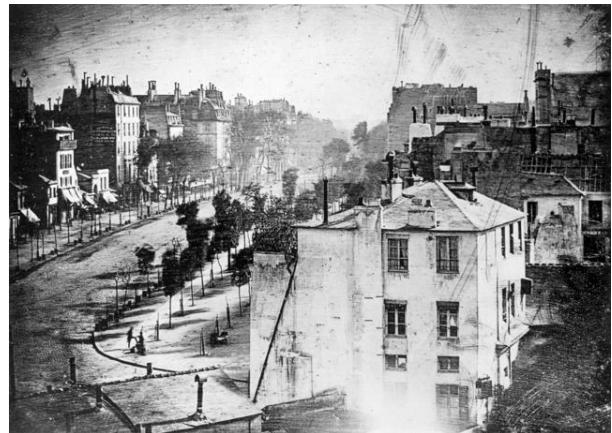


EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



(a)



(b)

Figura 3.4 Primeras técnicas de tratamiento de una imagen analógica.

Cincuenta años más tarde las imágenes podrían ser capturadas con colores similares a los que se ven en realidad. Durante el siglo XIX se realizaron diversos intentos de fotografía en color que no llegaron a tener éxito, ya que las imágenes no eran permanentes y se desvanecían fácilmente. Fue en 1861 que James Clerk Maxwell tomó la primera fotografía con color permanente como se observa en la figura 3.5, presentando un método de adición en el que demostró que por medio de la mezcla de luces de tres colores rojo, verde y azul (RGB) podía obtenerse cualquier color. La primera fotografía a color consta a partir de tres imágenes sucesivas con un lente de color diferente.



Figura 3.5 “Tartan Ribbon” Primera fotografía a color



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



1480 Cámara Obscura
creada por Leonardo Da Vinci



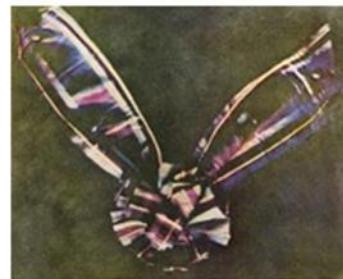
1826 Primera fotografía
realizada por Nicéphore Niépce
usando sales de plata.



1839 François Arago mejora
el proceso fotográfico de Niépce.



1861 Primera fotografía a
color realizada por James Clerk
Maxwell



1888 Kodak produce las
primeras cámaras con película





EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



1973 Se implementan sensores CCD en cámaras digitales.



1975 Año en que se registra la primera cámara digital desarrollada por la empresa Kodak, a cargo del ingeniero Steven J. Sasson



1988 Primera cámara fotográfica DS-1P de Fui, podía guardar de 5 a 10 imágenes en un archivo de computadora.



1995 Casio QV-10 Sale a la venta la primera cámara con pantalla LCD.



1996 Sale la Kodak DC-25 la primera cámara digital en utilizar tarjetas de memoria Compact Flash, de diferentes capacidades.



1997 Salen las primeras cámaras con resolución de un mega pixel.





1999 la cámara Nikon D1 fue una de las primeras SRL digitales que ofrecía mayor fidelidad al momento de capturar una imagen, y contaba con una resolución de 2.74 mega pixeles.



2003 Canon presentó la Digital Rebel también conocida como 300D, considerada una de las cámaras más vendidas de todos los tiempos



Actualidad Existen diversas marcas de cámaras con diferentes resoluciones. Además de poseer muchas características y, los usos que brindan, hoy en día se encuentran cámaras incluso en teléfonos inteligentes.



3.4 Componentes de la cámara analógica.

Para realizar una fotografía se mencionaron los parámetros básicos, que se logran con los componentes que tiene la cámara como se observa en la figura 3.6, estos son:

- Objetivo.
- Diafragma.
- Obturador.
- Película/elemento fotosensible.
- Espejo.

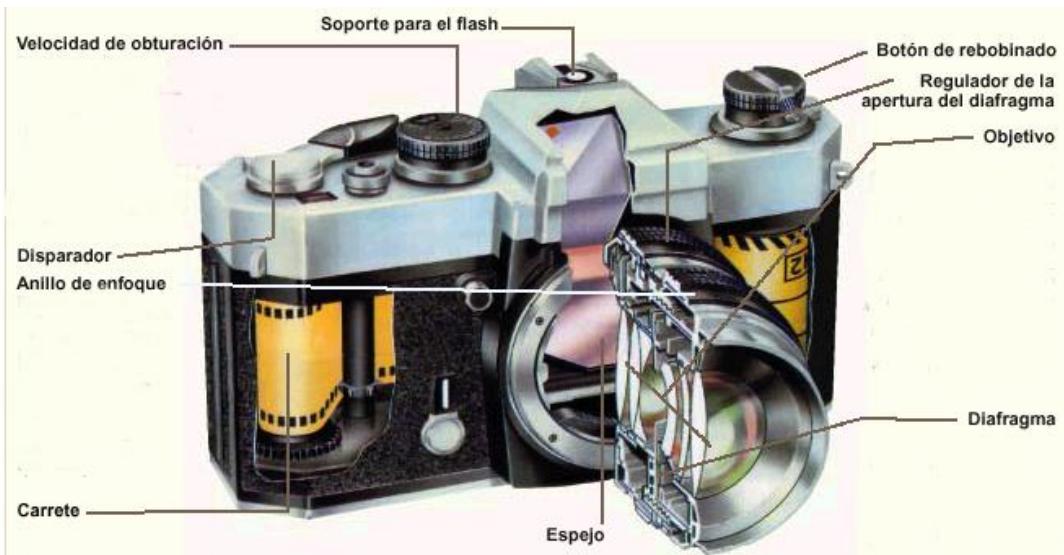


Figura 3.6 Partes de una cámara analógica (Réflex)

3.4.1 Objetivo

Es un dispositivo como se muestra en la figura 3.7, compuesto por un conjunto de lentes que conduce la luz al interior de la cámara y enfoca la imagen en la superficie fotosensible. Este componente es el que determina por cuánto tiempo entrará la luz en el cuerpo de la cámara y permitirá que la película sea expuesta. Otra característica es su distancia focal: que es la distancia en milímetros entre el plano focal y el centro óptico del lente cuando este se encuentra enfocado al infinito. Cuando una imagen está enfocada quiere decir que hace coincidir el foco con el sensor de la cámara para obtener una imagen nítida. Si este dispositivo se ajusta a una distancia focal de 50mm se consigue una visión muy parecida a la del ojo humano.



Figura 3.7 Objetivo de una cámara fotográfica



Los objetivos cuentan con diversas características, que se mencionan a continuación:

- Distancia mínima de enfoque: Es la distancia a partir de la cual se puede enfocar, si el enfoque es menor la imagen pierde calidad y su visión es borrosa. (efecto gaussiano)
- Apertura máxima de diafragma: Cada objetivo cuenta con diferentes aberturas de diafragma, la importancia de este es que cuando se abre al máximo captura más luz en una imagen.
- Distancia focal mínima y máxima: Se conoce como el grado de zoom o acercamiento que tiene. Un objetivo puede ser de focal fija o de focal variable (tipo zoom).
- Estabilizador de imagen: Es un sistema que reduce las vibraciones, evitando trepidación o mejor conocido como desenfoque, es decir facilita que las fotos no salgan movidas y ayuda a obtener fotos más nítidas. Puede ir integrado en el cuerpo de la cámara o en el objetivo, aunque hace que los objetivos sean claramente más costosos, pero más efectivo.
- Enfoque: “El sistema de autoenfoque varía en velocidad y precisión según la gama del objetivo. Los de alta gama tienen un autoenfoque mucho más rápido y permite enfocar en condiciones peores de luz. Este aspecto es especialmente importante para fotografías en las que hay mucho movimiento, como deportes. Otra diferencia es que algunos objetivos permiten enfocar manualmente sin tener que permutar de modo automático a modo manual” [13].
- Calidad de construcción: Permiten un uso más extremo ya que están más preparados para las inclemencias, como la lluvia, el polvo y los golpes.
- Nitidez, distorsión y aberraciones: Los objetivos deforman la imagen, aunque en ocasiones sea imperceptible. Esto se da por la forma de las lentes y por la precisión en su proceso de fabricación, lo que hace que las imágenes se distorsionen. Las desviaciones o imperfecciones de las imágenes reales de una imagen ideal predicha por la teoría simple, se denominan aberraciones. La suma es estos factores hace que un objetivo sea más o menos nítido y fiel a la realidad.

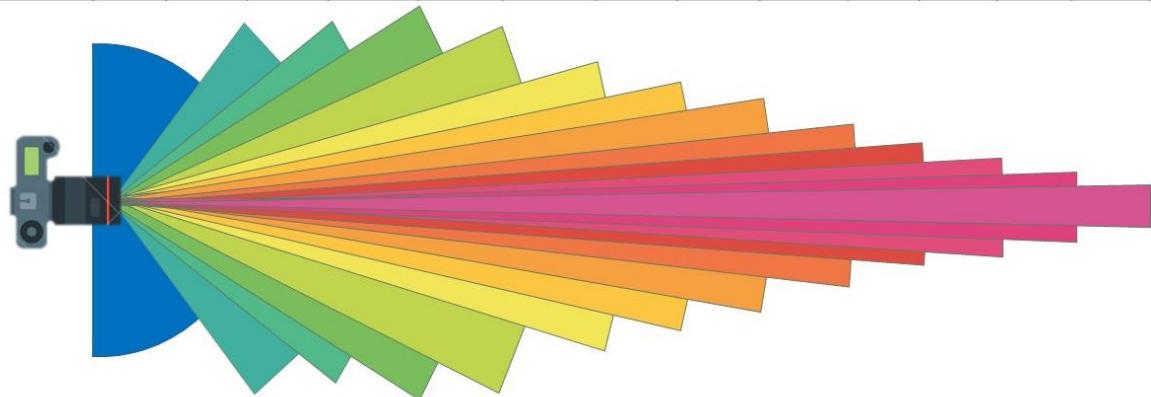
Es por lo que existen diferentes tipos de objetivos y de diversas marcas, lo mejor es seleccionar uno que cumpla con las características que estos poseen, como distancia focal y ángulo de visión, en la figura 3.8 se muestra un diagrama de objetivo, tipos, distancia focal y ángulo de visión.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

Angulo de Visión	180°	100°	74°	62°	46°	28° – 30°	23° – 20°	18°	12° – 20°	8° – 10°	6° – 10°	4° – 10°	3°
Distancia Focal	11mm	18mm	28mm	35mm	50mm	85mm	105mm	135mm	200mm	300mm	400mm	600mm	900mm



Tipo de objetivo	Ojo de pez	Gran Angular	Kit de Serie Estándar	Telezoom corto	Teleobjetivo	Súper Teleobjetivo
------------------	------------	--------------	-----------------------	----------------	--------------	--------------------

3.8 Tipos de objetivos y ángulos de visión.

La ventaja del cambio o tipos de objetivos es la posibilidad de incluir más o menos parte de una escena sin cambiar la cámara de sitio.

En la figura 3.9 se observa una imagen correspondiente a algunas de las distancias focales de los objetivos y el panorama que puede mostrar.

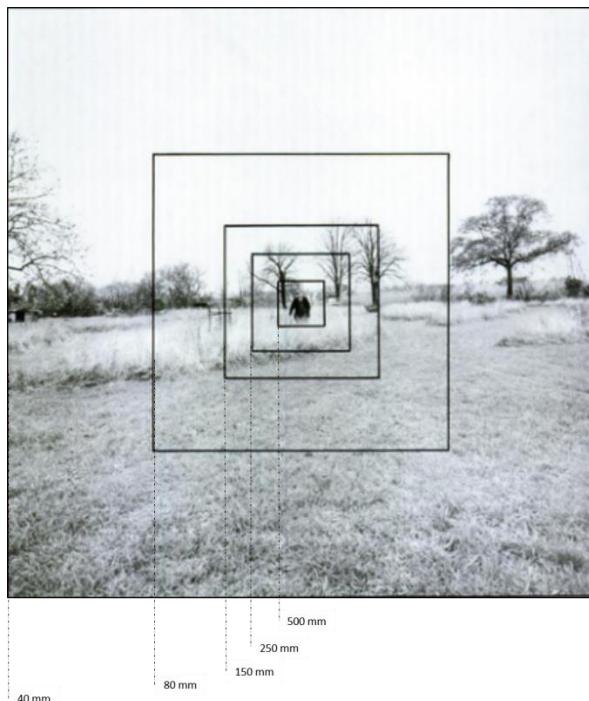


Figura 3.9 Distancias focales



El cambio de objetivo supone el de la perspectiva lineal de la imagen. El ojo estima la distancia con base en la disminución de tamaño de los objetos y al ángulo de convergencia de las líneas, del tipo de objetivo dependerá el que la imagen resulte con mucha o poca profundidad [14].

En muchas cámaras, el objetivo se desplaza hacia adelante para compensar este desplazamiento, lo que permite enfocar sobre la película objetos cercanos. Cuando más próximo esté el sujeto, más lejos de la película habrá de estar el objetivo.

La importancia de los objetivos es el uso o calidad que se desea, aunque también depende de la apertura que tiene el diafragma; este limita el rayo de luz que entra por el objetivo al momento de capturar una imagen. Es importante calcular la distancia focal y después enfocar al sujeto, de ser lo contrario la nitidez y claridad es baja.

3.4.2 Diafragma

La luminosidad y opacidad de una imagen depende de la abertura del diafragma, esta abertura puede ser variable, al igual que su velocidad.

Esta abertura llamada diafragma está formada por un conjunto de laminillas de solapan, determinando en su centro un orificio de diámetro variable que controla la cantidad de luz que pasa a través de esta. Las medidas de apertura se representan con la letra "f" y los valores suelen ser 1.8, 2.8 – 4 – 5.6 – 8 – 11 – 16 – 22 como se observa en la figura 3.10.



3.10 Aperturas de un diafragma



Para un mayor grado de calidad y nitidez la apertura recomendada es entre f8 y f11, siendo un valor intermedio, que permite una visión muy similar a la del ojo humano. Cuando el diámetro del círculo se duplica, el área del mismo se cuadriplica y deja pasar cuatro veces más la luz. El control de cambio de estas escalas depende del giro si es derecha o izquierda, lo que determina si es el doble o la mitad de la apertura.

Se debe tomar en cuenta el lugar o sujeto que se fotografía, pues de ello depende el tipo de abertura que este dispositivo tendrá. Si el espacio es oscuro, lo recomendable es emplear una abertura grande o máxima para que entre la mayor cantidad de luz, dependiendo del resultado que se desee. Por lo contrario, si el espacio está muy iluminado se reduce la abertura para poder controlar la luminosidad que puede adquirir la fotografía.

Para capturar una imagen de calidad es importante tomar en cuenta: el enfoque, el diafragma y el obturador. Donde el enfoque cumple la función de lograr una resolución nítida (clara). Mientras que el diafragma y el obturador afectan una imagen de dos formas diferentes. La primera: es el tiempo, modificación e intensidad de luz que pasa hasta alcanzar la película. La segunda es la modificación de profundidad de campo dependiendo de la apertura del diafragma o la distancia del sujeto. Además de que la velocidad de obturación afecta a la imagen cuando la cámara o el sujeto se mueven.

3.4.3 Obturador

Es el elemento que controla la velocidad y cantidad de luz en que la película se expone. Al momento de capturar una imagen, las laminillas del obturador se encuentran en movimiento. La primera expone la película y la segunda la oculta, este movimiento. Determina la duración de la exposición durante períodos predeterminados con precisión y, puede llegar a ser de hasta 1/8000 de un segundo. Si este se encuentra abierto durante un largo tiempo, la película registrará el movimiento de la cámara o del sujeto en forma de emborronamiento, también conocido como “efecto de velocidad”.

“Una velocidad alta, del orden 1/1000 a 1/2000 de segundo, sería adecuada para congelar una acción rápida tal como un coche de carreras a toda velocidad” [15].

Existen dos tipos de obturadores, el obturador plano focal y el obturador hoja. Este último se encuentra situado a la lente adyacente al diafragma y tiene una construcción similar en forma de iris. Mientras que el plano focal se puede desplazar de horizontal a vertical a través de una abertura rectangular de la ventana de la película, además de sincronizar el flash con todas las velocidades.

La velocidad de obturación está ligada con la abertura del diafragma. Las velocidades bajas permiten dar una sensación de movimiento como se muestra en la figura 3.11, mientras que las velocidades bajas permiten congelar las escenas de altas velocidades. Ante las bajas condiciones de la iluminación lo recomendable es usar un nivel bajo de velocidad, esto permite capturar el ambiente, aunque las imágenes pueden salir notablemente movidas o fuera de foco.



3.11 Imagen en movimiento

Otro de los factores involucrados para una fotografía con mejor calidad es la sensibilidad ISO, que junto con la velocidad de obturación y el diafragma se conocen como triángulo de exposición, es una probabilidad que el 90 % de las fotos estén hechas con ISO 100 o con la sensibilidad en automático [16].

La sensibilidad ISO afecta de una manera positiva al tomar una fotografía. Los niveles de sensibilidad son de 100, 200, 400, 800, entre otros. Conforme esta escala aumente la necesidad de luz puede aumentar o disminuir, según las correcciones de exposición, incluso se pueden mantener las escalas del diafragma y el tiempo del obturador sin afectar la captura de la imagen. Esto hace que la cámara sea más o menos sensible a la luz, por ejemplo, cuando se capturan fotografías con:

- Escenas con poca luz
- Movimientos muy rápidos.
- Fotografías nocturnas.

En la siguiente tabla se explican los factores de corrección en los objetivos.

Tabla 3.1 Factores de exposición

Factores de corrección de la exposición				
Distancia al sujeto	15 cm	10 cm	7.6 cm	6.25 cm
Extensión del objetivo	2.5 cm	5 cm	10 cm	20 cm
Aumento	$\frac{1}{2}$	1	2	4
Factor de corrección	$2 \frac{1}{2}$	4	9	25

Por otra parte, uno de los inconvenientes de la sensibilidad ISO es que entre más alto sea, la definición, rango dinámico y contraste se pueden ir perdiendo, lo que hará que la imagen tenga ruido, sea menos nítida y físicamente parezca tener puntitos o granos.



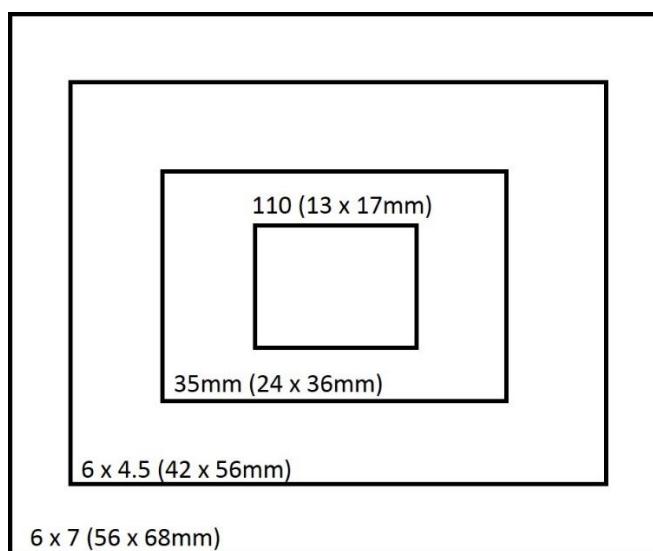
3.4.4 Película fotosensible

En la película fotosensible es donde se captura el momento; es decir, se graba la fotografía por medio de la luz recibida a través del objetivo, la apertura del diafragma y el tiempo de acción del obturador. La película se encuentra protegida por un papel opaco para evitar exponer el material, con cada arrastre de película, queda un nuevo negativo hasta llegar a su final, cuando el rollo se ha terminado ejerce una tensión que impide arrastrar nuevamente.

Existen diferentes tipos y tamaños de película, como se muestran en la figura 3.12. La película de 110 es un formato miniatura, útil para aquellas personas que toman fotografías informales. El tamaño más popular es el de 35mm. La película rollo también conocida como 120 tiene 62mm de ancho.

Una película especial que no necesita de un cuarto oscuro para ser revelado, es la película de transparencias instantáneas 35mm Polaroid Polachrome. Esta película se encuentra dentro de un chasis normal de 35mm y una vez expuesta se coloca junto a un cartucho revelador dentro de un pequeño procesador.

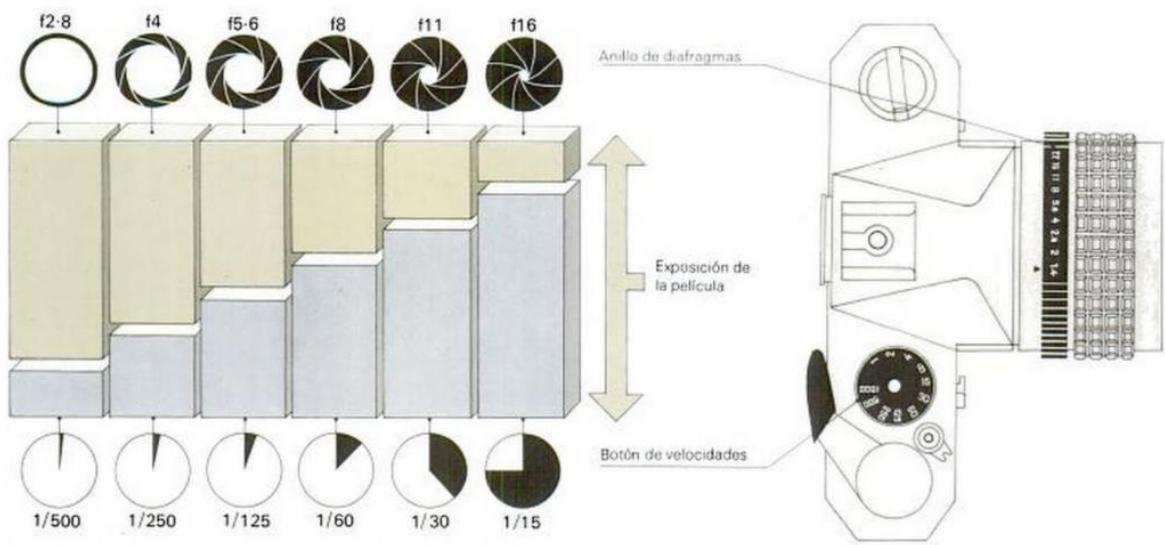
La película Ektachrome de infrarrojos de la marca Kodak, capta la reflectancia infrarroja utilizando un filtro amarillo, su revelado es un laboratorio a color.



3.12 Tamaños de películas

No solo el tamaño de estas es importante, sino el tipo de sensibilidad que tienen ante la luz y la velocidad en que trabajan, en la figura 3.13 se muestra una cantidad aproximada de revelación ante la exposición de la luz en la película.

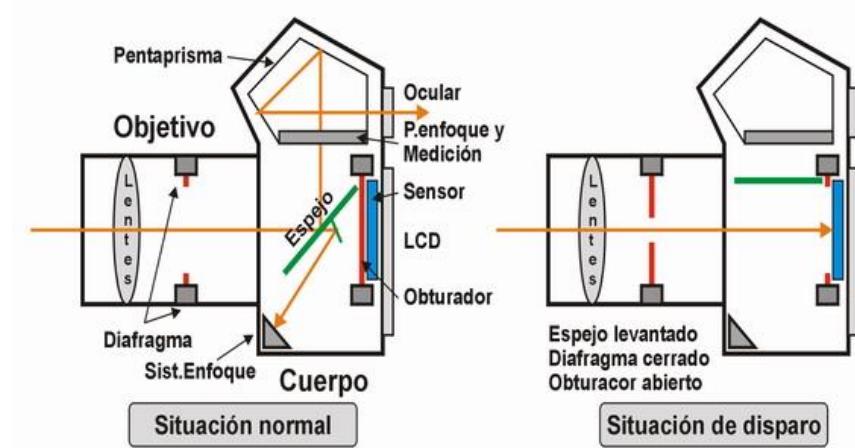
La velocidad de las películas se calcula en números ISO, es la velocidad en que la película se encuentra expuesta además de la apertura del diafragma. Una película ISO 100 es dos veces más sensible a la luz que una ISO 50 y cuatro veces más rápida que una ISO 25.



3.13 Exposición de la película

3.4.5 Espejo

El espejo refleja la imagen por medio de un pentaprisma que invierte la imagen y luego la corrige. El espejo sube cuando se hace una exposición, como se muestra en la figura 3.14.



3.14 Función del espejo en una cámara

3.5 Tipos de cámaras analógicas.

Las cámaras tienen muchas funciones, pero lo que las hace diferentes son los tipos de objetivos que estas tienen.

Tipos de objetivos:



3.5.1 Ojo de pez

Este objetivo produce una imagen circular en la que la mayoría de las rectas parecen curvas, en la figura 3.15a se muestra la construcción de dicho objetivo, que con los dos grandes colectores externos proporciona un campo de visión máximo, llegando a los 180 grados, en la figura 3.15b se puede observar un ejemplo de este objetivo.

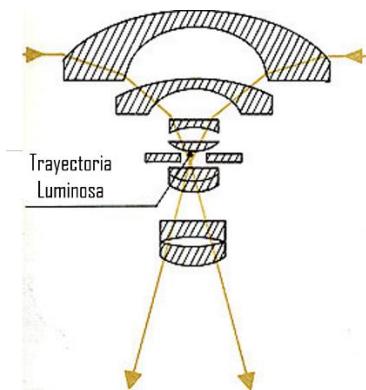


Figura 3.15a Diagrama de un Objetivo fotográfico tipo Pez



Figura 3.15b Objetivo Ojo de Pez

3.5.2 Gran angular

Tiene la capacidad de ofrecer una mayor profundidad de campo que el ojo humano no alcanza a percibir, su función es exagerar las distancias entre los distintos planos de una escena y mantener el enfoque en estas. En la figura 3.16a se muestra un ejemplo de este objetivo y en la figura 3.16b se muestra una fotografía capturada con el efecto de este objetivo.



3.16a Objetivo Gran Angular



3.16b Fotografía con objetivo Gran Angular

3.5.3 Objetivo zoom

Este objetivo posee diferentes variables de longitud focal, lo que exige una construcción óptica muy compleja para mantener constantes el foco y la abertura. Permite alterar el



ángulo de toma, la ampliación y la profundidad de campo sin cambiar la óptica. Suele cubrir un rango focal entre los 18mm y los 90mm, ya que permiten modificar la composición rápidamente sin tener que desplazarse. En la figura 3.17 se muestra un ejemplo de este objetivo.



Figura 3.17 Objetivo Zoom

3.5.4 Teleobjetivo

Tiene una distancia focal alta, que permite capturar una imagen de personas o cosas que se encuentren a una gran distancia de la cámara, sin necesidad de acercarse físicamente. Este elemento tiene un frontal positivo distanciado de un elemento posterior negativo de tal forma que la verdadera distancia focal sea más grande que la distancia entre el propio objetivo y el plano focal. En la figura 3.18 se muestra un ejemplo de este.



Figura 3.18 Teleobjetivo

3.5.5 Todo terreno

Este objetivo puede cubrir un rango muy amplio de distancias focales ya sea más importante o igual a las que un gran angular, zoom intermedio y de teleobjetivo. Además



que cubre fotos de grupo y ambiente general, esto permite obtener con facilidad retratos desde un primer plano hasta un cuerpo entero, conservando nitidez, luminosidad y calidad. En la figura 3.19 se muestra un ejemplo de este.



Figura 3.19 Objetivo todo terreno

3.5.6 Macro

Es utilizado para tomar fotografías a una distancia muy cercana, ya que la distancia de enfoque que posee es demasiado baja. Una ventaja es que cuando se captura una imagen por medio de este, la imagen es más nítida porque es el objetivo que menos distorsión ofrece. Como se muestra en la figura 3.20, la mayoría de estos objetivos son de 50mm y permiten una extensión de dos veces su focal.



Figura 3.20 Objetivo macro



3.5.7 El clásico 50mm

El objetivo 50 mm tiene una profundidad de campo menor que solo llega desde 2,4m a 3,9m semejante a la visión humana, además que ofrecen una gran calidad y luminosidad en la imagen. Estos objetivos son muy útiles para fotografía de retrato porque su apertura máxima de diafragma suele ser muy grande, lo que ayuda a reducir la profundidad de campo y dar más importancia al retratado. Cuando una lente convexa está enfocada sobre un sujeto muy alejado su distancia a la película es igual a su distancia focal. Si el sujeto está más cerca, los rayos procedentes de él serán menos paralelos, y la refracción de la lente no podrá enfocarlos sino detrás de la película, formando una imagen mayor [17] [18]. En la figura 3.21, se muestra un ejemplo de este objetivo.



Figura 3.21 Objetivo 50mm

3.5.8 Objetivos descentrables

Es un objetivo cuya construcción permite que el eje óptico pueda moverse, hacia arriba y capturar sujetos de gran altura quedando descentrado y alterando el plano de enfoque sobre la cámara. En ocasiones evita reflejos indeseables, controlando así la perspectiva de visión. Este tipo de objetivo es más utilizado en arquitectura y naturaleza muerta, aunque pueden aprovecharse en otros campos. En la figura 3.22, se muestra un ejemplo de este objetivo.



Figura 3.22 Objetivo Descentrables

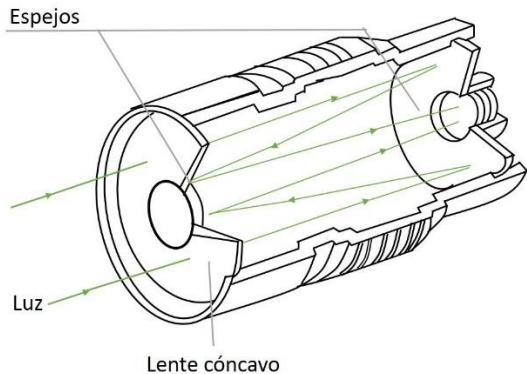


3.5.9 Catadióptricos

Se llama así a los teleobjetivos cuya óptica esta plegada lo que crea un tipo de rebote de luz. Esto porque hace uso de varios espejos que reflejan los rayos y hacen que la montura sea más corta y más ancha. Su longitud focal es muy compacta, suele tener una corrección cromática muy buena, además de que puede enfocar a distancias muy próximas.

Como se puede ver la figura 3.23a al entrar la luz, pasa a través de un cristal plano y es devuelta por un espejo cóncavo que se encuentra situado al otro extremo del objetivo: alcanzando así un pequeño espejo localizado en el centro de la parte frontal y vuelve hacia la película, atravesando un orificio que lleva el espejo cóncavo.

Estos objetivos tienen dos desventajas. La primera es que no disponen de diafragma variable porque tienen una sola abertura de trabajo, que usualmente es la máxima y suele ser bastante limitada entre f5 o f8, por ello el enfoque debe ser manual, lo que quiere decir que la profundidad de campo es fija. La segunda son las luces situadas fuera de foco se reproducen como anillos, como se observa en la figura 3.23b.



3.23a Diagrama: objetivo catadióptrico



3.23b Imagen tomada con un objetivo catadióptrico



CAPÍTULO 4. CÁMARAS DIGITALES

Una cámara digital es un dispositivo usado para capturar imágenes y almacenarlas de forma digital.

La creación de las cámaras digitales surge con el propósito de proporcionar información de navegación a los astronautas a bordo de misiones espaciales. La primera cámara digital registrada, fue desarrollada por la empresa Kodak, que encargó al ingeniero Steven J. Sasson en 1975 la construcción de un prototipo, como se muestra en la figura 4.1. Esta cámara usaba los entonces nuevos sensores CCD (Charge Coupled Device) desarrollados por Fairchild Semiconductor en 1973. Su trabajo dio como fruto una cámara de aproximadamente 4 Kg, que hacía fotos en blanco y negro con una resolución de 0,01 megapíxeles. Utilizando además los novedosos chips de estado sólido del CCD. La cámara fotográfica registraba las imágenes en una cinta de casete y tardó 23 segundos en capturar su primera imagen, en diciembre de 1975.



Figura 4.1 Primera cámara digital

Con el paso del tiempo, la evolución de las cámaras digitales tuvo un cambio en diseño y función. Anteriormente las cámaras digitales almacenaban información mediante VTR (Video Tape Recorder) que eran capaces de capturar imágenes, convertirlas en una señal eléctrica y a su vez se podía guardar en soportes magnéticos.

Pero fue hasta 1988 cuando la primera cámara fotográfica DS-1P de Fui, pudo guardar imágenes en un archivo de computadora. Sin embargo, la primera cámara digital disponible en el mercado fue Dycam Model1 o también conocida como Logitech Fotoman que en realidad era un accesorio del PC, disponía de un foco y un obturador electrónico con flash incorporado.

La primera cámara digital dirigida a consumidores fue la Casio QV-10 en 1995 y ya contaba con una pantalla de cristal líquido en la parte posterior, lo que permitía al usuario visualizar la imagen que estaba capturando. Un año después en 1996 salió la Kodak DC-



25 siendo esta la primera cámara digital en utilizar tarjetas de memoria Compact Flash. En 1997 comenzaron a salir las primeras cámaras con resolución de un mega pixel. En 1999 la cámara Nikon D1 fue una de las primeras SRL (Single lens reflex) digitales lo que ofrecía mayor fidelidad al momento de capturar una imagen, ya que el encuadre observado es idéntico al que se plasmaría en la película o sensor, además de que contaba con una resolución de 2.74 mega píxeles.

En el año 2003 Canon presentó la Digital Rebel también conocida como 300D, considerada una de las cámaras más vendidas de todos los tiempos. Contaba con buena resolución y bajo precio en ese entonces a comparación de las otras cámaras. En su lanzamiento esta cámara costó solo 1000 dólares, mientras las anteriores mantenían un precio de 2000 dólares. Cinco años después se presentó en la Feria de Alemania una cámara LEICA de medio formato con una resolución de 37 megapíxeles [19].

Actualmente existen cámaras digitales multifuncionales que son capaces de grabar sonido y vídeo además de tomar fotografías, o cámaras incorporadas a otros dispositivos como lo son los teléfonos celulares.

4.1 Tipos de cámaras digitales

Así como las cámaras analógicas, también existen diferentes tipos de cámaras digitales con diversas cualidades que se distinguen por su tamaño, sensor, uso o función que posee.

4.1.1 Cámaras compactas

Este tipo de cámaras son muy fáciles de manejar por cualquier usuario, aunque este no tenga conocimiento de la fotografía. Son ideales para llevar a cualquier lado ya que su tamaño es reducido, al igual que su sensor, lo cual se presenta como una desventaja porque la calidad de la imagen puede ser reducida. Físicamente cuenta con un visor que a su vez es otra desventaja, porque normalmente tienen un error de paralaje, esto significa que lo que se captura no es lo mismo que se observa a través del visor, es por ello que se aconseja encuadrar por medio de la pantalla LCD, como se observa en la figura 4.2.

Estas cámaras empezaron llevando un objetivo fijo, una lente simple que permite obtener mayor nitidez en la imagen, además de un enfoque correcto de lo que se fuera a fotografiar sin importar la distancia. Pero con el tiempo se mejoraron añadiéndoles un objetivo zoom ajustable, que permite seleccionar la distancia focal entre un rango u otro para capturar una imagen sin pérdida de calidad.



Figura 4.2 Cámara compacta por enfrente y por detrás.

4.1.2 Cámaras bridge

También conocida como cámara compacta avanzada, como se muestra en la figura 4.3, físicamente su tamaño es superior a las compactas, además de poseer un sensor superior que hace que las imágenes sean más nítidas y con mayor calidad. Cuenta con un zoom integrado adecuado al rango focal y luminosidad. La ventaja de este, es que el cambio puede ser desde un gran angular hasta un teleobjetivo sin necesidad de cambiarlo. Lo que permite fotografiar paisajes, retratar personas, hacer fotografía deportiva, entre otros tipos. Están orientadas a las necesidades de uso básico de un fotógrafo y a usuarios que quieran estudiar el arte de la fotografía, pues permite controlar la exposición y también el uso de RAW: un formato de imágenes que mantiene la totalidad de los datos de la imagen tal y como ha sido captada por el sensor, ya sea de manera manual o seminatural.



Figura 4.3 Cámara Bridge por enfrente y por detrás.

4.1.3 Cámara réflex DSLR

“Las DSLR utilizan tecnología en sensores APS-C o sensores de formato completo. Permiten gran control en la profundidad de campo, amplia gama de objetivos intercambiables, rapidez de disparo, uso de RAW y alta sensibilidad ISO [20] “, en la figura 4.4 se muestra un ejemplo de estas.



Figura 4.4 Cámara Réflex DSLR por enfrente y por detrás.

“Estas cámaras cuentan con un objetivo único, conocido como Digital Single Lens Réflex, cuentan de un espejo réflex y un pentaprisma del visor. La luz se refleja en un pentaprisma ubicado sobre la pantalla de enfoque que desvía la imagen hacia el observador y la endereza, puesto que el objetivo la proyecta de forma invertida” [20], similar a la función que hace el ojo humano, como se observa en la figura 4.5. En el momento del disparo, al levantarse el espejo, el mecanismo obturador deja pasar la luz hacia el sensor digital. Empleadas en fotografía semiprofesional o profesional, sus desventajas son su peso, tamaño y su posibilidad de trepidación en la imagen (acción de movimiento o baja nitidez a causa de los espejos).

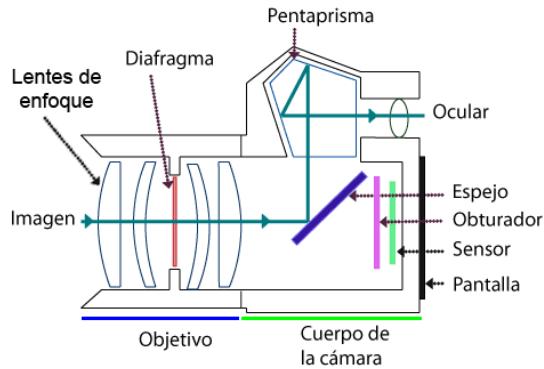


Figura 4.5 Esquema de la cámara Réflex

4.1.4 Cámara EVIL (CSC)

EVIL (Electronic Viewfinder with Interchangeable Lens) que significa Visor Electrónico con Lentes Intercambiables, esta cámara cuenta con ópticas (objetivos) intercambiables, aunque en menor variedad. Estas no disponen de espejo ni pentaprisma, lo que las hace menos vulnerables a las trepidaciones asociadas al movimiento. Cuentan con una pantalla LCD como visor, y a comparación de las DSLR su peso es inferior. Su sensor, generalmente es de 4/3, siendo de mayor tamaño que las compactas y las de tipo bridge, en la figura 4.6 se muestra un ejemplo de estas.



Los inconvenientes que presenta son: un precio elevado, la baja durabilidad de la batería, además del sistema de enfoque por contraste que posee, esto quiere decir que es menos preciso y más lento que el que se usa para las cámaras Réflex.

Otros nombres con los que se pueden encontrar las Cámaras EVIL:

- Cámaras MIRRORLESS (sin espejo)
- Cámaras MILC (Mirrorless Interchangeable Lens Camera)
- Cámara CSC (Compact System Camera)



Figura 4.6 Cámara EVIL por enfrente y por detrás.

4.2 Componentes de una cámara digital

Las cámaras digitales, así como las tradicionales (analógicas) cuentan con diversos elementos que la componen, como lo son:

- Lentes
- Objetivo
- Diafragma
- Obturador
- Sensor
- Pantalla y visor
- Disparador
- Tarjeta de almacenamiento
- Batería
- Flash
- Dial

4.2.1 Lentes

Como se observa en la figura 4.7, son componentes del objetivo, que sirven para enfocar o regular el foco (punto donde convergen los rayos de luz) al momento de capturar una imagen.



Figura 4.7 Lente de cámara

4.2.2 Objetivo

Es un sistema óptico compuesto por varias lentes como se muestra en la figura 4.8, que permite el enfoque de un objeto frente a él. El conjunto de lentes de tipo UD y Fluorita conocidos como lentes de baja dispersión, permiten dirigir la luz al interior de la cámara, este mecanismo regula la entrada de la luz, evitando las aberraciones cromáticas (distorsiones de luz).



Figura 4.8 Objetivo para cámara digital

4.2.3 Diafragma

Es un sistema mecánico compuesto por laminillas que cuentan con distintos tamaños de apertura como se muestra en la figura 4.9. Este se encarga de regular la entrada de la luz por la lente, entre más abierto, entrará mayor cantidad de luz y entre más se vaya cerrando menor cantidad de luz pasará. Los valores de medida son en número f si el valor es menor, la apertura es mayor y viceversa, si el número f es mayor la apertura es menor.



Figura 4.9 Diafragma en cámara digital

4.2.4 Obturador

Es un elemento compuesto por dos cortinillas, como se observa en la figura 4.10. Al momento de accionar el disparador estas se encuentran en movimiento. La primera cortinilla se desplaza hacia un extremo del sensor para dejar pasar la luz, hasta que trascurre el tiempo de exposición determinando la velocidad en que el sensor permanece expuesto al paso de la luz a través del diafragma. Mientras la segunda cortinilla cubre nuevamente la zona expuesta.



Figura 4.10 Obturador

4.2.5 Sensor

Es un objeto compuesto por pequeñas celdillas fotosensibles, capaces de capturar una imagen cuando la luz incide sobre ellas dependiendo de la porción que entre. De tal manera que convierte esta magnitud en variables eléctricas que se traducirán en información binaria normalmente en 0 y 1. Esta información será interpretada por el procesador y almacenada en la tarjeta de memoria en un formato de archivo.

Para evaluar la calidad técnica de los sensores se deben considerar tres parámetros fundamentales, que son:

- Resolución
- Rango dinámico
- Profundidad de color.



4.2.6 Tipos de sensores

Hoy en día los dos sensores más usados son CMOS y CCD, su estructura es muy similar como se muestra en la figura 4.11, ya que ambos cuentan con elementos sensibles a la luz visible o infrarroja llamados fotodiodos. Ambos requieren el uso de filtros de color y máscaras de difracción para conseguir que el resultado de esta información sea lo más semejante a la imagen original.

El sensor CCD (Charge Coupled Device), es un dispositivo de carga acoplada. Unas de sus ventajas es su tamaño y la calidad que ofrece en una imagen. Ya que además de la reducción de ruido, disminuye la sensibilidad a luces de poca intensidad según vaya siendo mayor la resolución.

El sensor CMOS es llamado así por el tipo de tecnología que usa, aunque en realidad es un sensor de pixeles activos (APS). Este sensor además de ser barato, ofrece mejores resultados aún con poca luz. Sin embargo, al ser menos sensibles a la luz ofrecen menos calidad en una imagen y con la gran posibilidad de tener el efecto de ruido. Otra ventaja es que no sufre el efecto blooming o floreciente, es decir que al recibir un exceso de luz produce más electrones de los máximos que tienen de cavidad, físicamente pareciera un halo alrededor de los objetos luminosos, además de consumir menos batería.

Otro sensor que utiliza la misma tecnología CMOS es el sensor Foveon X3, que a diferencia del CCD en vez de realizar una combinación de los colores primarios RGB. Este divide los tres colores RGB en capas diferentes, lo que hace que la tonalidad de la imagen sea más precisa. Cuanto mayor sea el sensor de imagen, mayores serán los píxeles individuales para un sensor de cualquier clasificación de megapíxeles (resolución) dada. Gracias a la manipulación de software, las cámaras bien diseñadas con sensores pequeños y grandes clasificaciones de megapíxeles aún tienen una ventaja en términos de calidad de imagen, especialmente cuando se trata de capturar matices de color y detalles de colores finos.

Su función es incorporar tres capas separadas sensibles a la luz, colocadas directamente una sobre otra. La luz en las longitudes de onda azules, que tienen la energía más alta, tiende a ser absorbida por el solicitante muy rápidamente, generando electrones formadores de imágenes en la capa superior [21] [22].

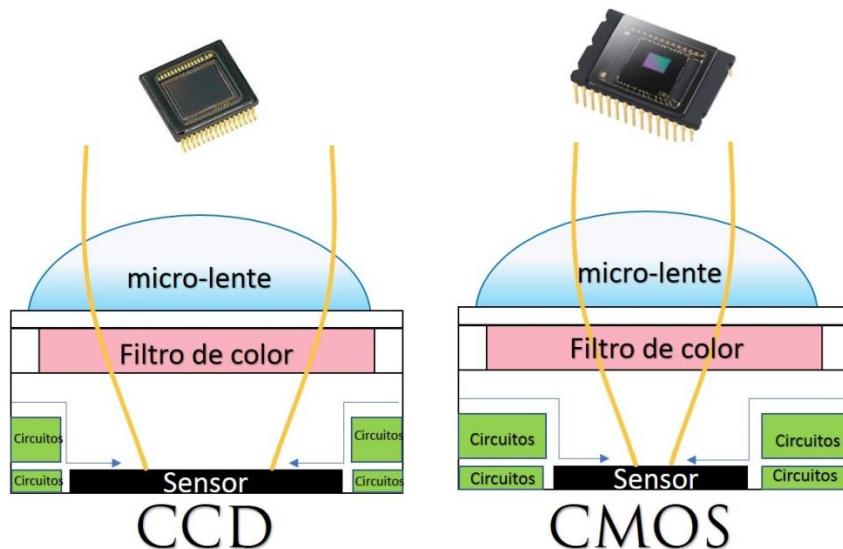


Figura 4.11 Sensores

4.2.7 Pantalla y visor

Este componente normalmente se encuentra en la parte posterior de la cámara como se muestra en la figura 4.12. La ventaja de tener una pantalla LCD es que a su vez funciona como visor, lo que permite observar el enfoque que va a tener la captura del objeto actual. Además de poder ver las imágenes o videos que se encuentran almacenados en la tarjeta extraíble o memoria interna.

Sus principales características son tamaño y resolución. El tamaño se mide en pulgadas que se refiere a las dimensiones físicas. La tecnología LCD implica el uso de un par de placas polarizadas entre las que se interpone una solución de cristal líquido. Al circular la corriente eléctrica por los cristales se filtra la luz y genera hasta 16 millones de colores, produciendo en la pantalla la imagen digitalizada. También obtiene una mejor resolución, indicando la cantidad de píxeles que se muestran en la pantalla, los cuales se calculan multiplicando los píxeles de alto por los de ancho. Cuanto mayor sea la resolución, mejor será la visualización de imágenes a través de la pantalla, dado que no crea distorsión. Mientras esté en uso su consumo de energía es bajo lo que genera mayor vida útil.



Figura 4.12 Pantalla LCD de una cámara digital

La pantalla de una cámara digital tiene tres funciones principales:

- Pre visualizar la imagen a fotografiar antes del disparo.
- Mostrar la imagen una vez se ha capturado la fotografía, así como visualizar las fotografías anteriormente guardadas.
- “Acceder a otros menús de configuración de la cámara con el fin de cambiar la configuración general o los parámetros con los cuales se tomarán las futuras fotografías” [23].

4.2.8 Botón de disparo

Su principal función es capturar una imagen por medio de su mecanismo, solo se presiona totalmente este botón y la imagen será guardada instantáneamente en la tarjeta de almacenamiento, de lo contrario se puede crear un bloqueo de configuración de la exposición y enfoque.

4.2.9 Tarjeta de almacenamiento

La mayoría de las cámaras digitales cuenta con una ranura para poder introducir una memoria extraíble, memorias como: Compact Flash, SD Cards, XD Cardsm MMC y Memory Stick son nombres de algunas de estas. Son útiles para almacenar fotografías o videos aún sin tener corriente eléctrica proporcionada por la batería. Su tamaño es pequeño, lo que lo hace práctico y su precio a pesar de ser accesible, varía dependiendo de la marca y capacidad que tiene [21].

Una cámara digital puede contar hasta con tres medios diferentes o tipos de almacenamiento.

1. Memoria Extraíble: como se muestra en la figura 4.13, es una tarjeta que puede colocarse en la cámara y almacena las imágenes capturadas. También existen diferentes tipos de esta, aunque todas se basan en el sistema de memoria flash, almacena datos y los mantiene guardados sin importar si hay o no corriente eléctrica. Además de las diversas marcas, existen muchas capacidades para guardar información que se miden en Gigabytes. La velocidad de lectura es



importante si se trata de tomar fotografías con movimiento y en una secuencia rápida. No significa que la cámara sea más veloz, sino que al capturar la imagen se guardará con mayor rapidez para continuar con el uso de esta, aunque ninguna cámara lo específica, puede ser útil saberlo.



Figura 4.13 Tarjeta de almacenamiento.

2. Memoria interna: Algunas cámaras compactas tienen memoria de almacenamiento interno, normalmente su capacidad es muy baja pues cuenta solo con Megabytes, una unidad menor que los Gigabytes. Lo que permite guardar solo algunas imágenes, esto sirve para verificar el funcionamiento de la cámara. En el momento de colocar una memoria externa con mayor capacidad de almacenamiento, la memoria interna quedará anulada y las imágenes se guardarán en la memoria extraíble.
3. Memoria cache o de trabajo: Se activa en el momento de dejar de presionar el disparador para capturar una imagen. Siendo el proceso en que tarda para guardarse la fotografía en la tarjeta extraíble o memoria interna. En ocasiones pude demandar algunos segundos en los que se puede realizar otra toma [24].

Algunas cámaras vienen sin ningún tipo de memoria, lo que significa que se deberá comprar una tarjeta de almacenamiento para poder guardar fotografías [25].

4.2.10 Batería

Esta proporciona la energía eléctrica en la cámara. Lo que permite su usabilidad, una de las ventajas de la pantalla es que permite saber la carga que tiene la batería.

Usualmente se usan una o más baterías dependiendo del voltaje que tengan y necesite la cámara. Existen diferentes tipos de baterías extraíbles como se muestra en la figura 4.14, estas son: AA, AAA, baterías recargables de hidruro metálico de níquel (NiMH) o de ion de litio (Li-Ion) que se puede sacar de la cámara para recargarla o cambiarla. A diferencia de las anteriores estas no son desechables y su tiempo de vida es más largo. Además, que pueden ser sustituidas con facilidad si lo que se quiere es seguir tomando fotografías. También hay cámaras que cuentan con pilas especiales recargables usando



un cargador o la misma cámara conectada a un cable USB, la desventaja que presenta es que no puede ser utilizada durante el proceso de carga. El uso de baterías también proporciona energía a la pila de reloj evitando que se descargue y prologa su vida útil. Esta se encuentra dentro de la cámara, muy difícilmente el usuario tiene acceso a esta, pero sin ella se perderían algunas configuraciones [25].

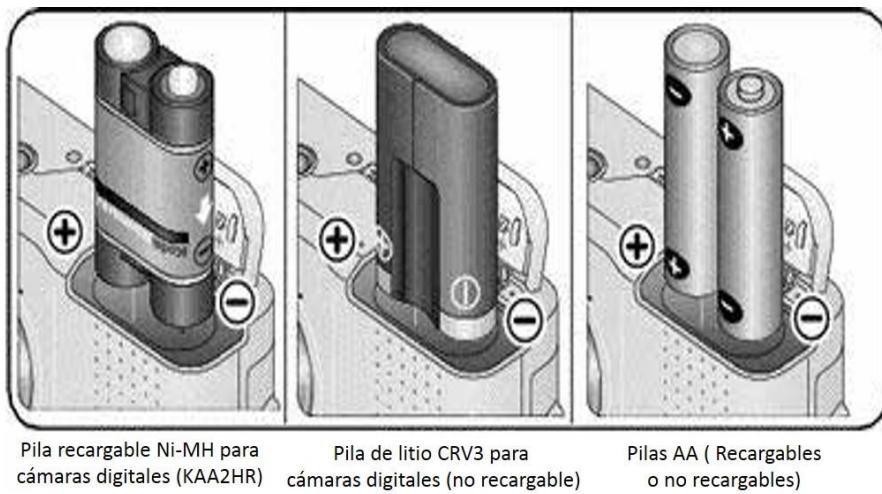


Figura 4.14 Baterías de cámaras digitales.

4.2.11 Flash fotográfico o destellador

Es un haz de luz que puede o no ser ocupada dependiendo de la iluminación ambiente y su intensidad, al igual que el espacio en que se captura una imagen, por ejemplo, un set. Su principal función es iluminar la escena, para que de esta manera la imagen sea más clara, aunque una de las desventajas es que en sitios que tienen luz se puede presentar el efecto de fluorescencia.

El alcance de luminosidad de este puede ser de 2 a 8 metros, dependiendo de la cámara y el tipo de flash. Puede ser incorporado o secundario, hablando de cámaras profesionales. Existen cámaras que tienen varios modos de flash, como el flash de relleno o combinación. En la figura 4.15 se muestran dos tipos de flash.



Figura 4.15 Tipos de Flash



También puede controlar la luminosidad natural, siempre y cuando se sepa realizar la acción de combinación. Para ello se debe tener en cuenta la velocidad de obturación y el valor de apertura del diafragma, de esta manera el flash se acoplará al tiempo y espacio en que se accione el disparador. Además de las correcciones de luz, otra posibilidad de elección con respecto al uso del flash consiste en programarlo para corregir el problema de los "ojos rojos" accionando una luz débil para después capturar la imagen [26] [27].

4.2.12 Dial o botón de funciones

La mayoría de las cámaras digitales cuentan con un dial o también conocido como botón de funciones. Este permite elegir el modo de capturar una imagen, dependiendo la situación, ya sea retratos, paisajes, deportes, entre otros. Todas las cámaras cuentan con diferentes características, por lo que el dial puede tener más o menos opciones de captura.

Cada función programa la cámara de manera apropiada para un tipo determinado de fotografías y adecua la mayoría de los parámetros para un tipo de imagen especial. Contar con muchas opciones de captura ayuda a un usuario obtener provecho de ello, pues puede hacer el mismo trabajo que hacen algunos objetivos sin tener que gastar en estos, además de tener buena calidad en las imágenes.

En la figura 4.16 se observan los iconos de las funciones que tiene un dial, por lo general los iconos se mantienen similares o iguales, aunque en algunas ocasiones cambian dependiendo de la marca de la cámara.

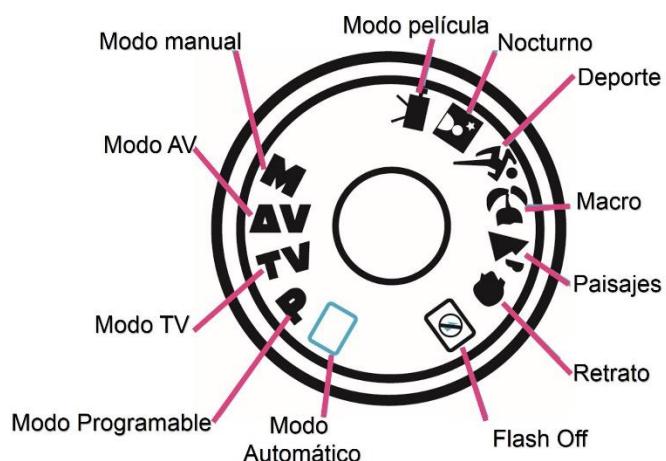


Figura 4.16 Dial



4.3 Formatos de imágenes

La calidad visual y resolución de una fotografía digital depende del número de píxeles que tenga el sensor de la cámara, entre más píxeles, mayor resolución. El formato en que se guarda la imagen al ser capturada puede ser seleccionado en algunas cámaras o puede ser predefinido. El formato que se ha seleccionado es de importancia, pues cada uno cuenta con diferentes características, como tamaño, resolución y la cantidad de información que guarda, algunos de los formatos digitales de imágenes son:

- .tif o .tiff
- .jpg o .jpeg
- .png
- .bmp
- .gif

4.3.1 Formato TIFF

Formato de archivo de imagen etiquetado (Tagged Image File Format) es un formato de imágenes sin pérdida de información. Sin importar el tipo de procesamiento que tenga, su objetivo siempre será representar la cantidad de información necesaria. La ventaja de esto es que su representación gráfica es más exacta a los datos originales, además de ser compatibles con diferentes editores de imágenes. Este formato es más utilizado en el ámbito profesional para crear archivos de imagen de alta calidad que se utilizaran tal y como están, o para importarlos a un editor de imágenes para una manipulación moderada. Sin embargo, una desventaja de este formato es que ocupa un gran espacio de memoria de almacenamiento.

4.3.2 Formato JPG o JPEG

Es el nombre de un comité de expertos que creó un estándar de compresión y codificación de archivos e imágenes fijas (Grupo Conjunto de Expertos en Fotografía). Es el formato de imágenes más usado al momento de tomar y guardar una fotografía, el espacio que usa en una memoria de almacenamiento es un 75% menor que el formato TIFF.

La mayoría de las cámaras Réflex utilizan este formato por la compresión de imagen que realiza, sin que suponga una pérdida excesiva de información. Su tamaño puede ser reducido de 10 a 15 veces más comparado a una imagen sin procesar. No es la mejor opción realizar edición sobre una imagen JPG a no ser que se guarde en otro formato, de lo contrario guardarlo en el mismo formato, significa volver a comprimir la imagen [25] [28].

En la figura 4.17 se puede observar que, aunque es la misma imagen, se encuentran en diferentes formatos, lo que hace cambiar tamaño de almacenamiento (tamaño en Kbytes).



The screenshot shows a Windows File Explorer window with the title bar "Herramientas de imagen". The address bar shows the path "Equipo > Descargas > pruebas". The main area displays a list of files in "Detalles" view:

Nombre	Fecha	Tipo	Tamaño
P1	29/12/2017 11:25 p. m.	Imagen TIFF	12,289 KB
P2	29/12/2017 11:25 p. m.	Imagen JPEG	3,658 KB

Figura 4.17 Formatos de imagen

4.3.3 Formato PNG

Es un formato de compresión sin pérdida de calidad para mapa de bits que permite almacenar imágenes con una mayor profundidad de contraste y otros datos importantes. Una de sus características es que maneja capas de transparencia, lo que lo hace útil para diseño en programas de edición como Photoshop o GIMP, por decir algunos. Las transparencias se manejan por medio de matrices de color blanco y negro, como se muestra en la figura 4.18 [29].



Figura 4.18 Formato PNG

4.3.4 Formato BMP

Se trata de un formato propietario de Microsoft Windows, este formato puede hacer compresión en una imagen de mapa de bits sin perder la calidad de esta. A pesar de realizar la compresión de imagen, continúa teniendo un tamaño de almacenamiento



considerablemente grande. Se pueden guardar imágenes de 24 bits (16,7 millones de colores), 8bits (256 colores) y menos bits. Los mapas de bits se componen de direcciones asociadas al color para cada matriz, dependiendo de la profundidad de color que tenga la imagen. Todo píxel puede ocupar 1 o varios bytes, por ello se sugiere utilizar los formatos de compresión con perdida, para que su peso sea menor y conserve la calidad de la imagen [28].

4.3.5 Formato GIF

Es un formato comúnmente usado para animaciones y diseño web, ya que su peso es bajo, debido a que tiene una gran compresión. Se encuentra indexado a 8 bits (256 colores), lo que limita su calidad. Además de que en las imágenes se puede observar un efecto granulado o con puntos de ruido. La animación en este formato consiste en incluir fotogramas que son imágenes en secuencia o pantallas dentro del mismo archivo. [28] [25] [30].

4.4 Componentes de una imagen

Hans Belting dice que “una imagen es más que un producto de la percepción” [31], que se manifiesta como resultado de una simbolización personal o colectiva. Muchos de los hechos del pasado, del presente y del futuro se conocen a través de imágenes y a la vez, una imagen, es decir una idea, un concepto o un sentido.

Las imágenes cuentan con clasificaciones como:

- Imágenes visuales.
- Imágenes gráficas.
- Imágenes digitales.
- Imágenes mentales.
- Entre Otras.

Las imágenes visuales son aquellas que solo son percibidas por la vista, representada en un soporte, materia o medio. “Una imagen mental es concebida como una representación de origen perceptivo o del recuerdo de una experiencia que puede haber sido imaginada o vivida. Constituye un producto sensorial y perceptivo del cerebro, representado en la mente y caracterizado por la variedad de formas, colores o temáticas” [31] [32].

Mientras que las imágenes digitales o graficas son una representación bidimensional que parte de una matriz numérica de ceros y unos. Los medios de captura normalmente son dispositivos de entrada como scanner o cámara digital.

Las imágenes o fotografías digitales están formadas por pequeños elementos llamados pixeles. El modo de captura puede ser por dispositivos de entrada como scanner, cámaras digitales, teléfonos inteligentes (Smartphone), y almacenar la información obtenida en un dispositivo de grabación de datos. Por ejemplo un disco duro o tarjeta de almacenamiento si se encuentra en una cámara.



En la figura 4.19 se muestra una imagen de calidad media, al haber un acercamiento se puede observar la construcción de esta por medio de pixeles.



Figura 4.19 Imagen digital

4.4.1 Píxel

Un píxel es una unidad homogénea que normalmente es representado por un color dentro de una imagen digital. Los pixeles forman una matriz de información coherente con fines de uso digital.

En algunos formatos de imágenes, por ejemplo: bmp (mapa de bits) un pixel es codificado mediante un conjunto de bits, como se muestra en la figura 4.20. Se refiere también a que cuenta con una combinación de hasta 256 variaciones de color, que van de 0 a 255 (2^8).

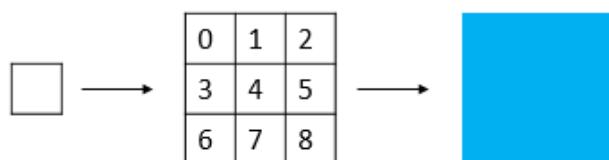


Figura 4.20 Representación de codificación.

$$1\text{byte} = 8\text{bits} = 1\text{Pixel}$$



Las imágenes digitales o también conocidas como imágenes de color verdadero usan 3 bytes, cada byte se usa para representar los tres colores primarios que son RGB, permitiendo hasta 16, 777, 216 variaciones de color, demostrando la cantidad con la siguiente operación.

$$3 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits} = 24$$

$$2^{24} = 16,777,216$$

El número 2 se eleva a 24, porque que una imagen digital es una matriz binaria, lo que quiere decir que cuenta con dos dimensiones o dos tonalidades.

Una imagen en la que se utilicen 32 bits para representar un píxel, tiene la misma cantidad de colores que la de 24 bits, ya que los otros 8 bits son usados para efectos de transparencia.

4.4.2 Vóxel

Es la representación de objetos volumétricos como mapa de bits tridimensionales en lugar de vectores. Es decir: es una unidad cubica que compone un objeto en tercera dimensión 3D y su posición se deduce respecto a otros véxeles en el archivo.

4.4.3 Resolución

Se define como el número de pixeles que se puede incluir en una unidad de longitud, esta cantidad de pixeles se define dependiendo del sistema de sensores de la cámara. "Existe un valor óptimo por encima del cual el ojo humano no es capaz de percibir el cuadrado del pixel en la imagen, lo que viene a ser unos 75 pixeles/cm. Resoluciones inferiores producen una distorsión por causa de evidencia del pixel." [33].

4.4.4 Relación de aspecto.

Es la proporción entre el ancho y el alto de una imagen como se muestra en la figura 4.21. Típicamente en TV analógica es de 4:3, es decir: el ancho es 1.33 veces el alto. En cambio, la relación de aspecto de HDTV es de 16:9, donde el ancho es 1.78 veces el alto. En el cine las proporciones de aspecto van de 4:3 hasta 2,85:1. En TV las proporciones son básicamente dos: 4:3 y 16:9. Actualmente se vive una transición de modo que se encuentran ambas proporciones de aspecto en distintos televisores [34].



Figura 4.21 Relación de aspecto de una imagen en pantalla



CAPÍTULO 5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGEN.

Actualmente el procesamiento digital de imágenes por medio de técnicas se encuentra presente en algunas áreas de investigación, más allá de una modificación para mejora de calidad o efectos en una imagen. Permite conocer, procesar, analizar y comprender datos o estadísticas importantes. A continuación se detallarán algunas de las técnicas básicas del tratamiento digital de imágenes.

5.1 Histograma

Es una gráfica de barras o niveles de un conjunto de datos que muestra la tendencia, variabilidad, acumulación o dispersión, de una variable cuantitativa o numérica. En el caso de las imágenes permite conocer los niveles de intensidad de color, además de mostrar el valor más y menos presentes. Como se observa en la figura 5.1, se muestra el histograma de una imagen a escala de grises, donde se toman las coordenadas (X,Y) siendo X la superficie horizontal que muestra el valor (color) y Y la superficie vertical que representa la frecuencia en que este se repite [35].

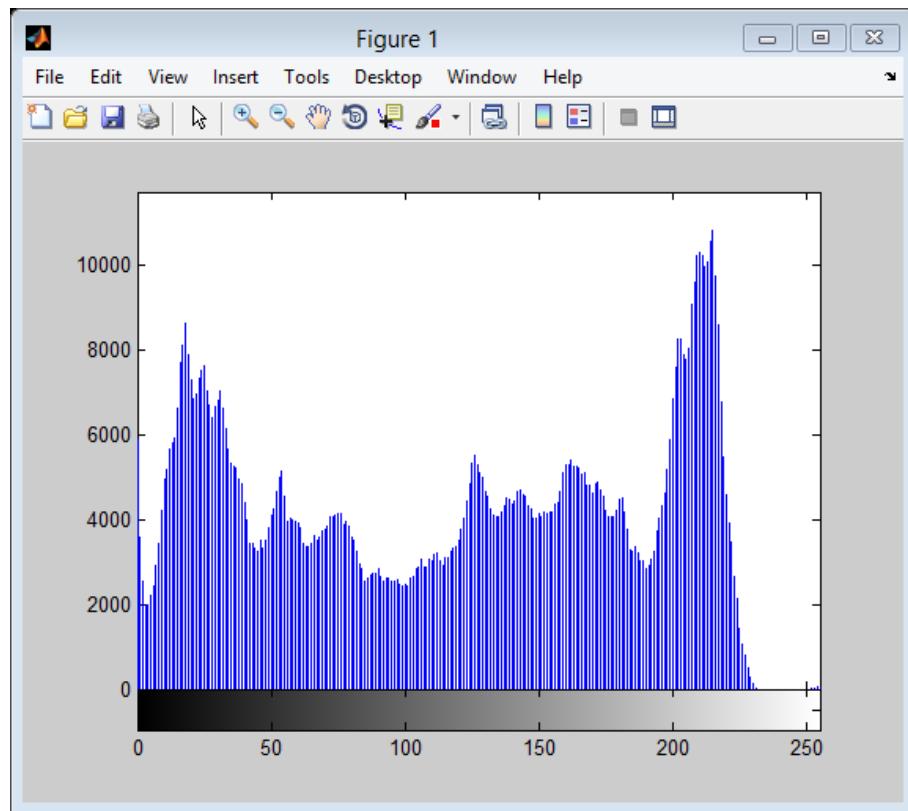


Figura 5.1 Histograma de una imagen.



5.2 Cambio de niveles de iluminación

Esta técnica se basa en el cambio de iluminación, como se observa en la figura 5.2, hay un cambio positivo y negativo, lo que hace ver la imagen más clara u opaca, creando un contraste.

El contraste de una imagen puede mejorarse mediante el re-escalamiento de la intensidad de cada pixel o la matriz en general.



Figura 5.2 Imágenes muestra de cambios de nivel.

5.3 Conversión Escala de Grises

Esta técnica se basa en cambiar los colores del modelo RGB por sombras grises. Dependiendo de la intensidad del color, representando así el valor de cada pixel equivalente a una graduación de tonalidad gris. Los colores presentes son blanco, gris y negro como se muestra en la figura 5.3.



Figura 5.3 Escala de grises

La programación de esta función, es `rgb2gray` en MATLAB, que convierte valores RGB en valores de escala de grises, como se muestra en la figura 5.4. Formando una suma ponderada de los componentes R, G y B:

$$0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \quad (5.1)$$



Imagen original



Escala de grises

Figura 5.4 Escala de grises de una imagen RGB

5.4 Binarización

Una imagen binaria consta de solo dos valores en los pixeles, estos son cero y uno: cero que representa el color negro y uno que representa el color blanco, como se muestra en la figura 5.5.

“Es una técnica que consiste en la realización de un barrido en la matriz de la imagen digital, por medio de bucles o recursividad, con el fin de que el proceso produzca la reducción de la escala de grises a dos únicos valores. Negro (= 0) y blanco (= 255), o lo que es lo mismo, un sistema binario de ausencia y presencia de color 0-1. La comparación de cada píxel de la imagen viene determinada por el umbral de sensibilidad (valor $T = \text{Threshold}$). Por ejemplo, los valores que sean mayores que el umbral toman un valor 255 (blanco) y los menores 0 (negro) [36].”

Este tipo de imágenes es ocho veces más chico que una imagen a escala de grises, además de ser muy utilizada en la reproducción de imágenes, visión artificial, segmentación y reconocimiento entrópico de caracteres.

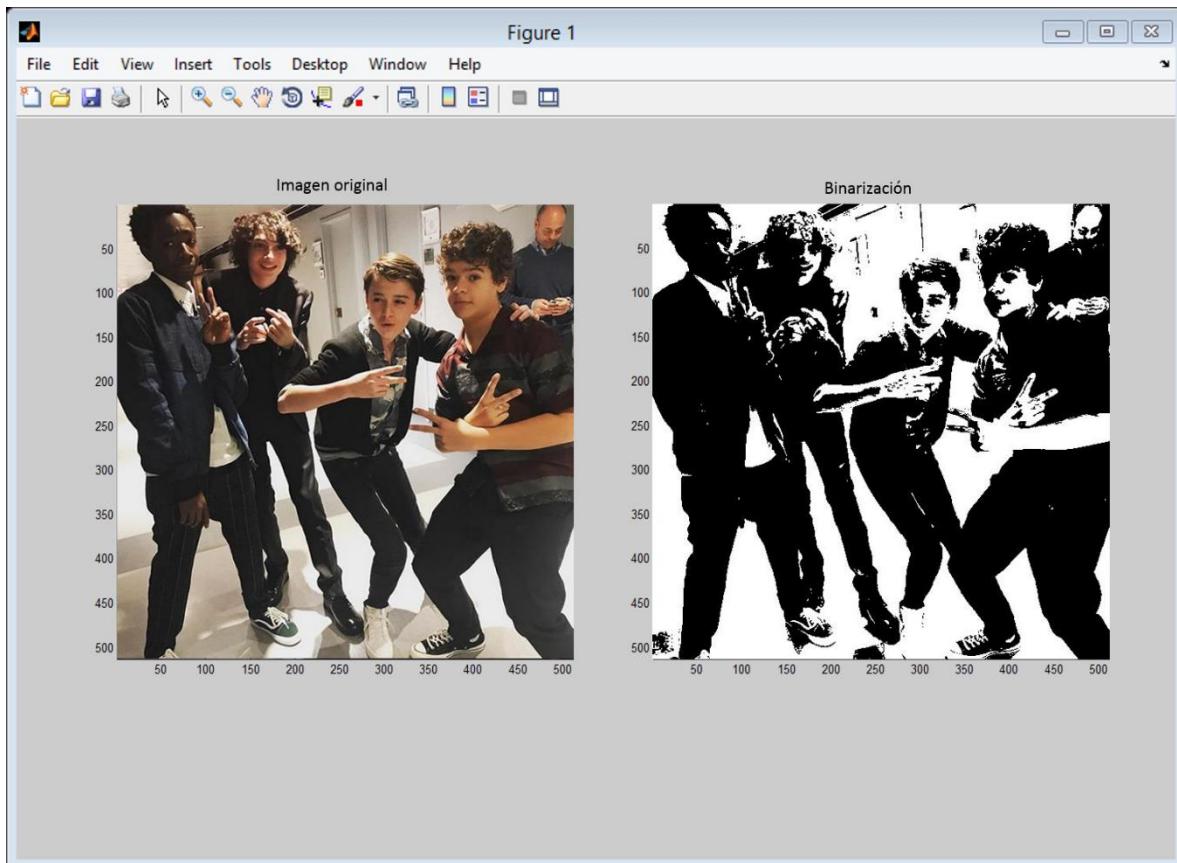


Figura 5.5 Transformación binaria

5.5 Negativo

Se basa en la detección del color opuesto al modelo de color de la imagen original, esta operación afecta cada pixel, independientemente de su vecindad, es decir: la unión o frontera que comparten dos o más pixeles. De esta forma invierte las tonalidades detectadas, similar al revelado de una película analógica, como se muestra en la figura 5.6. [37]

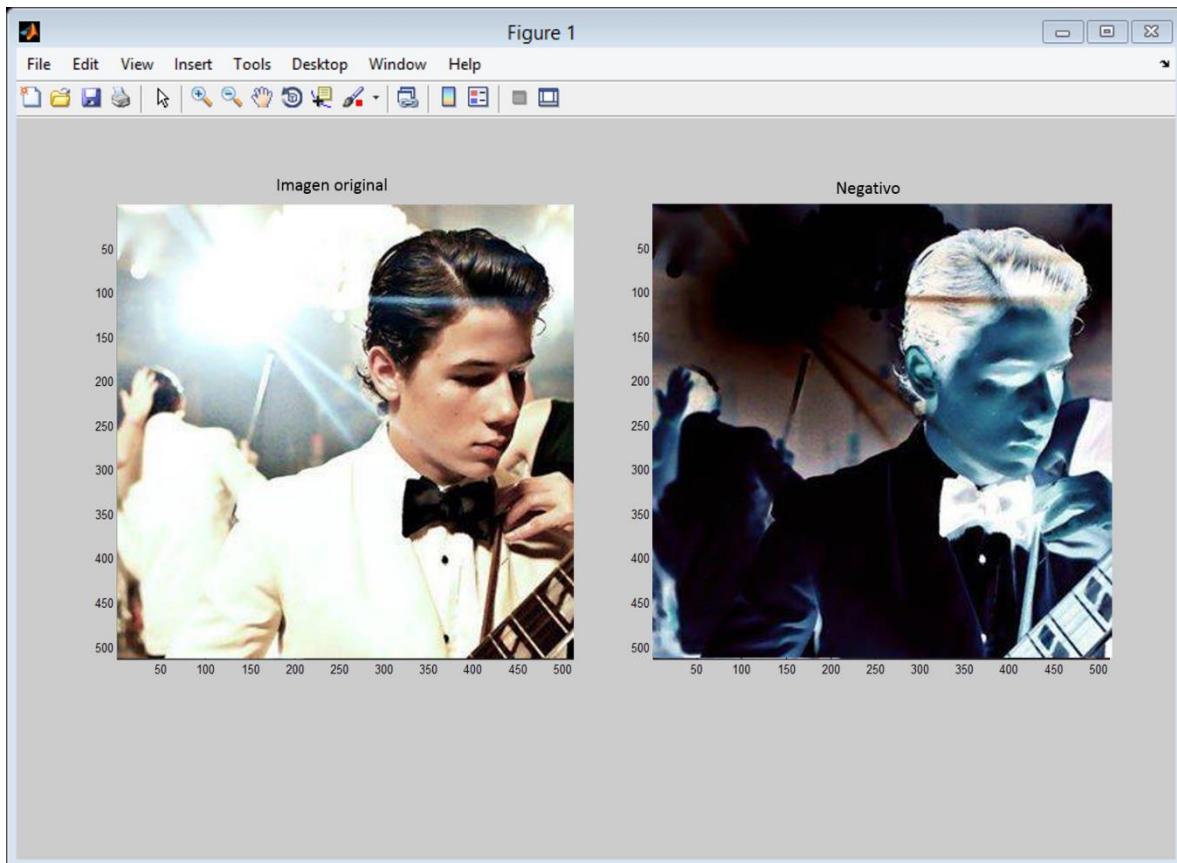


Figura 5.6 Negativo de una imagen

5.6 Contraste

Es la diferencia de intensidad de luz que se encuentra en una imagen, creando cierta opacidad como es muestra en la figura 5.7. Es capaz de ser corregida por medio de procesamiento digital o con luz artificial, con el objetivo de crear un balance de valores en la intensidad de un color, sin embargo si ambas superficies tienen el mismo brillo, el contraste será nulo.

$$(C)(L_{max} + L_{min}) \quad (5.2)$$

Donde CM o C es el contraste Michelson, L_{max} es la mayor cantidad de brillo de la imagen y L_{min} es el valor menor de brillo de la imagen.

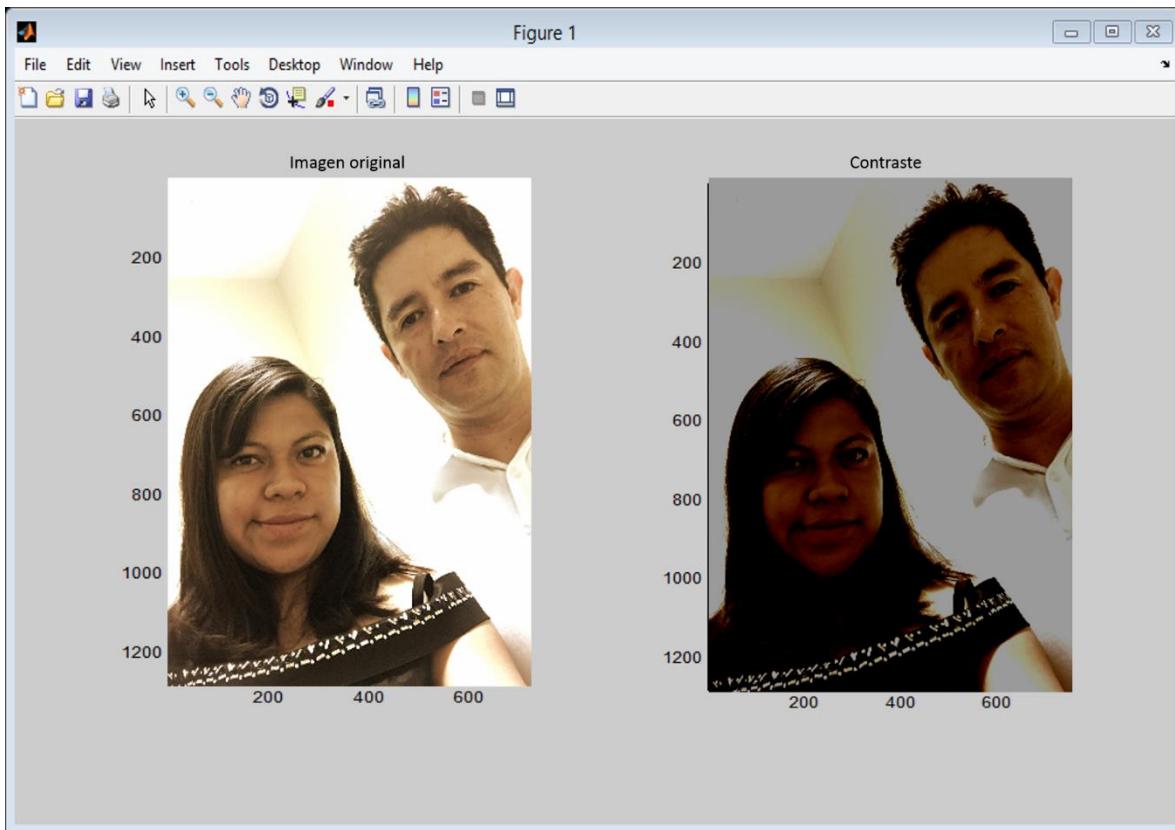


Figura 5.7 Contraste

5.7 Brillo

Es la cantidad de luz que emite o refleja un cuerpo y, en su proceso influye la velocidad de obturación en el momento de capturar una imagen. Es por ello que se perciben tonos más claros o más oscuros. Si bien, es posible modificar la gama de tonos que se encuentran en esta, permitiendo reducir el contraste, la perdida de detalle e incrementar la luminosidad, como se muestra en la figura 5.8 [38].

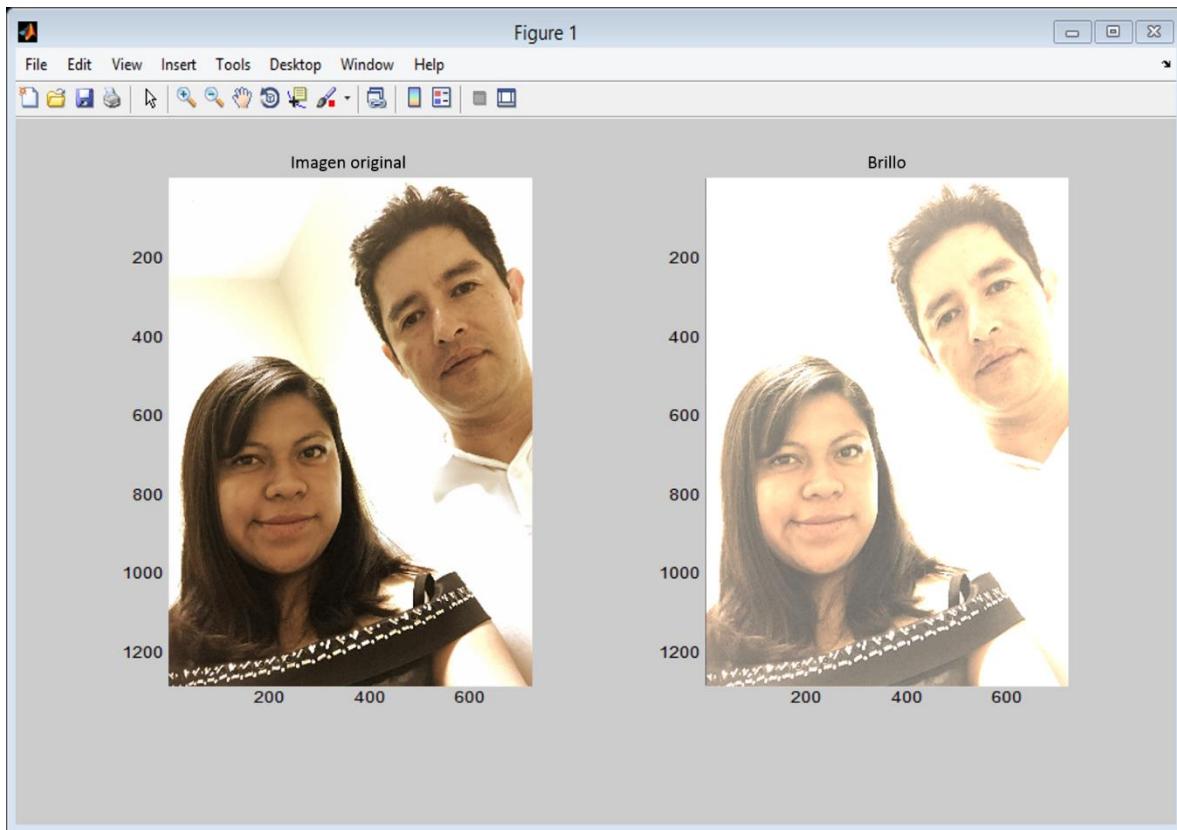


Figura 5.8 Intensidad de Brillo

La CIE definió la luminosidad L^* , a partir de la luminancia Y del color, expresada en candelas por metro cuadrado ($\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$) en relación con la luminancia Y_n del color blanco tomado como referencia. La luminosidad toma un valor entre 0 y 100, la fórmula matemática establecida se muestra a continuación:

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16, \quad \text{dónde } f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & \text{si } t > \left(\frac{6}{29}\right)^3, \\ \frac{1}{3}\left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{4}{29} & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (5.3)$$

5.8 Saturación

La saturación es una medida de la pureza o intensidad relativa del modelo de color RGB, CMY o HSI. Una de las propiedades del color es su valor, conocido como esplendor, esto se refiere a la mezcla de luz, siendo el grado de claridad o de oscuridad de un color. Además de una mezcla de pigmentos que son modificables con la adición de colores como blanco y negro [39], como se muestra en la figura 5.9.



A continuación, se muestra la fórmula matemática como muestra de valores que se afectan en la programación:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R - \mu)^2 + (G - \mu)^2 + (B - \mu)^2}{3}} \quad (5.4)$$

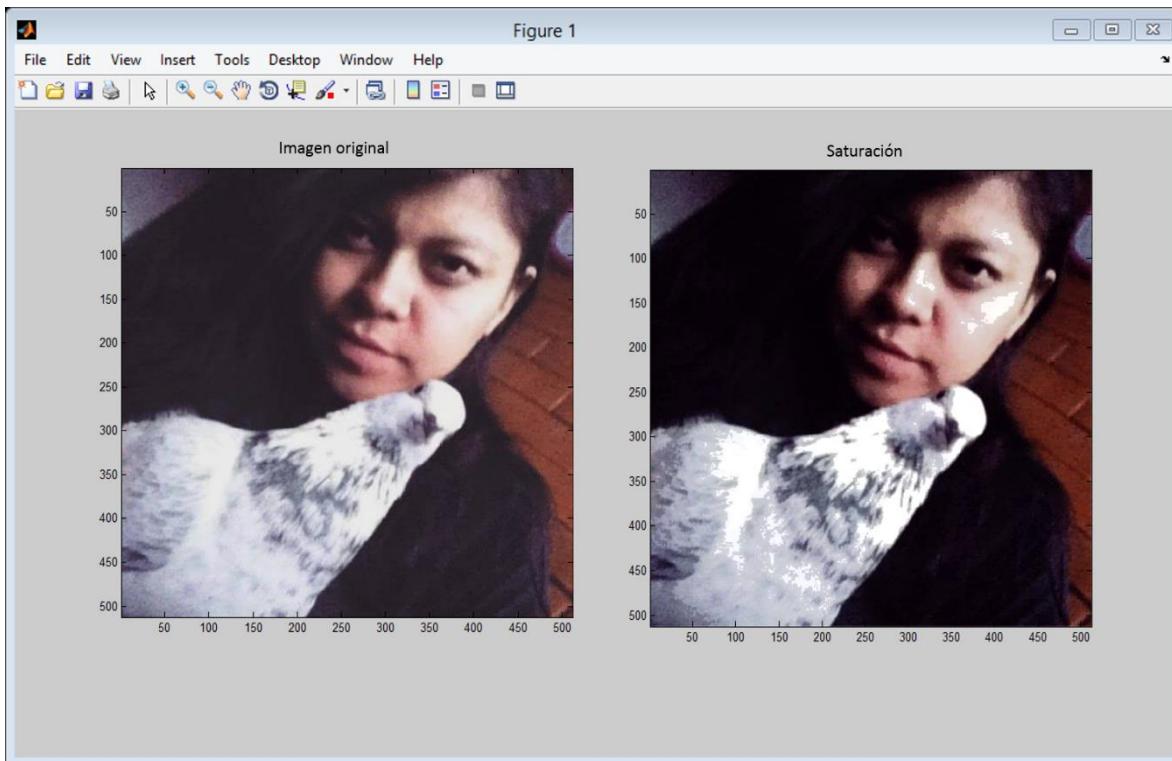


Figura 5.9 Saturación

5.9 Ruido

Es la perturbación en una señal al momento de la adquisición, transmisión o almacenamiento. En el caso de las imágenes visiblemente es un tipo de granulado indeseable que se presenta en situaciones de captura con poca luz o con una cámara de baja resolución, debido a los alcances focales que puede lograr el diafragma o el obturador.

Existen diferentes tipos de ruido, como lo son: el ruido gaussiano, sal y pimienta y ruido multiplicativo. Cada uno de estos, son diferentes, además de las características con las que cada uno de ellos es presente en la imagen.

El ruido gaussiano o normal, se produce al momento de captar la imagen y convertir los fotones en carga eléctrica. Debido a las condiciones de poca luz porque los píxeles del sensor están diseñados para generar señales eléctricas y codificarlas, aunque no estén recibiendo la señal. A diferencia del ruido llamado sal y pimienta, se consigue a consecuencia



de la saturación producida debido a la sensibilidad de infrarrojos de la cámara, lo que genera una carga excesiva en el pixel, ya sea por exceso o por defecto.

Por último, hay ruido generado por la falta de iluminación uniforme sobre la escena capturada. Este error es como si la imagen estuviera formada por la multiplicación de dos imágenes, por un lado, la imagen que refleja la intensidad de iluminación sobre los objetos y de otro la función de refracción de los cuerpos vistos en la escena. A esta categoría de ruido se le ha relacionado con los filtros homomórficos, es decir: es la unión o suma entre distintos objetos permitiendo la separación lineal de iluminación y reflectancia [40] [41] [42].

Lo recomendable para evitar el ruido es bajar la intensidad de la sensibilidad ISO de la cámara. En la figura 5.10 se muestra los diferentes tipos de filtro de ruido aplicado en una imagen.

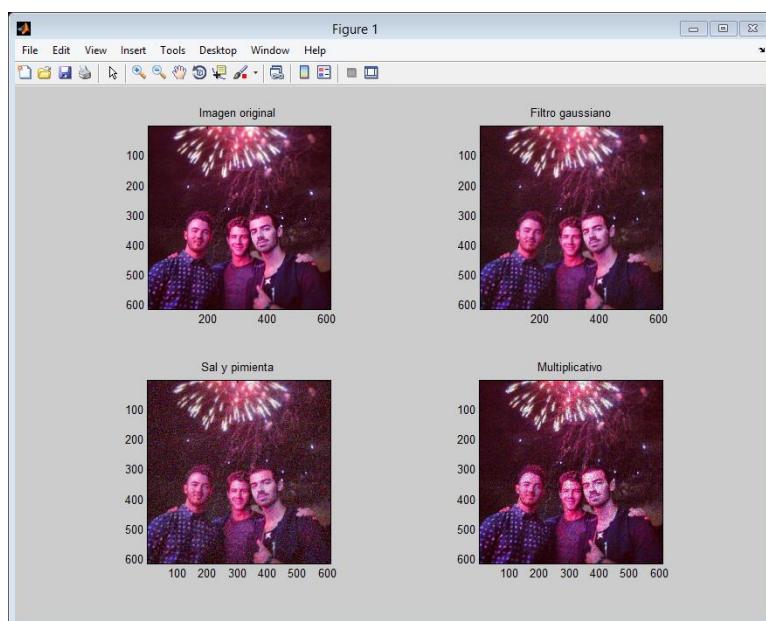
Sal y pimienta:

$$X_{obs}(t) = X_{in}(t) + A \sum_{n=0}^{N_{glitch}} \delta(t - T_n); \quad \delta(t) = \begin{cases} 1, & \text{si } t = 0 \\ 0, & \text{si } t \neq 0 \end{cases} \quad (5.5)$$

Multiplicativo:

$$X_{obs}(t) = X_{in}(t) \eta(t) \quad (5.6)$$

Las formulas presentadas se obtuvieron de [43].



5.10 Filtros de ruido



5.10 Identificación de bordes

Esta técnica se basa en reconocer objetos por medio de extraer el contorno de la figura, releva los bordes que se encuentran en la imagen, mostrando lo que reconoce, como se observa en la figura 5.11.

En la actualidad este tipo de procesamiento es útil para la identificación de hallazgos arqueológicos e implementaciones en robots de inteligencia artificial.

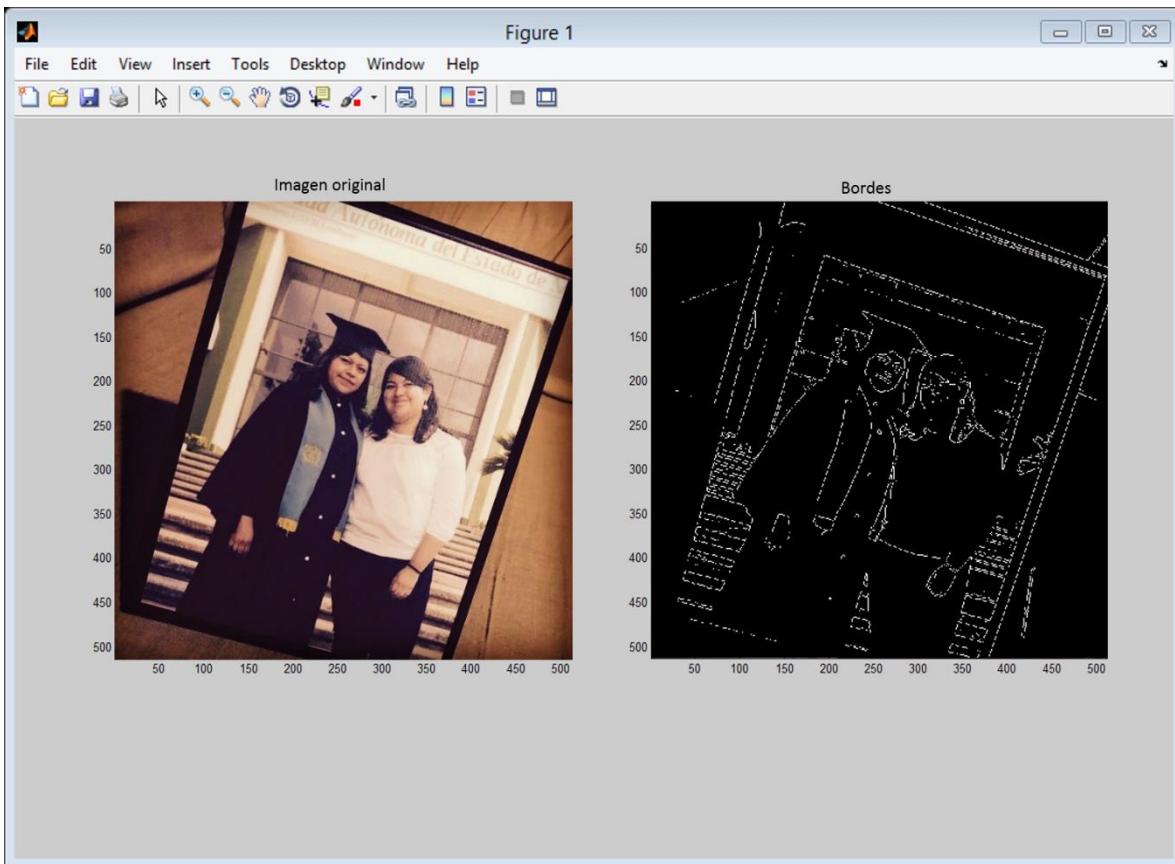


Figura 5.11 Detección de Bordes

5.11 CMYK

Es el sistema cuatricromático utilizado en la impresión a color, se obtiene imprimiendo sucesivamente cuatro veces la misma superficie, por medio de la mezcla de la mayoría de los colores a partir de tres primarios aditivos, más el negro y el blanco del papel.

Este proceso se lleva a cabo mediante la separación de color, es decir que pasa por ciertos filtros de colores primarios como lo son el modelo RGB. Siendo así que el filtro de color rojo permite el paso de los colores verde y azul creando el color cian, mientras que el filtro del color verde permite el paso de los colores rojo y azul, haciendo el color



magenta y finalmente el filtro de color azul permite el paso de luces rojas y verdes, para originar el color amarillo [39].

En la figura 5.12 se muestra la conversión de colores del modelo RGB a CMY. Para lograr la conversión, primero se pasa de CMYK a CMY y posteriormente a RGB, como se muestra en las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$t_{CMYK} = \{C, M, Y, K\} \text{ es el cuádruple CMYK en } [0,1]^4, \quad (5.7)$$

$$t_{CMY} = \{C, M, Y\} \text{ es el triple CMY en } [0,1]^3,$$

$$t_{RGB} = \{R, G, B\} \text{ es el triple RGB en } [0,1]^3,$$

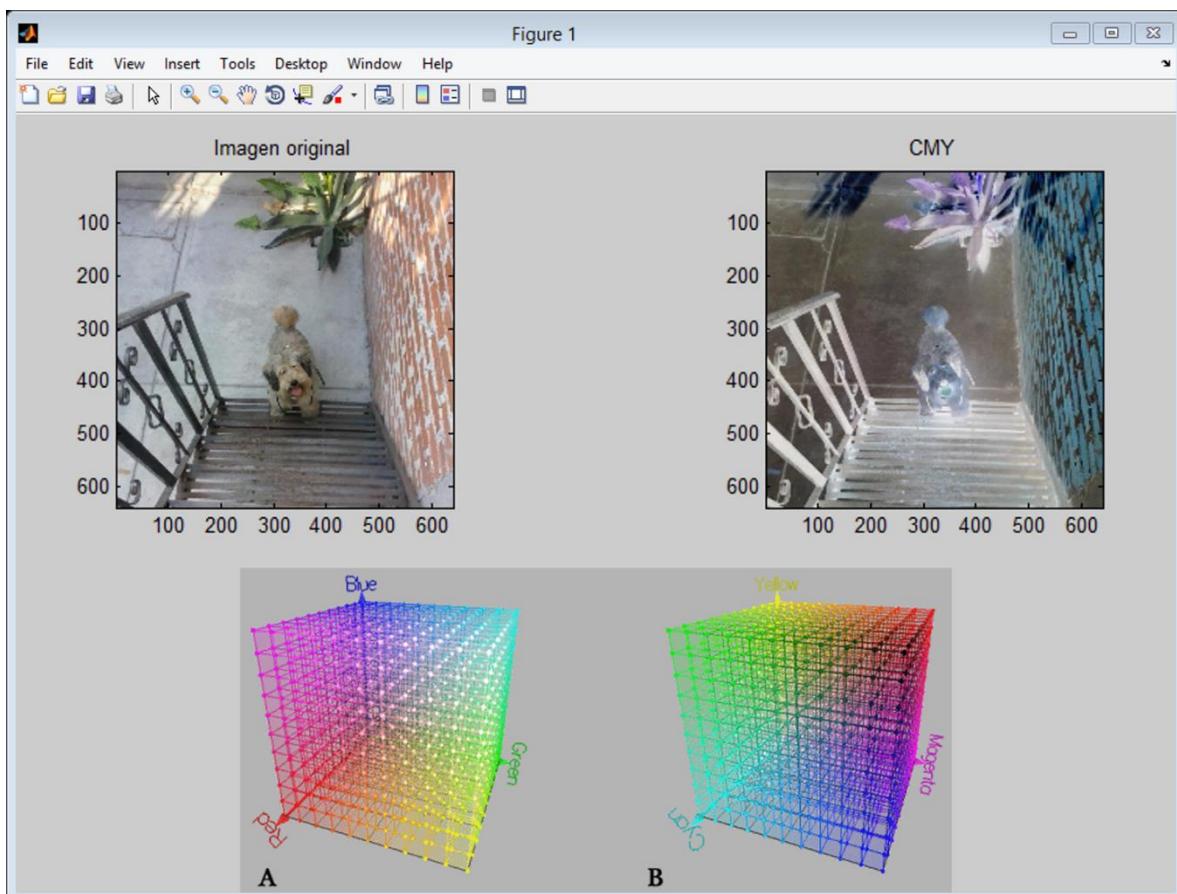


Figura 5.12 Cambio de color RGB a CMY

5.12 HSI

Se representa como tres componentes: (Hue) tono, (Saturation) saturación e (Intensity) intensidad. Las siguientes ecuaciones matemáticas son fórmulas que se utilizan por



medio de funciones en programación, de esta manera se pueden conocer cantidades precisas:

Donde C es croma y los valores se especifican de la siguiente manera:

$$\text{Tono (H)} = H \in [0^\circ, 360^\circ]$$

$$\text{Saturación (S)} = S_{HSI} \in [0,1]$$

$$\text{Intensidad (I)} = I \in [0,1]$$

$$H' = \frac{H}{60^\circ} \quad (5.8)$$

$$Z = 1 - |H' \bmod 2 - 1|$$

$$C = \frac{3 \cdot I \cdot S_{HSI}}{1 + Z}$$

$$X = C \cdot Z$$

Se puede volver a encontrar o reestablecer el modelo de color RGB, usando un valor intermedio como un segundo componente, que coincide con claridad.

$$(R_1, G_1, B_1) = \begin{cases} (0,0,0) & \text{si } H \text{ es indefinido} \\ (C, X, 0) & \text{si } 0 \leq H' \leq 1 \\ (X, C, 0) & \text{si } 1 \leq H' \leq 2 \\ (0, C, X) & \text{si } 2 \leq H' \leq 3 \\ (0, X, C) & \text{si } 3 \leq H' \leq 4 \\ (X, 0, C) & \text{si } 4 \leq H' \leq 5 \\ (C, 0, X) & \text{si } 5 \leq H' \leq 6 \end{cases} \quad (5.9)$$
$$m = I \cdot (1 - S_{HSI})$$
$$(R, G, B) = (R_1 + m, G_1 + m, B_1 + m)$$

Estos espacios de color se desarrollaron con la finalidad de ser más "intuitivos" en la manipulación del color y fueron diseñados para aproximarse a la forma en que el ojo humano percibe el color. El modelo de color HSI es mejor para las funciones tradicionales de procesamiento de imágenes como se muestra en la figura 5.13, como convolución, ecualización, histogramas, etc., que operan mediante la manipulación de los valores de brillo ya que la intensidad depende igualmente de los colores RGB.

En los sistemas de procesamiento de imágenes, a menudo es conveniente especificar colores de una manera que sea compatible con el hardware utilizado. Aunque estos sistemas son computacionalmente prácticos, no son útiles para la especificación del usuario y el reconocimiento de colores. El usuario no puede especificar fácilmente un color deseado en el modelo RGB [44] [45] [46].

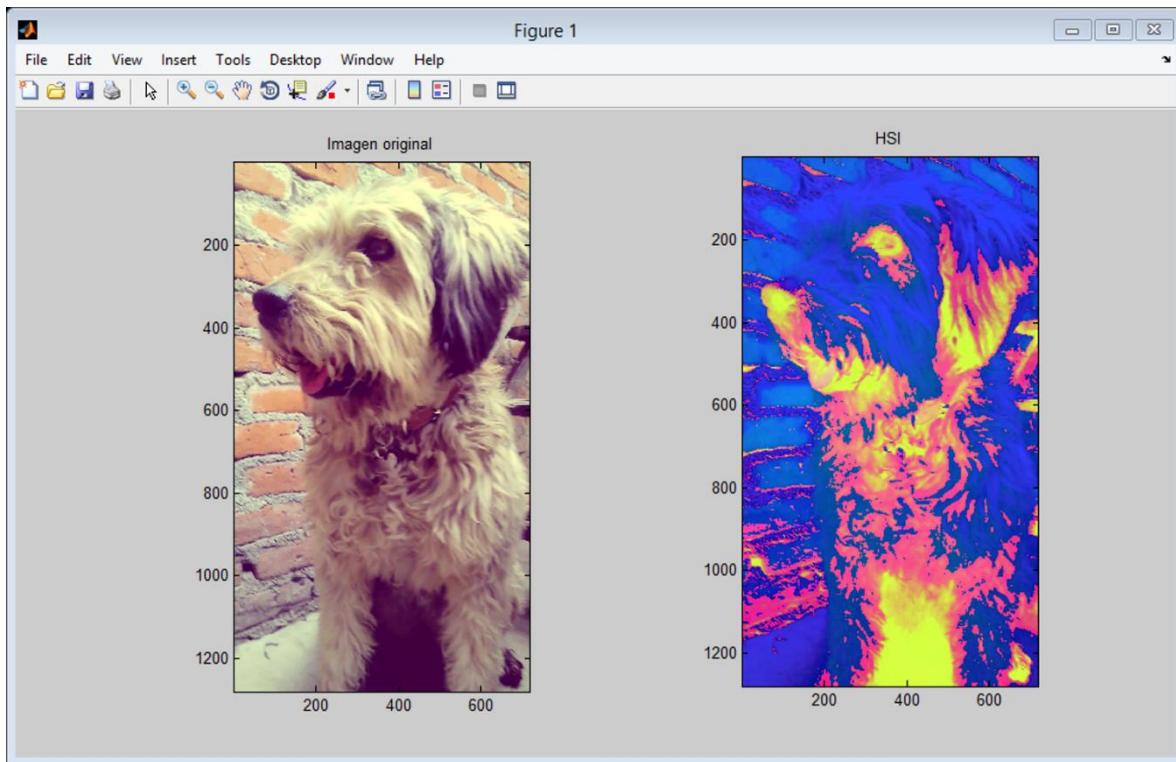


Figura 5.13 Modelo HSI en una imagen RGB

5.13 YIQ

El modelo de color YIQ se deriva del espacio de color YUV y se usa principalmente por el estándar de video en color compuesto NTSC, como lo son las 8videocaseteras.

En donde (I) significa "en fase" y el (Q) para "cuadratura", es el método de modulación utilizado para transmitir la información de color en señales televisivas o de video [46]. Las siguientes ecuaciones se aproximan a la conversión del modelo RGB a YIQ son:

$$R, G, B, Y \in [0,1], I \in [-0.5957, 0.5957], Q \in [0.5226, 0.5226] \quad (5.10)$$

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

En la figura 5.14 se muestra el resultado de dicho procesamiento.

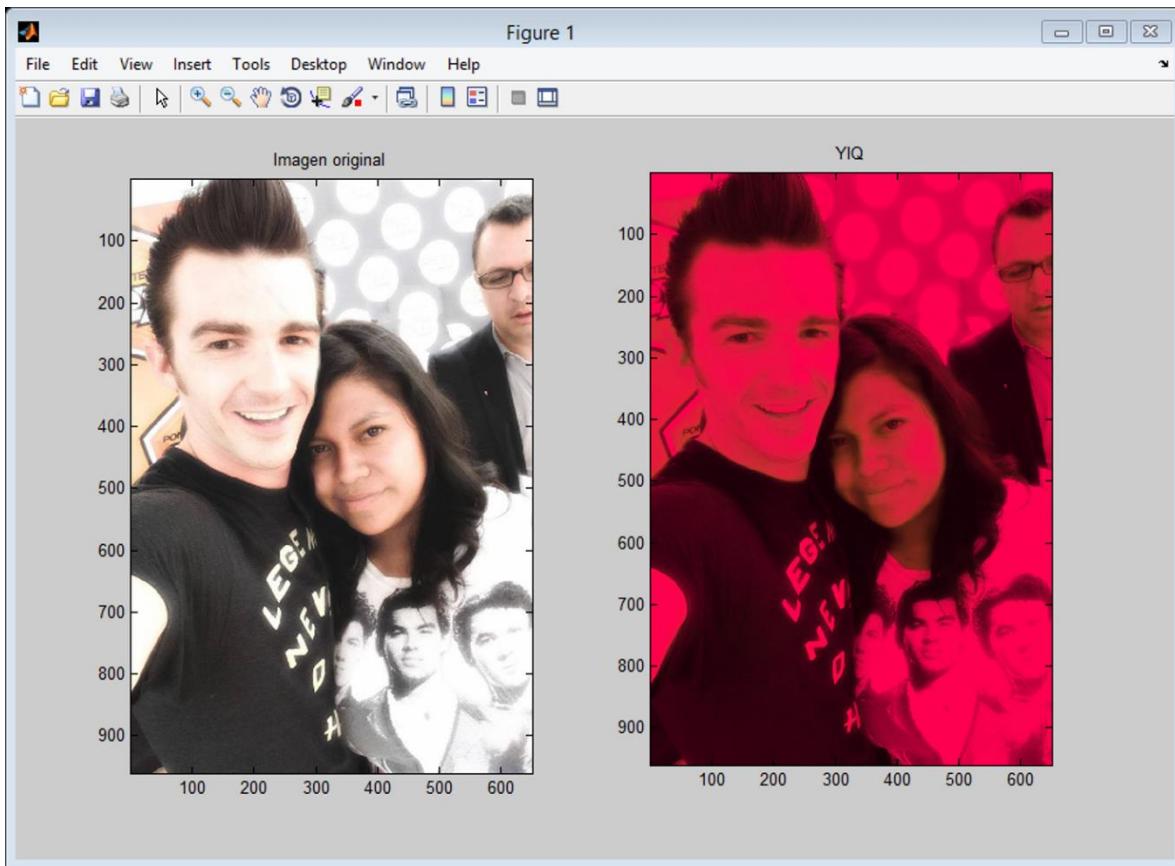


Figura 5.14 Modelo YIQ en una imagen RGB

5.14 Técnicas Lógicas

Este tipo de técnicas son utilizadas en el ámbito médico, cuando se requiere un diagnóstico por medio de imágenes, como lo son rayos X, ultrasonidos, o cualquier tipo de detección de objetos.

5.14.1 AND

A & B realiza un Y lógico de matrices, donde A y B regresan una matriz que contiene elementos lógicos en 0 y 1. El resultado de salida de la matriz se establece como 1 solo cuando ambas matrices contienen valores distintos de cero. En la figura 5.15 se muestra un and en dos imágenes diferentes [47].

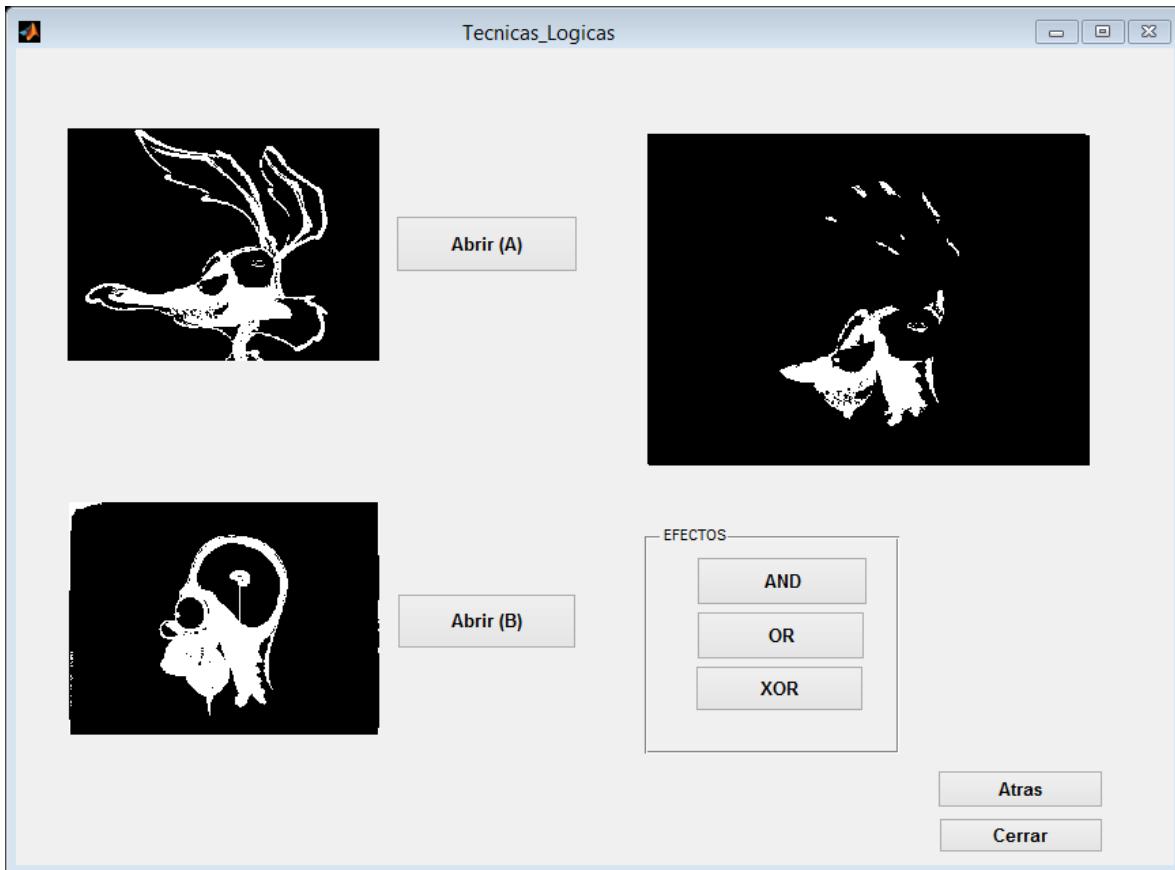


Figura 5.15 Función AND

5.14.2 OR

$A \mid B$ realiza un OR lógico de matrices, donde A y B devuelven una matriz con elementos lógicos 1 y 0. El resultado de la matriz se define como el lógico 1 (true) si cualquiera de sus matices contiene un valor distinto a cero, de esta manera los ceros indican puntos en donde ambas matrices tienen un valor lógico 0 (false), como se muestra en la figura 5.16 [48].

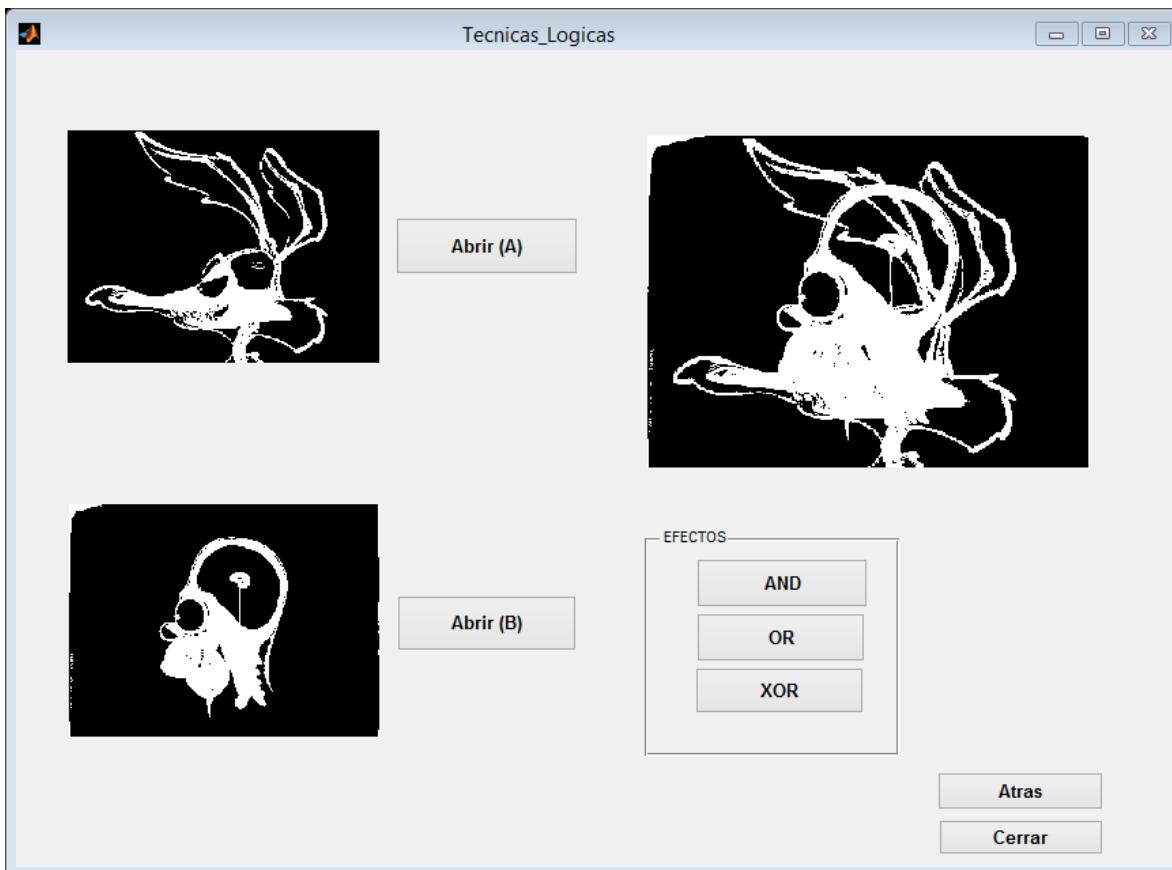


Figura 5.16 Función OR

$$C = xor(A, B)$$

5.14.3 XOR

Su función es realizar un OR exclusivo de matrices con valores lógicos 1 (true) o lógico 0 (false), conocido como binarios, que consta solo de dos colores: blanco y negro. Un elemento de la matriz de salida se establece en 1 si A o B contienen un elemento distinto, de lo contrario el elemento de la matriz se establece en 0.

Las entradas A y B, deben ser del mismo tamaño, de lo contrario el programa genera un error al momento de analizar las matrices de ambas imágenes, como se observa en la figura 5.17.

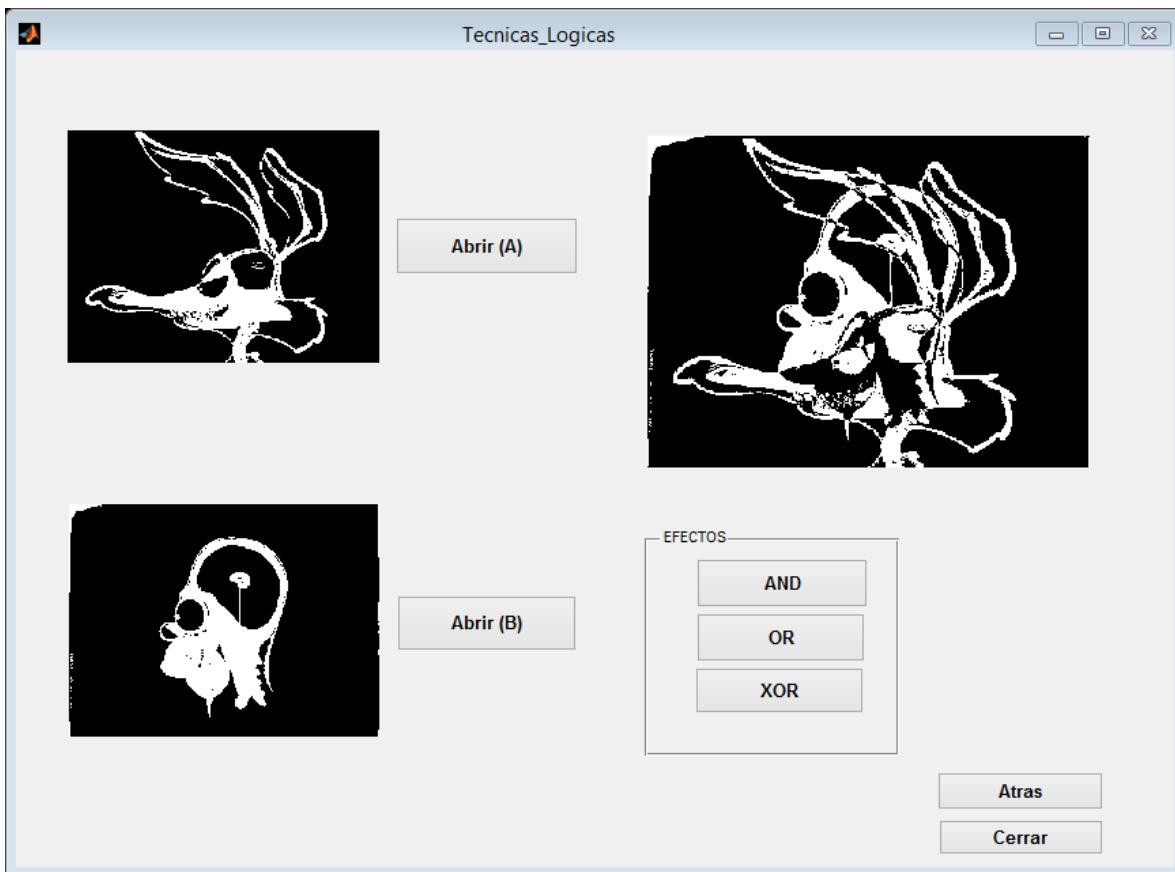


Figura 5.17 Función XOR



CAPÍTULO 6. INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

En este capítulo se propone el desarrollo de una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI, Graphical User Interface) por medio del software MATLAB. Para ello es necesario conocer un poco del entorno en el que se va a trabajar. Además, se proponen ejercicios para que se comprenda como modificar las variables, y el aspecto de la interfaz. También se hace mención de las funciones del entorno de programación, mismas que no pueden ser modificables, porque el programa lo puede considerar como un error.

6.1 Diseño de la Interfaz principal (Menú)

Para la creación de una interfaz gráfica en la ventana de comandos o “Command Window” se coloca la instrucción guide y aparecerá una ventana como se muestra en la figura 6.1

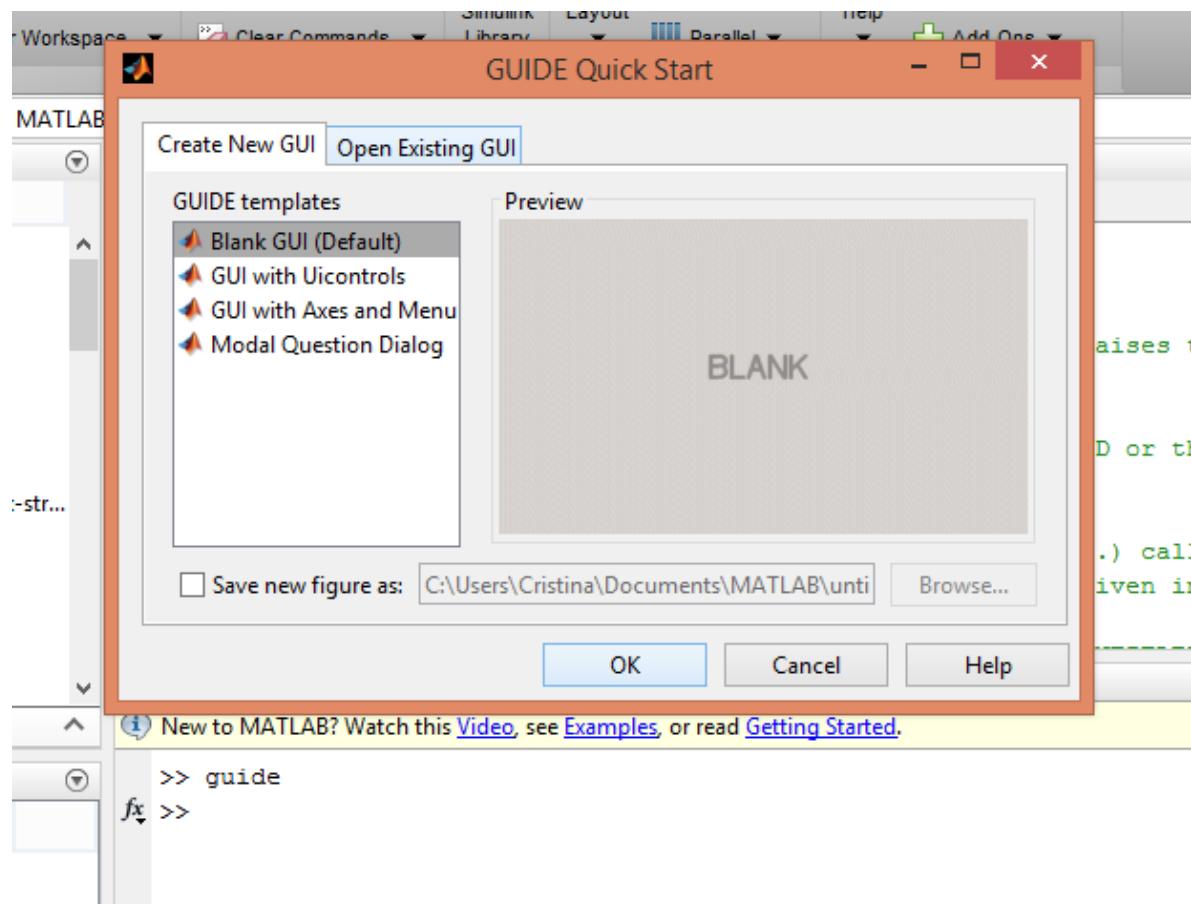


Figura 6.1 Guide: ventana para creación de nueva interfaz.



Se selecciona la primera opción, de tal manera que muestra un entorno para poder diseñar lo que se desea. Para comenzar, se realiza una GUI llamada “menu”¹ esta se enlaza con otras dos interfaces (que se desarrollaran más adelante), donde se muestran las técnicas básicas y las técnicas lógicas.

En la figura 6.2 se puede observar el entorno de diseño.

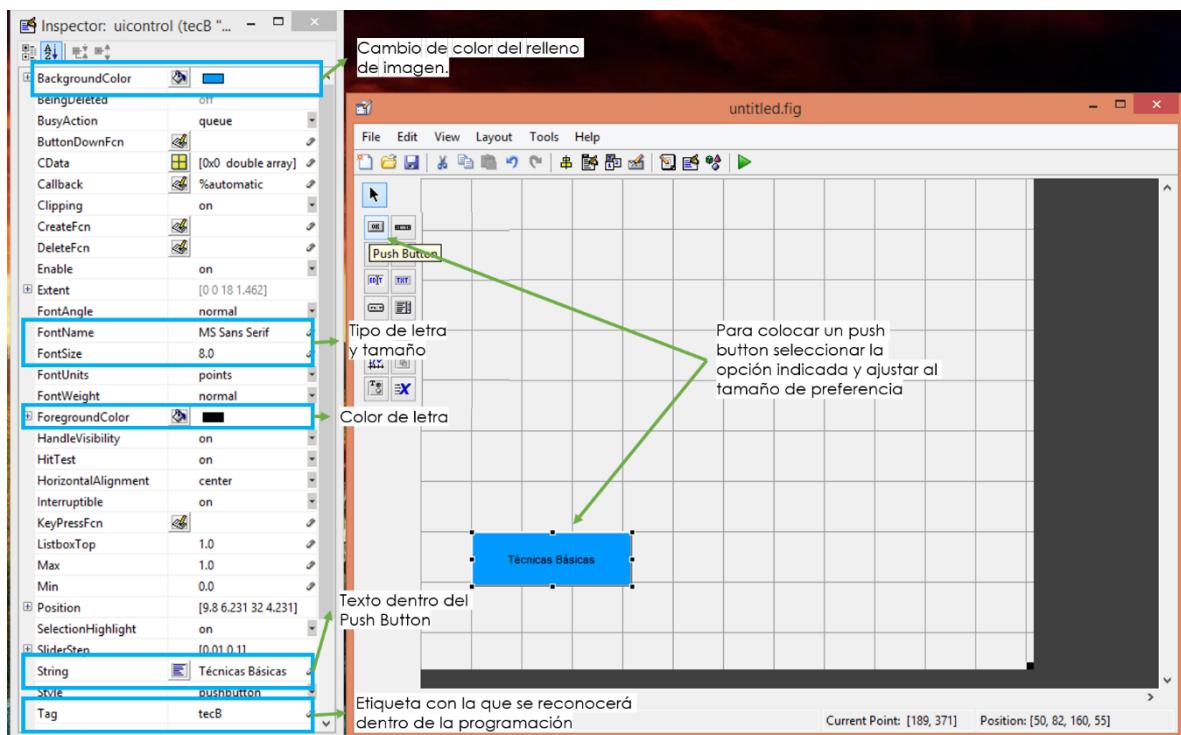


Figura 6.2 Entorno de diseño

Los objetos usados fueron **push button**, elementos que sirven para llamar funciones dentro de la interfaz. De estos se colocaron tres, con los siguientes nombres:

1. Técnicas Básicas: conecta con la interfaz que se llama “Tecnicas_básicas”¹
2. Técnicas Lógicas: conecta con la interfaz que se llama “Tecnicas_lógicas”
3. Cerrar: cierra la interfaz.

Para colocar una imagen de fondo, se colocó un **axes** del tamaño que abarca la interfaz como se muestra en la figura 6.3. La imagen que se desea mostrar debe estar guardada en el mismo sitio en donde se guarda la interfaz, de lo contrario manda un mensaje de error en el que dice que el objeto no existe.

Para poner los textos que se encuentran en la parte inferior de la interfaz, se colocaron **Static Text** y se editó el texto en la propiedad String.

¹ En el código de programación no se pusieron acentos debido a restricciones impuestas por la versión de MATLAB empleada.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

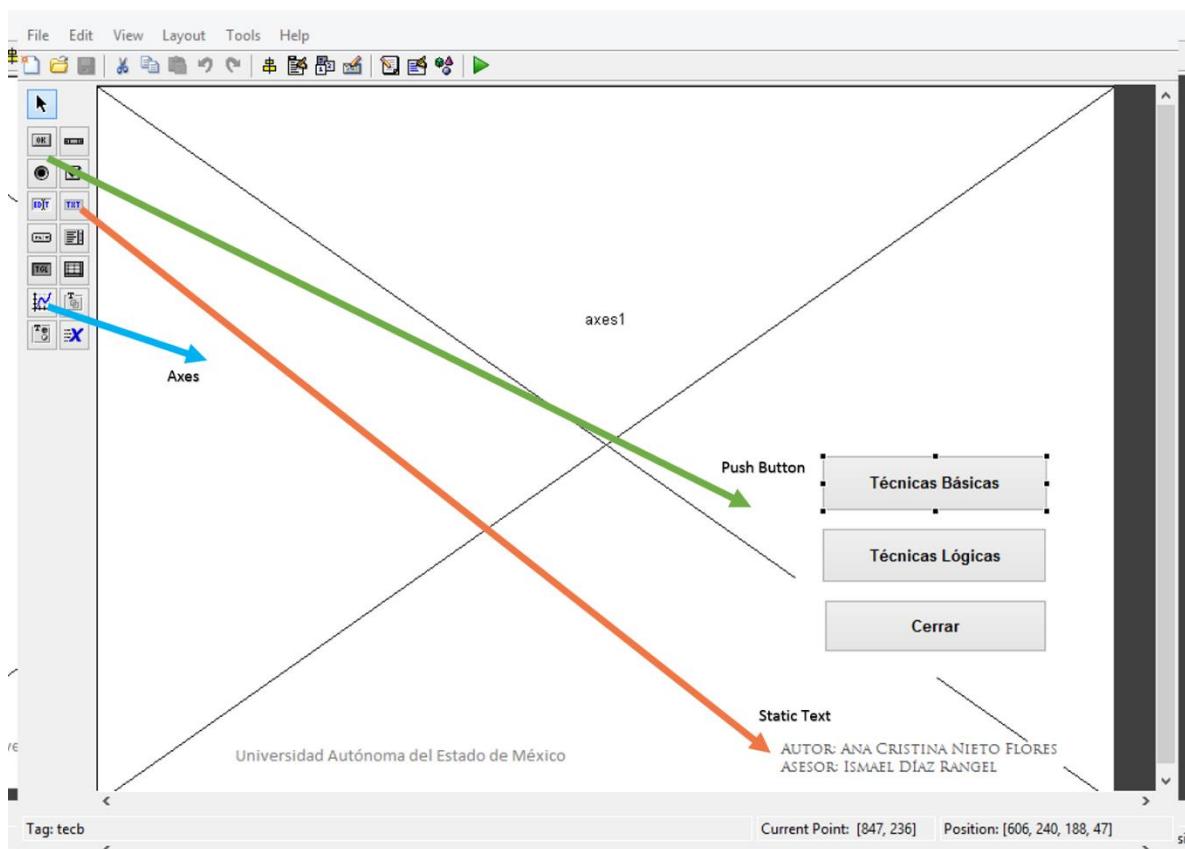


Figura 6.3 Diseño de interfaz Menú

Para editar el texto y etiqueta de función que tiene cada botón, se da doble clic sobre el objeto, y se abrirá una ventana llamada **Inspector**. Figura 6.4



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

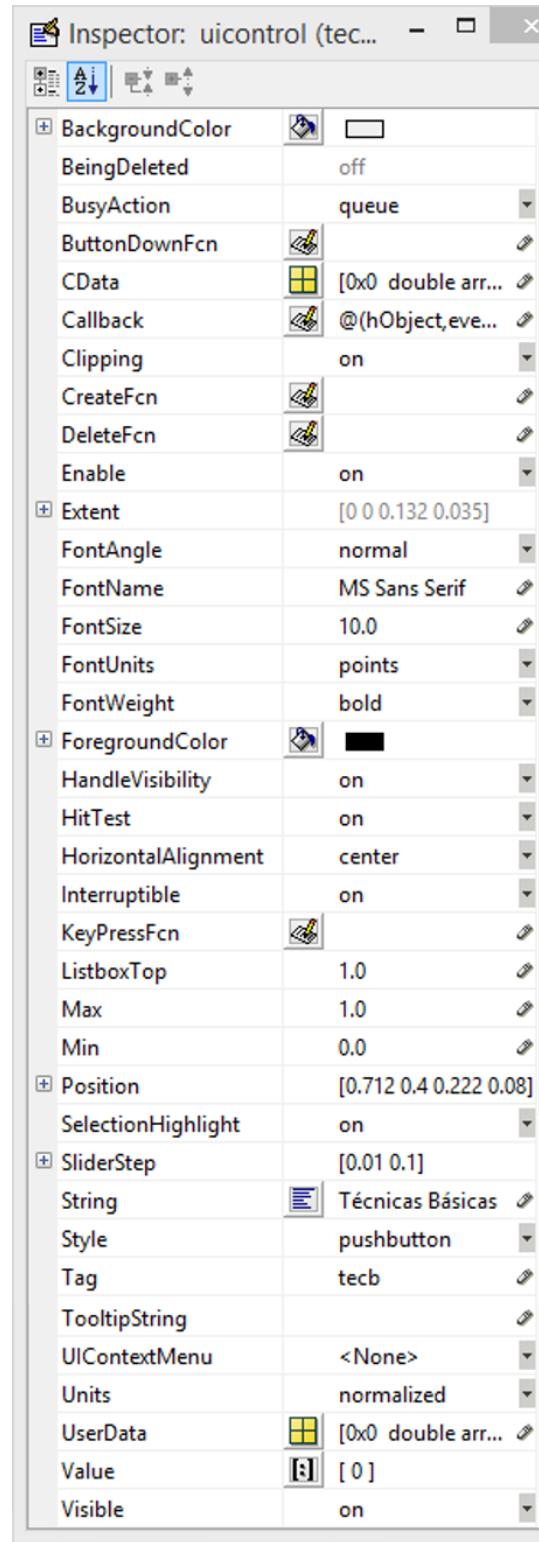


Figura 6.4 Inspector de propiedades del objeto.



En la tabla 6.1 Se muestran algunas de las propiedades que pueden editarse para modificar el diseño del objeto.

Tabla 6.1 Propiedades editables

Edición en:	Función
BackgroundColor	Cambia el color del botón.
FontName	Nombre de letra o Tipografía
FontSize	Tamaño de fuente
FontWeight	Estilo de fuente, negrita, cursiva, etc.
ForegroundColor	Color de letra
String	Texto que se encuentra en el botón.

Finalmente se guarda con: **Ctrl+S** o file -> save as... y se da un nombre.

Los nombres que se asignan a las figuras o su código deben tener un _ (guion bajo) para mostrar una separación si así se desea, de lo contrario si se pone un espacio con el tabulador MATLAB muestra una pantalla que marca error como se observa en la figura 6.5, donde dice que se debe de cambiar el nombre y especifica que los nombres deben comenzar con una letra y contener solo letras, números o guiones bajos

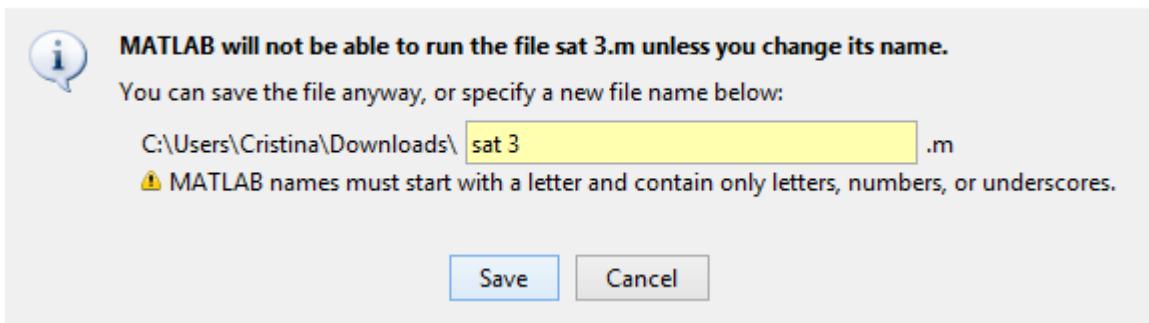


Figura 6.5 Mensaje: error de nombre

Para ejecutar el programa y revisar su funcionamiento es necesario dar en el botón o **Ctrl+T**, si al correr el programa muestra el mensaje de la figura 6.6, es porque la imagen que se ha seleccionado de fondo no se encuentra guardada en la misma carpeta que la interfaz, si no aparece el error el programa correrá sin ningún problema. Figura 6.7



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

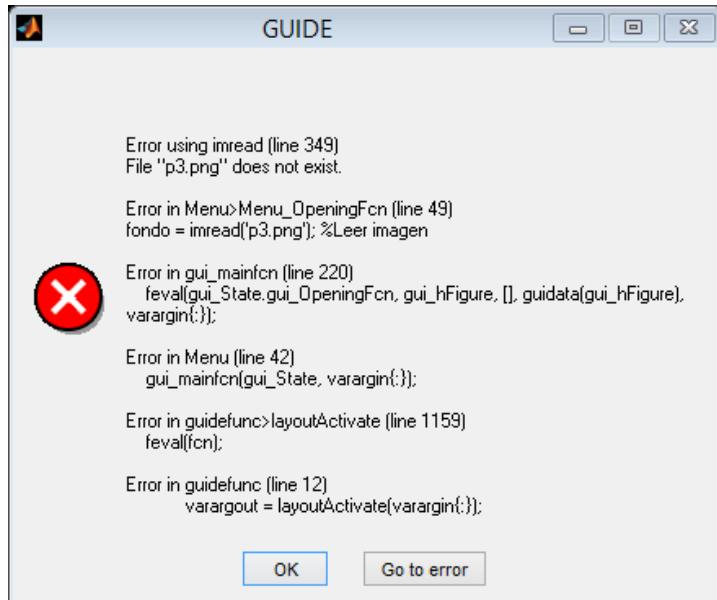


Figura 6.6 Error para mostrar imagen de fondo.



Figura 6.7 Interfaz Menú



6.1.1 Programación interfaz menú

El diagrama 1 muestra la estructura en la que se basa la programación de esta interfaz.

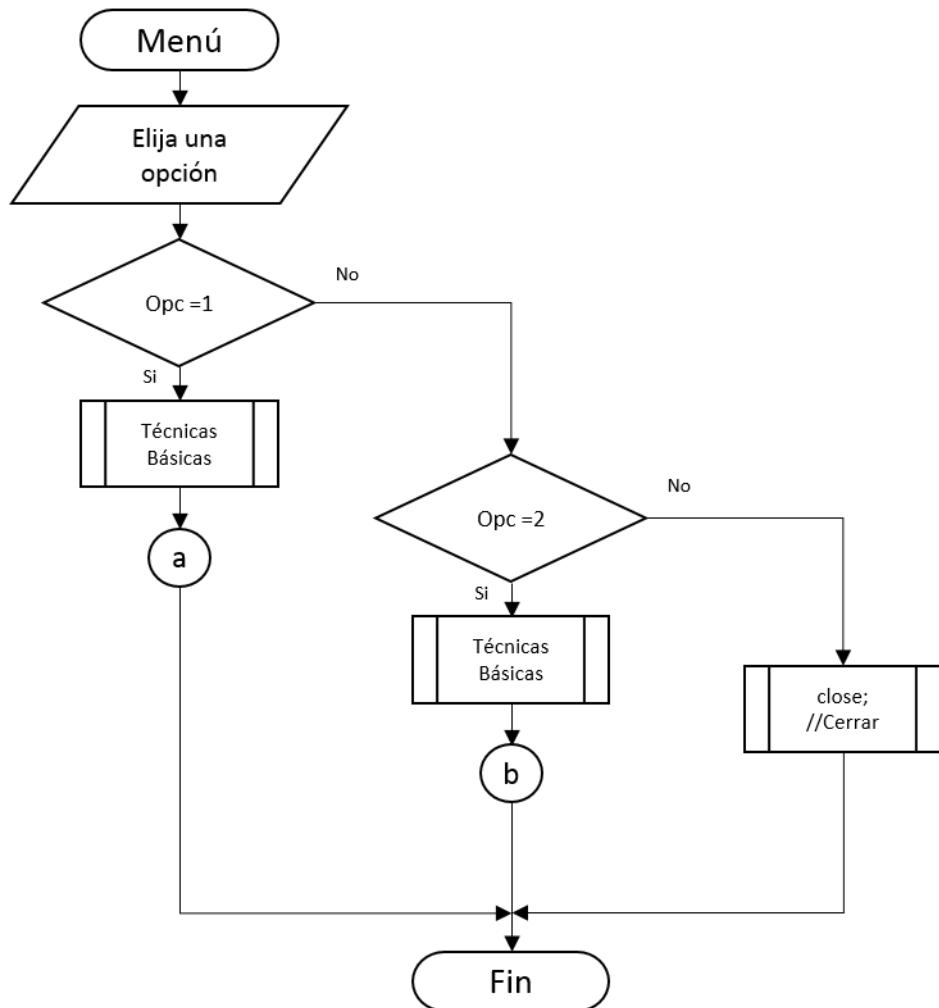


Diagrama 1. Menú

6.1.2 Imagen de fondo

Se colocó un axes del tamaño de la interfaz (la parte cuadriculada que se encuentra en color gris).

```
% --- Se ejecuta justo antes de que el Menú se haga visible
function Menu_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
fondo = imread('p3.png'); %Lee la imagen, ('p3.png') es el nombre de la
%imagen, por lo tanto se asigna el nombre de la imagen que desea mostrar y su
%extensión, como JPG, PNG, TIF, entre otras y la guarda en la variable "fondo",
%este nombre puede cambiar, por el que el usuario desee.
axes(handles.axes1); %Carga la imagen que fue guardada en la variable y la
%muestra en axes1
```



```
axis off; %se desactiva el axes de fondo para evitar futuros inconvenientes.  
imshow(fondo); %muestra la imagen.  
handles.output = hObject;  
guidata(hObject, handles);
```

6.1.3 Programación de botones

Para programar cada uno de los botones, se siguen los pasos (Figura 6.8):

1. Botón derecho sobre el objeto (push button)
2. View Callbacks
3. Callback

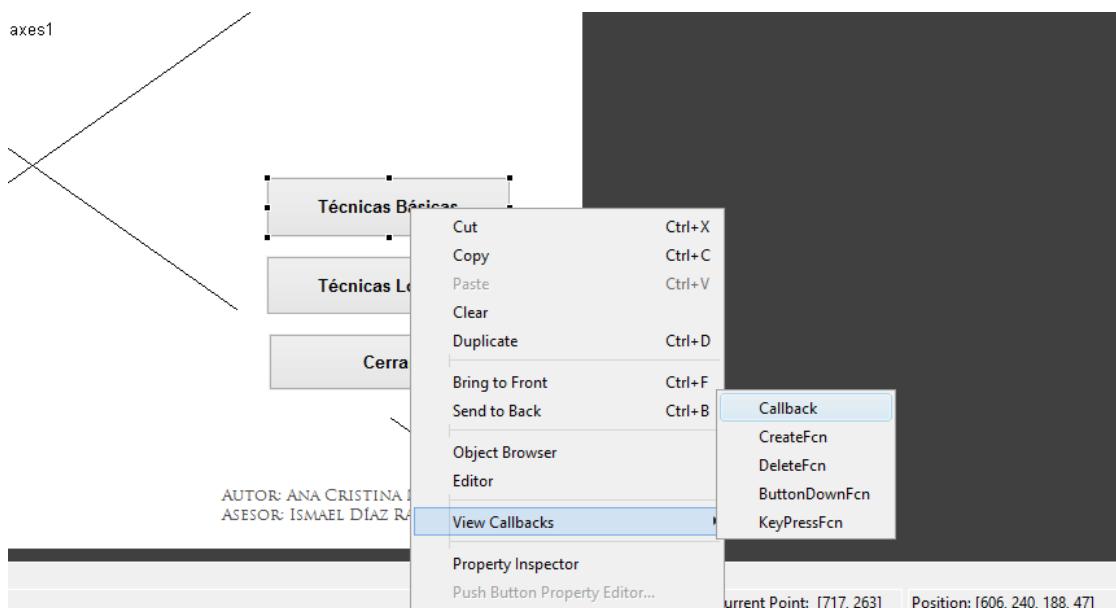


Figura 6.8 Llamado al editor de programación

6.1.4 Botón Técnicas Básicas

Al presionar **callback** muestra el editor de la figura que permite comenzar con la programación de esta. Como lo que se desea es que al seleccionar cualquiera de los botones cambie de interfaz o se cierre, la programación del botón **Técnicas Básicas** es la siguiente:

```
% --- Ejecuta cuando se presiona el botón tecb (tecb es el nombre de la etiqueta)  
function tecb_Callback(hObject, eventdata, handles) %Función del botón tecb  
close(Menu); %Cierra la interfaz Menu  
Tecnica_Basicas %Muestra la interfaz Tecnicas_Basicas
```

Al dar clic en el botón **Técnicas Básicas**, ejecutará la interfaz que se muestra en la figura 6.9.

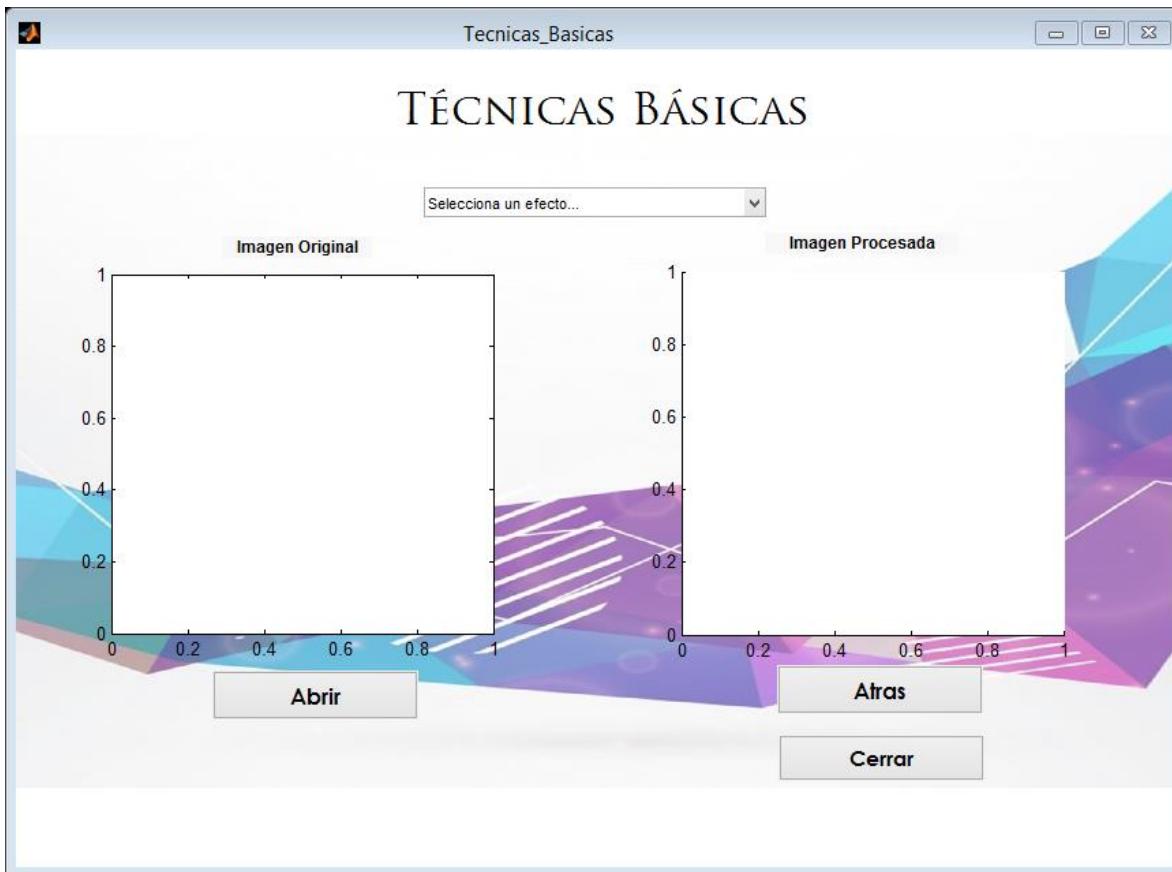


Figura 6.9 Interfaz Técnicas_Básicas

6.1.5 Botón Técnicas Lógicas

Se llama al editor de programación, como se mostró anteriormente, al dar clic en el botón **Técnicas Lógicas**, deberá cumplir la función programada, similar a **Técnicas Básicas**, como se muestra a continuación:

```
% --- Ejecuta cuando se presiona el botón tecl (tecl es el nombre de la etiqueta)
function tecl_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(Menu); %Cierra la interfaz Menu
Tecnicas_Logicas %Muestra la interfaz Tecnicas_Logicas
```

Por lo tanto, al dar clic en el botón **Técnicas Lógicas**, muestra esta interfaz. (Figura 6.10)

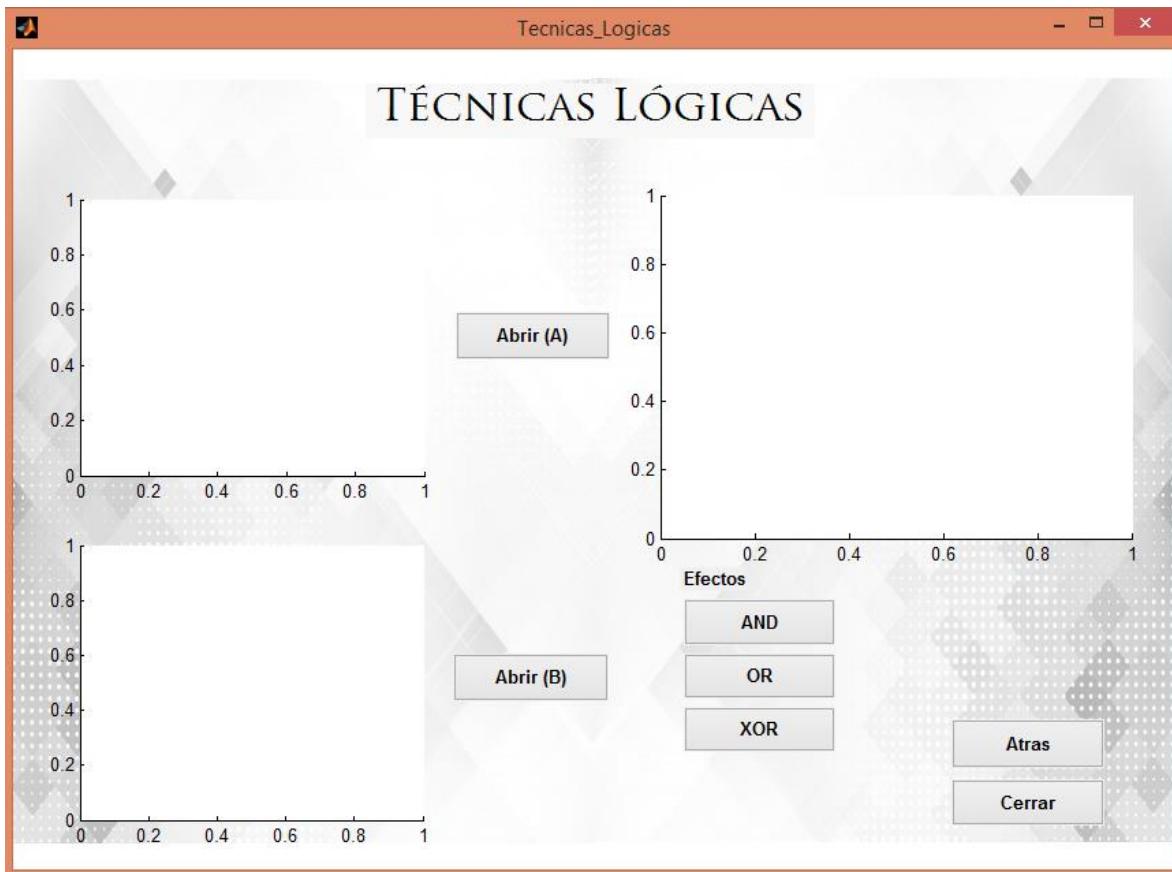


Figura 6.10 Interfaz Técnicas_Lógicas

6.1.6 Botón Cerrar

Su función es cerrar en totalidad la interfaz, a diferencia del botón atrás que se encuentran en las interfaces de Técnicas Básicas y Técnicas lógicas que permite volver al menú principal.

```
% --- Ejecuta cuando se presiona el botón cerrar.  
function cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)  
close; %Cierra la interfaz
```

6.2 Diseño Interfaz Técnicas Básicas

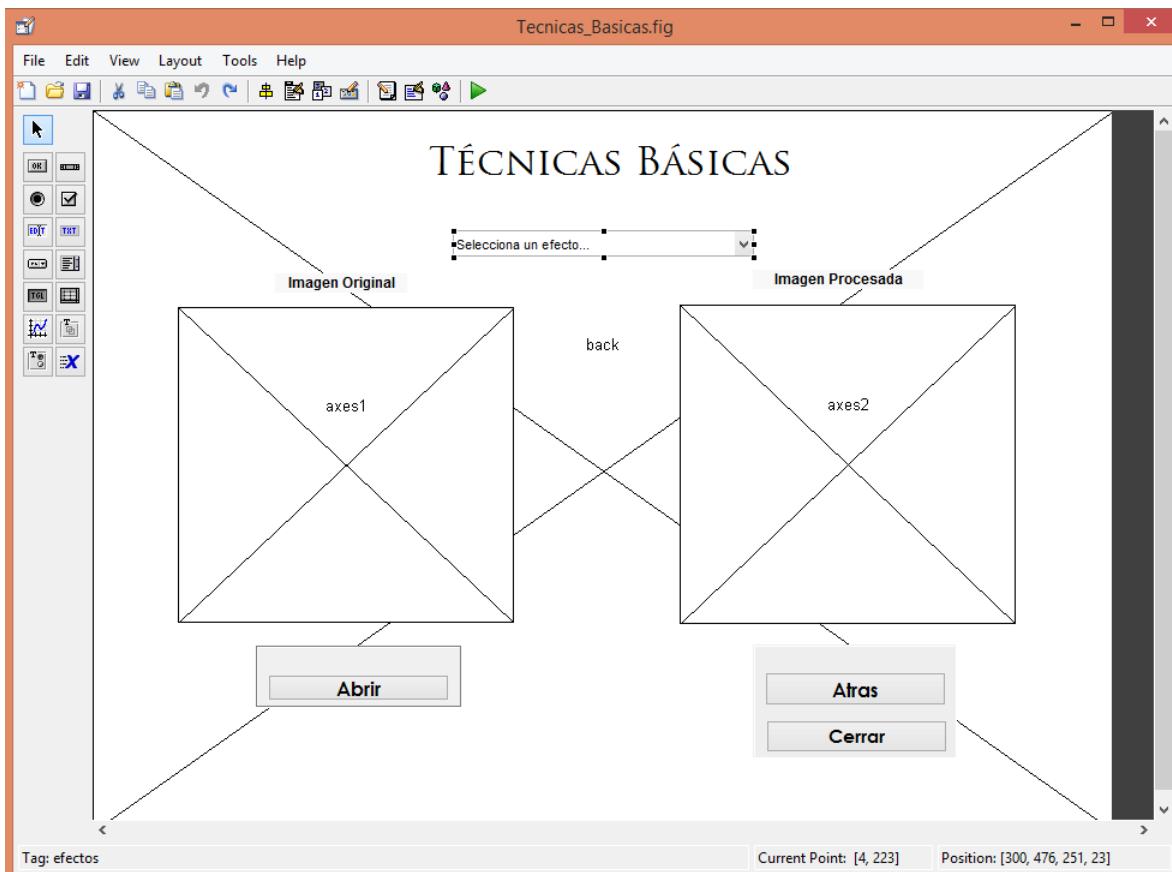
Para el diseño de la interfaz Tecnicas_Basicas (Figura 6.11) se colocaron los siguientes objetos:

1. Axes1: Muestra la imagen original.
2. Axes2: Muestra la imagen con el proceso efectuado.
3. Axes back: Muestra la imagen de fondo.



4. Push Button Abrir: Abre la carpeta en donde se encuentra la interfaz y se selecciona la imagen que desea para que sea mostrada en Axes1.
5. Push Button Atrás: Vuelve a la interfaz Menú.
6. Push Button Cerrar: Cierra la interfaz.
7. Pop-up menu: Permite seleccionar cualquier efecto que este programado dentro de este.

La función de los axes es que permite graficar lo que se solicita, en el caso de esta interfaz se mostrarán imágenes, mientras que los botones cumplen funciones programables, por otra parte, el pop-up menu como su nombre lo menciona permite crear un menú de opciones.



6.11 Diseño interfaz Técnicas_Básicas

6.2.1 Programación Interfaz Técnicas Básicas

El siguiente diagrama de flujo muestra el esquema de programación que se realizó para la funcionalidad de la interfaz de Técnicas Básicas.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

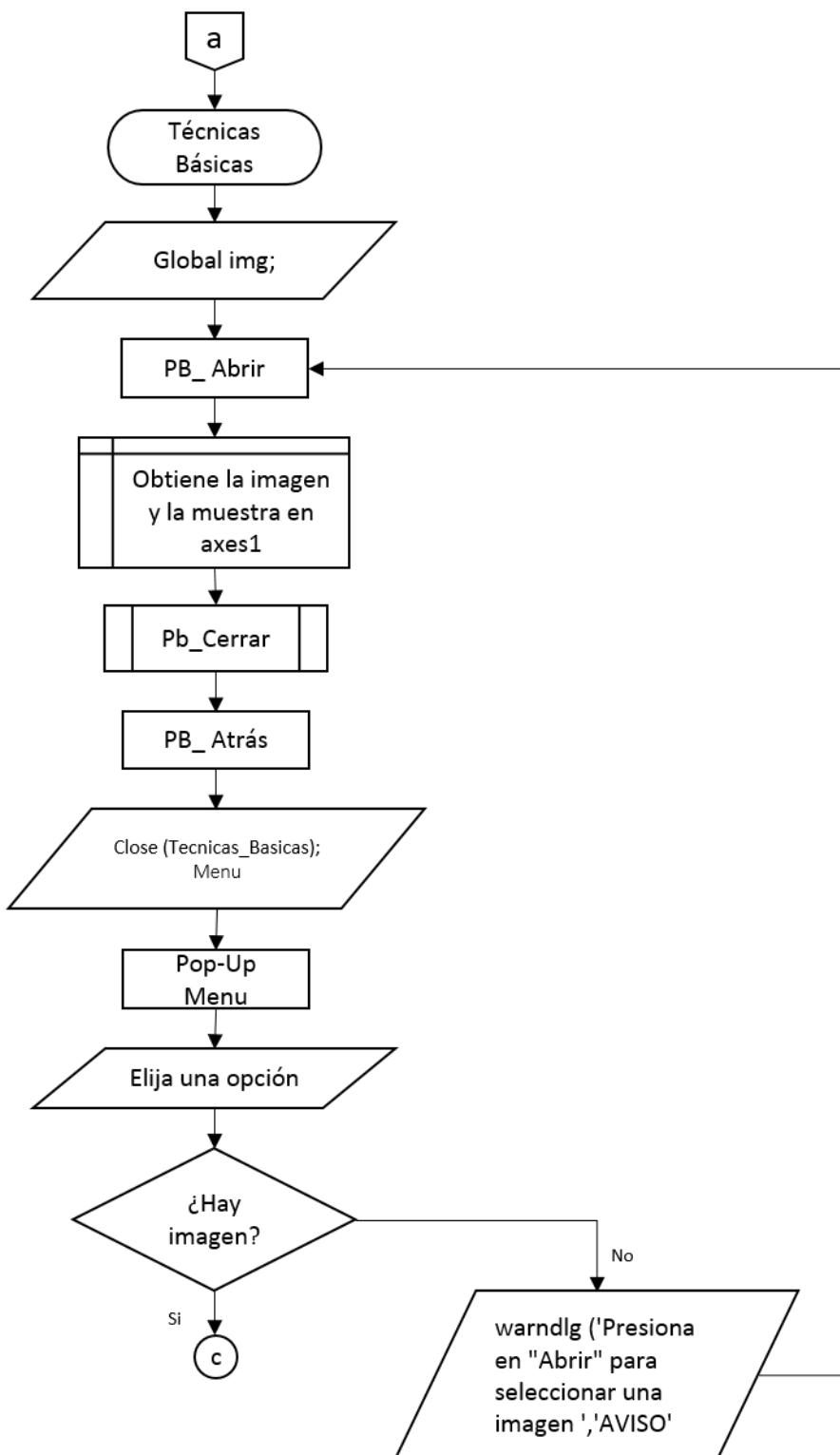


Diagrama 2. Técnicas Básicas



6.2.2 Programación Imagen de fondo

```
% --- Executes just before Tecnicas_Basicas is made visible.  
function Tecnicas_Basicas_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)  
back = imread('F22.jpg'); %Lee la imagen y la guarda en la variable back.  
axes(handles.back); %se muestra en el axes llamado back.  
axis off; %Se inhabilita para evitar futuros inconvenientes.  
imshow(back); %Muestra la imagen  
axes(handles.axes1); %Se define axes1 para ser mostrado.  
axes(handles.axes2); %Se define axes2 para ser mostrado.  
handles.output = hObject;  
guidata(hObject, handles);
```

6.2.3 Programación Botón Abrir

```
% --- Ejecuta cuando se presiona el boton pb_abrir.(pb_abrir es el tag)  
function pb_abrir_Callback(hObject, eventdata, handles)  
global img; %img se define como una variable global para que sea útil al momento  
de programar el pop menu.  
imagen = uigetfile('*.*','cargar JPG'); %obtiene la imagen con extensión JPG,  
puede ser cualquier formato, siempre y cuando sea definido, como .png  
  
ruta = imagen; %Guarda la imagen en la variable ruta.  
img = imread(ruta); %Leer la imagen  
axes (handles.axes1); %Se establece en donde se mostrara la imagen, el  
nombre de axes1 también puede ser modificado, por lo tanto, se debe poner el  
nombre con el que se etiqueta.  
imshow (img); %Muestra la imagen.
```

Al pulsar el botón abrir, su función será la siguiente: (Figura 6.12)

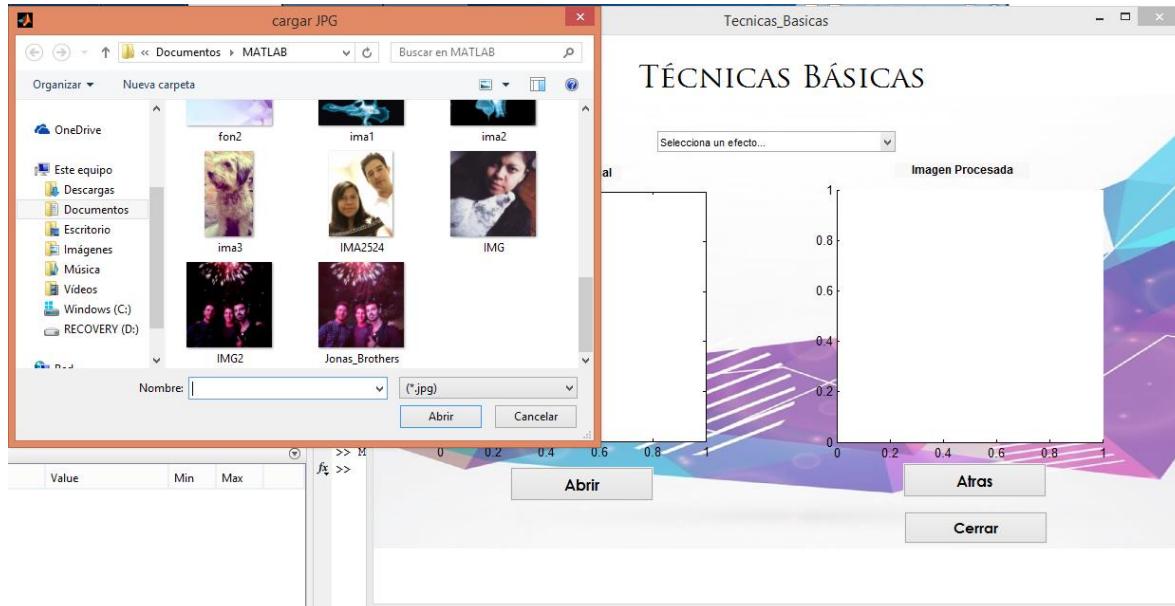
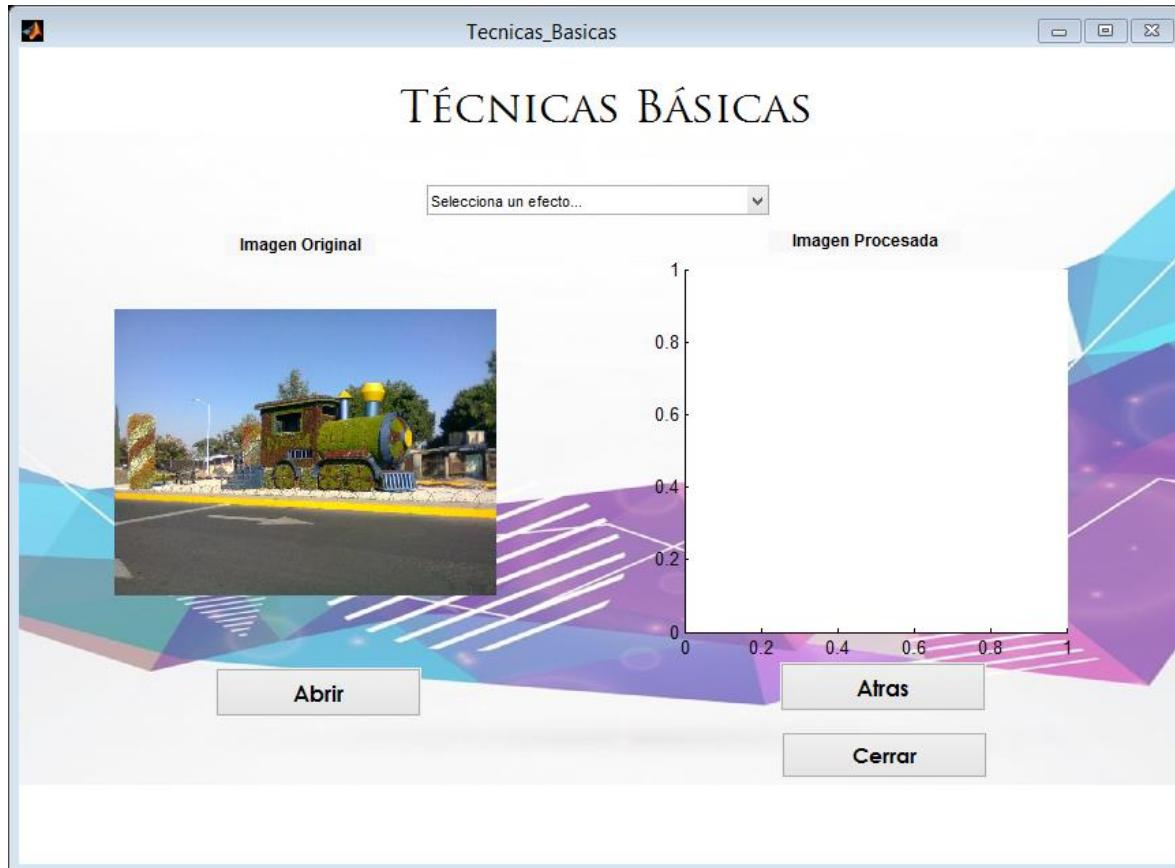


Figura 6.12 Cargar imagen



Después de cargar la imagen, esta se mostrará en axes1. (Figura 6.13)



6.13 Imagen cargada

6.2.4 Programación Botón Atrás

En caso de no querer realizar ningún tipo de efecto de estas técnicas, y se desea cambiar de interfaz, se puede regresar al menú con el botón atrás, el código es el siguiente:

```
% --- ejecuta cuando se presiona el botón pb_atras.
function pb_atras_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all %Limpia todas las variables.
close(Tecnicas_Basicas); %Cierra la interfaz actual (Tecnicas_Basicas)
Menu %Muestra la interfaz Menu
```

6.2.5 Programación Botón Cerrar

También se puede cerrar la interfaz con el código que se muestra a continuación:

```
% --- Executes on button press in pb_cerrar.
function pb_cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all%Limpia las variables
close; %Cierra la interfaz
```



La razón de utilizar `clear all` es que cuando se cierre el programa, no guarde los efectos previamente utilizados, para no generar posibles errores en procesos posteriores.

6.2.6 Programación Pop-up menu

Para incorporar un pop-up menú es necesario agregar opciones, al dar doble clic se abrirán las propiedades y en la función **String** se coloca el texto “Selecciona un efecto...” o cualquier otro texto que haga referencia a lo antes mencionado, de lado izquierdo se encuentra este botón y al dar clic, abrirá una pantalla (Figura 6.14) en la que se podrán agregar más opciones.

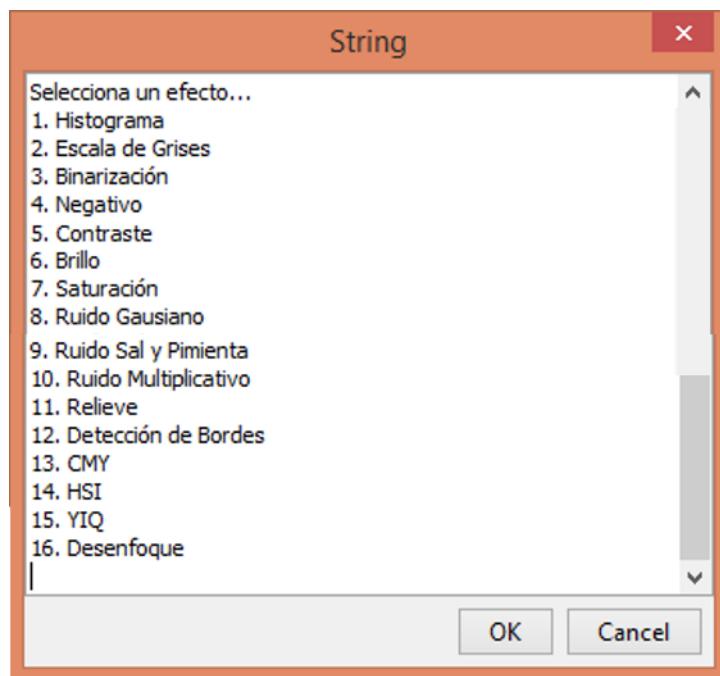


Figura 6.14 Opciones dentro de Pop-up menu

Cuando se ejecute el programa, la imagen y las opciones serán visibles. (Figura 6.15)

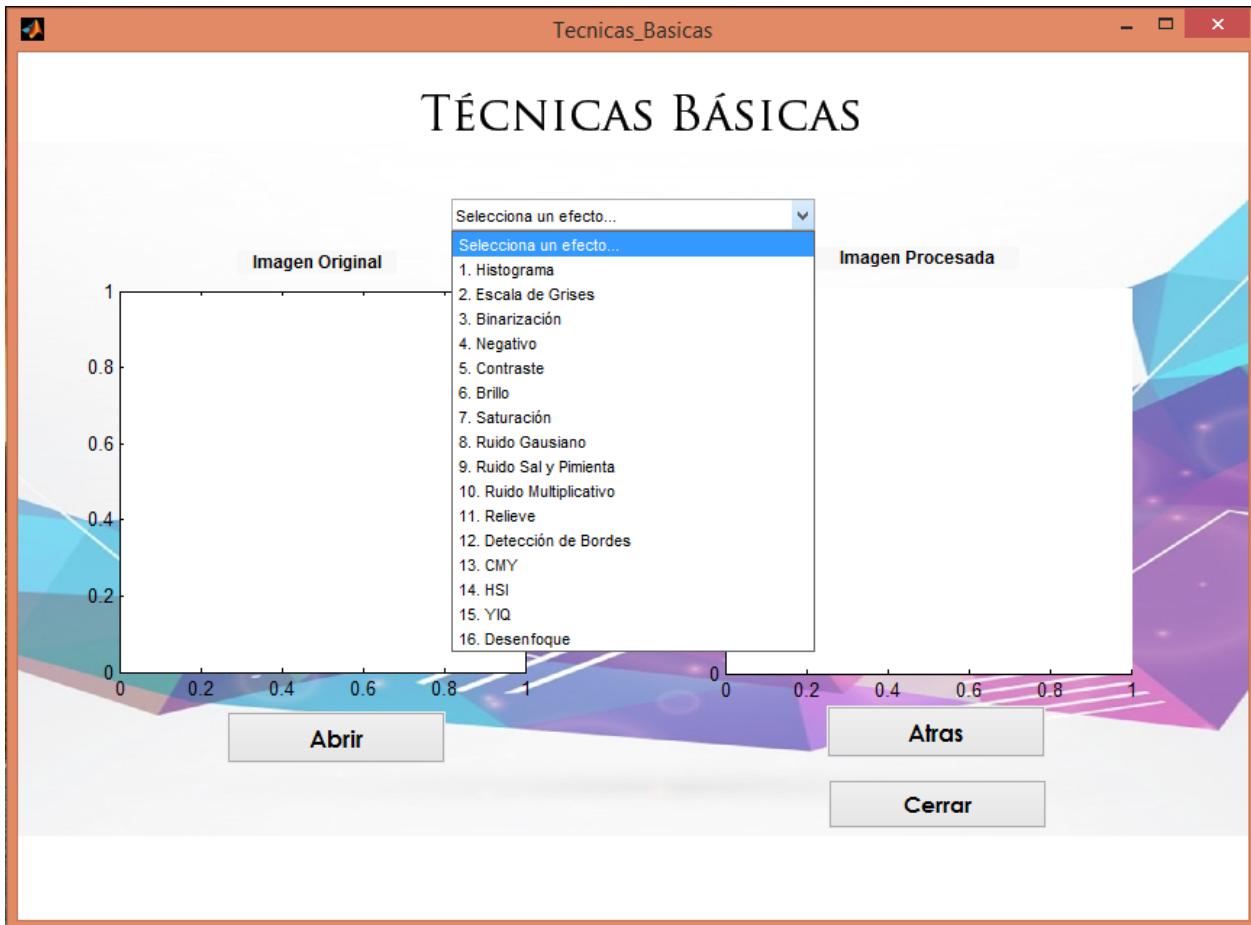


Figura 6.15 Diseño Pop-Up Menu

Al seleccionar un efecto, este se mostrará en axes2 que se encuentra de lado derecho, siempre y cuando haya una imagen previamente cargada en axes1. Para la programación del pop-up menu se maneja mediante casos, lo que significa que, si no es uno, es otro.

6.2.7 Aviso

Para que la interfaz realice un efecto es necesario tener una imagen previamente cargada, es decir, que si primero se selecciona un efecto muestra el siguiente mensaje. (Figura 6.16)

Programación de aviso:

```
if isempty (img) %Hace una comparación si hay imagen o no, si no hay, se mostrara  
el siguiente mensaje: (Figura 6.16)  
    warndlg ('Presiona en "Abrir" para seleccionar una imagen ','AVISO');  
end %Termina la función if.  
opc=get(handles.efectos,'Value'); %Obtiene el efecto seleccionado del pop-up  
menu llamado "Efectos"
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec



6.16 Mensaje de aviso

PROGRAMACIÓN DE OPCIONES EN POP-UP MENU

Se muestra un esquema completo de programación del Pop-Up Menu que cuenta con un switch con casos para facilitar la programación como se muestra en el diagrama 3.

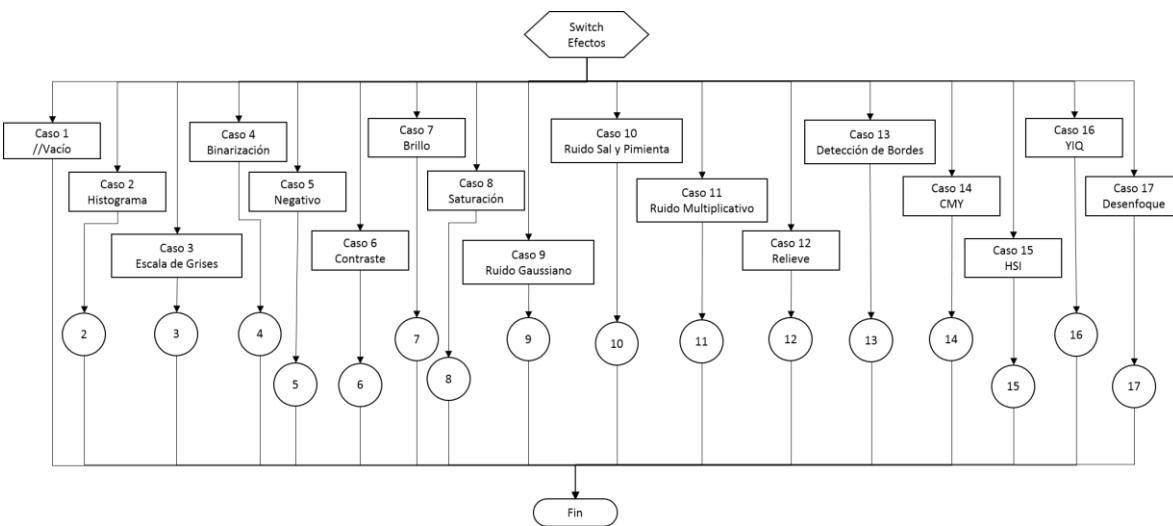


Diagrama 3. Pop-up Menu



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
% --- Executes on selection change in efectos.  
function efectos_Callback(hObject, eventdata, handles)  
axes (handles.axes2); %%Se define que en axes2 se mostrara el efecto  
seleccionado, con el código imshow(variabledelaimagen);  
  
global img; %Se llama a la variable global para hacer el objeto.  
if isempty (img) %Hace una comparación si hay imagen o no, si no hay, se mostrara  
el siguiente mensaje:  
    warndlg ('Presiona en "Abrir" para seleccionar una imagen ','AVISO');  
end %Termina la función if.  
opc=get(handles.efectos,'Value'); %Obtiene el efecto seleccionado del pop-up  
menu llamado "Efectos"  
switch opc  
  
case 1  
    %Selecciona un objeto... (case vacío)
```

Diagrama 3.1 muestra la estructura de programación del caso 2.

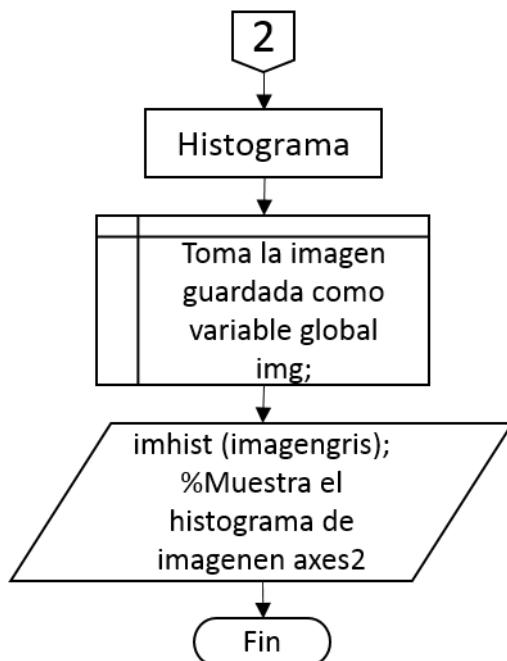


Diagrama 3.1 Efecto Histograma

```
case 2  
    %%Histograma  
    imagengris= rgb2gray(img); %Convierte la imagen global en escala de  
    grises  
    imhist (imagengris); %Muestra el histograma de imagengris. Figura 6.17
```

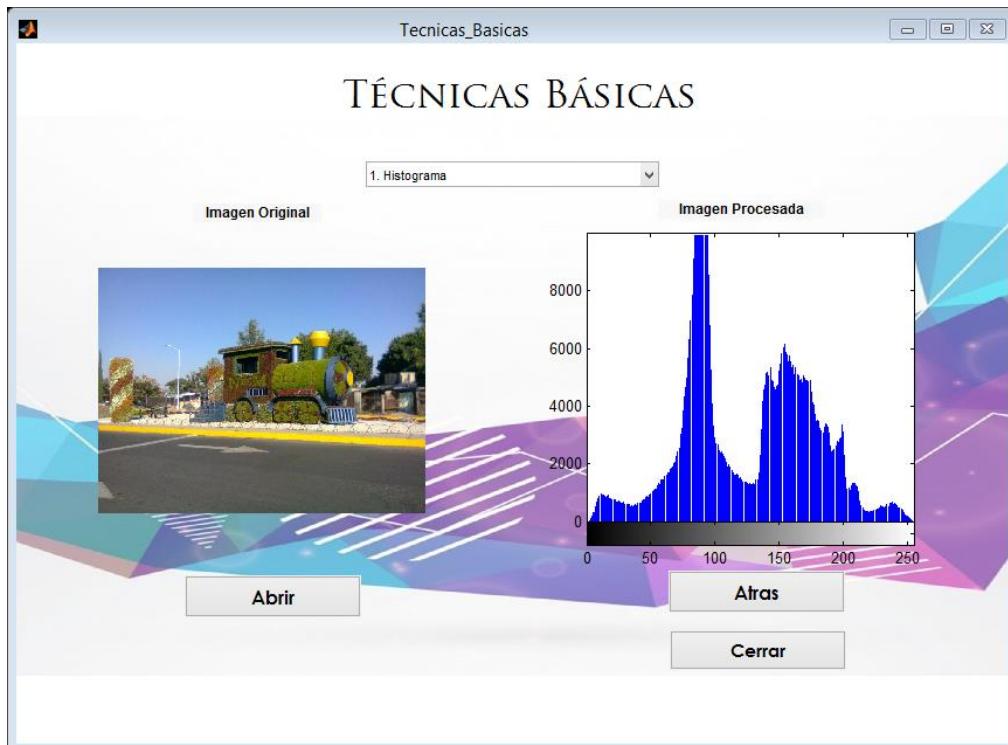


Figura 6.17 Efecto Histograma

Diagrama 3.2 muestra la estructura de programación del caso 3.

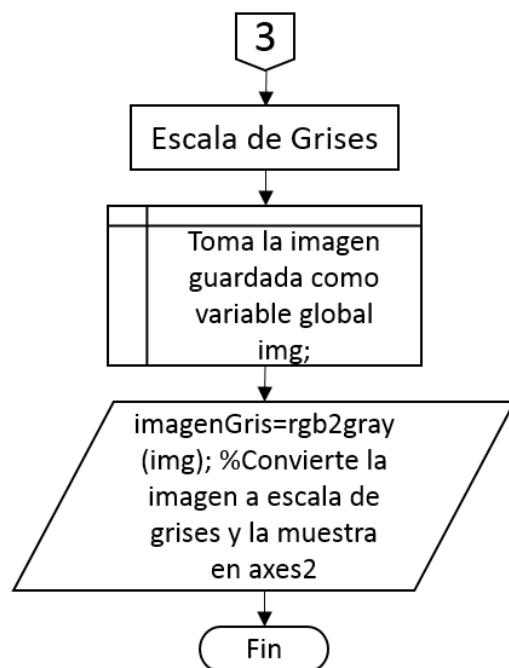


Diagrama 3.2 Efecto Escala de Grises



```
case 3
%EscalaDeGrises
imagenGris=rgb2gray(img); %Convierte la imagen a escala de grises
imshow(imagenGris); %Muestra la imagen convertida. Figura 6.18
```



Figura 6.18 Efecto Escala de Grises

Diagrama 3.3 muestra la estructura de programación del caso 4.

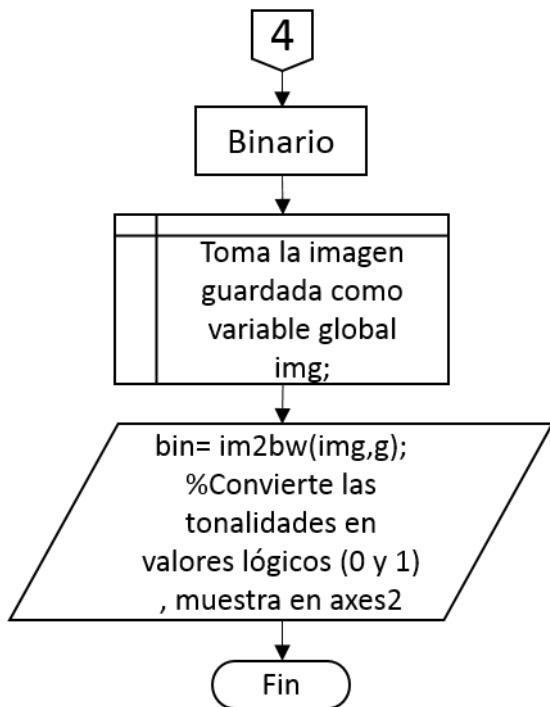


Diagrama 3.3 Efecto Binario

```
case 4
    %Binario
    g= graythresh(img); %Calcula el umbral global de la imagen, minimizando la variación de interclase.
    bin= im2bw(img,g); %Convierte las tonalidades en valores lógicos (0 y 1)
    imshow (bin); %Muestra la imagen. Figura 6.19
```



Figura 6.19 Efecto Binarización

Diagrama 3.4 muestra la estructura de programación del caso 5.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

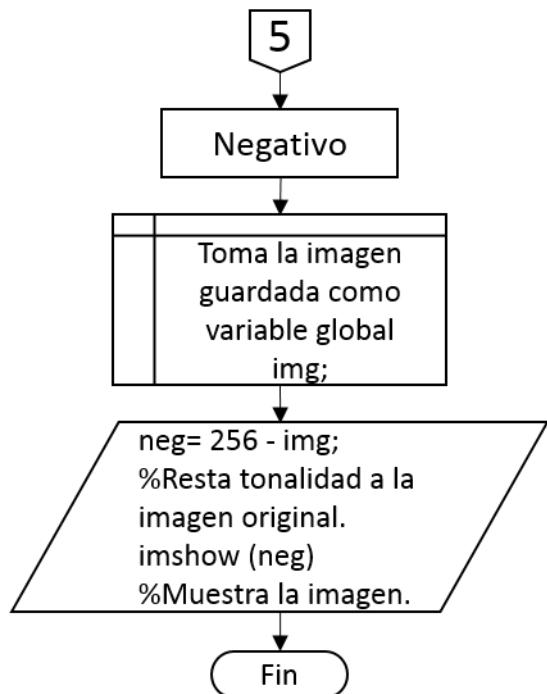


Diagrama 3.4 Efecto Negativo

```
case 5
%%Negativo
neg= 256 - img; %Resta tonalidad a la imagen original.
imshow (neg) %Muestra la imagen. Figura 6.20.
```



Figura 6.20 Efecto Negativo

Diagrama 3.5 muestra la estructura de programación del caso 6.

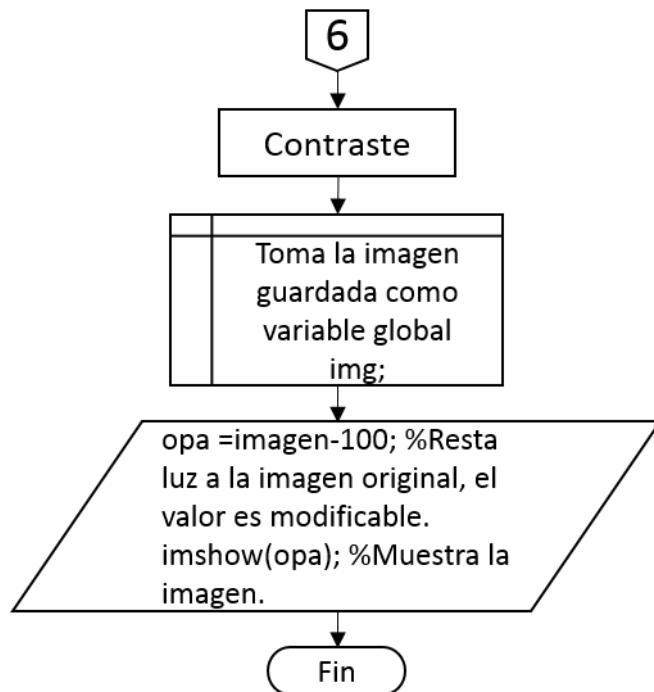


Diagrama 3.5 Efecto Contraste

```
case 6
    %%Contraste
    imagen=img; %Lee la imagen.
    opa =imagen-100; %Resta luz a la imagen original, el valor es modificable.
    imshow(opa); %Muestra la imagen. Figura 6.21
```



Figura 6.21 Efecto Contraste

Diagrama 3.6 muestra la estructura de programación del caso 7.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

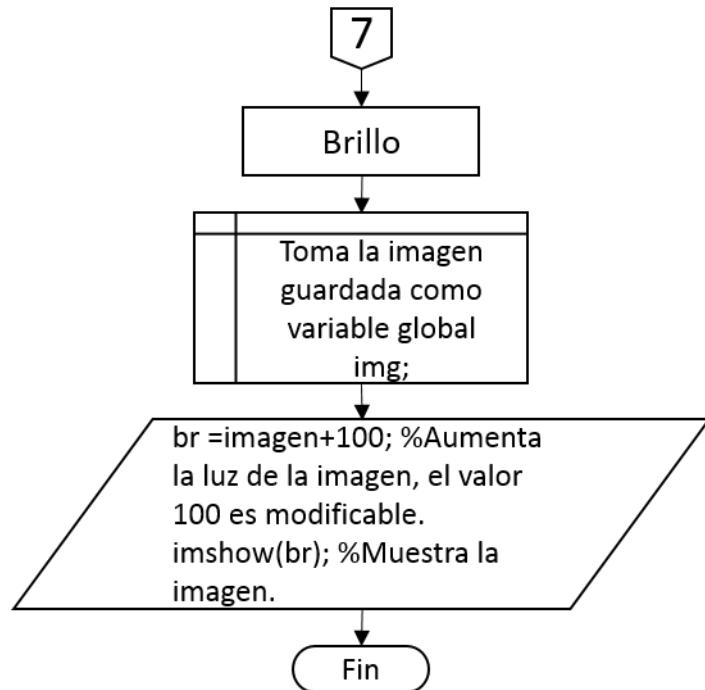


Diagrama 3.6 Efecto Brillo

```
case 7  
%%Brillo  
imagen=img; %Iguala la imagen original con la que va a ser usada  
br =imagen+100; %Aumenta la luz de la imagen, el valor 100 es modificable.  
imshow(br); %Muestra la imagen. Figura 6.22
```



Figura 6.22 Efecto Brillo

Diagrama 3.7 muestra la estructura de programación del caso 8.

```
case 8
    %%Saturación
        %El procesamiento de este efecto, puede tardar algunos segundos, ya
        que la función es larga y comparativa.
        ima = img; %Lee la imagen
        [Y,X,b] = size(ima); %Se define una matriz de colores donde el tamaño total
        es la imagen, los colores RGB se definen con 1,2,3.

        for i = 2:1:Y-1
            for j = 2:1:X-1
                if ((ima(i,j,1) > 240) && (ima(i,j,2) > 240) && (ima(i,j,3) > 240))
                    %Realiza la primera comparación de detección de color, si RGB es menor de 240.

                    ima(i,j,1) = 255; %Totalidad de tono de R
                    ima(i,j,2) = 255; %Totalidad de tono de G
                    ima(i,j,3) = 255; %Totalidad de tono de B

                else
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
if ((ima(i,j,1) > 220) && (ima(i,j,2) > 220) && (ima(i,j,3) >
220)) %Realiza la segunda comparación de detección de color, si RGB es menor de
220.

ima(i,j,1) = ima(i,j,1) + 25; %Aumenta la opacidad en R
ima(i,j,2) = ima(i,j,2) + 25; %Aumenta la opacidad en G
ima(i,j,3) = ima(i,j,3) + 25; %Aumenta la opacidad en B

else
    if ((ima(i,j,1) < 180) && (ima(i,j,2) < 180) && (ima(i,j,3) <
180)) %Realiza la primera comparación de detección de color, si RGB es mayor
de 180.
        ima(i,j,1) = ima(i,j,1) - 30; %Disminuye la opacidad en R
        ima(i,j,2) = ima(i,j,2) - 30; %Disminuye la opacidad en G
        ima(i,j,3) = ima(i,j,3) - 30; %Disminuye la opacidad en B
    else
        if ima(i,j,1) > 10%Si R es menor que 10
            ima(i,j,1) = img(i,j,1) - 10;%Disminuye la opacidad de R
        end %Finaliza if
        if ima(i,j,2) > 10%Si G es menor que 10
            ima(i,j,2) = ima(i,j,2) - 10; ;%Disminuye la opacidad de
G
        end%Finaliza if
        if ima(i,j,3) > 10%Si B es menor que 10
            ima(i,j,3) = ima(i,j,3) - 10; ;%Disminuye la opacidad de
B
        end%Finaliza if

    end %Finaliza if
end %Finaliza if
end %Finaliza if
end %Finaliza if
end %Finaliza if
imshow (ima) %Muestra la imagen. Figura 6.23
```



Figura 6.23 Efecto Saturación

Diagrama 3.8 muestra la estructura de programación del caso 9.

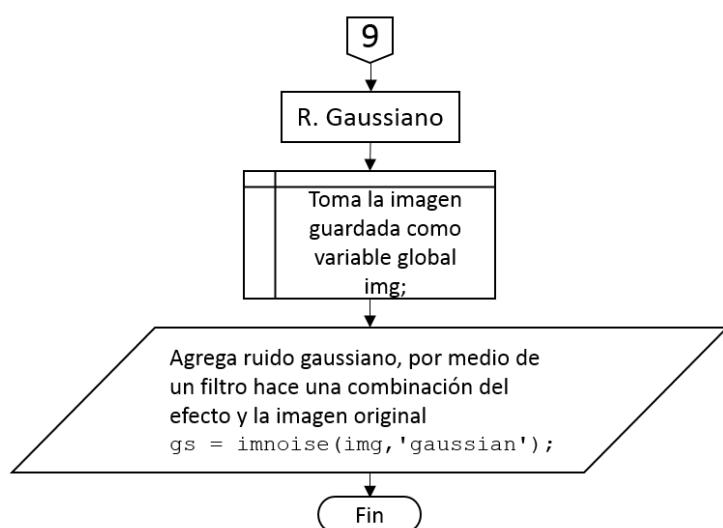


Diagrama 3.8 Efecto Ruido Gaussiano

case 9



```
%%Ruido Gaussiano
gs = imnoise(img,'gaussian'); %imnoise Agrega el tipo de ruido
establecido a la imagen original.
h1=fspecial('average'); %Crea un efecto bidimensional.
gau=imfilter(gs,h1); %Filtrala matriz bidimensional de ambas imágenes
imshow (gau); %Muestra la imagen. Figura 6.24
```



Figura 6.24 Ruido Gaussiano

Diagrama 3.9 muestra la estructura de programación del caso 10.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

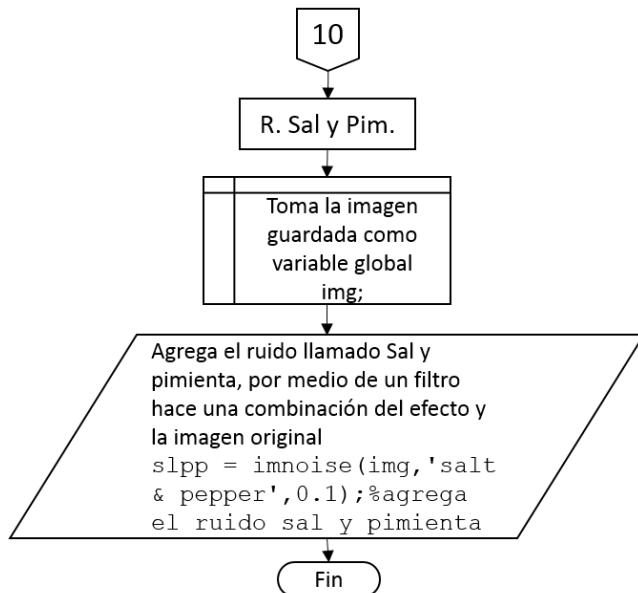


Diagrama 3.9 Efecto Ruido Sal y Pimienta

```
case 10
%%Ruido Sal y Pimienta
slpp = imnoise(img,'salt & pepper',0.1); %agrega el ruido sal y pimienta
h1=fspecial('average');
sp= imfilter(slpp,h1);
imshow (sp); %Muestra la imagen. Figura 6.25
```



Figura 6.25 Efecto Ruido Sal y Pimienta

Diagrama 3.10 muestra la estructura de programación del caso 11.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

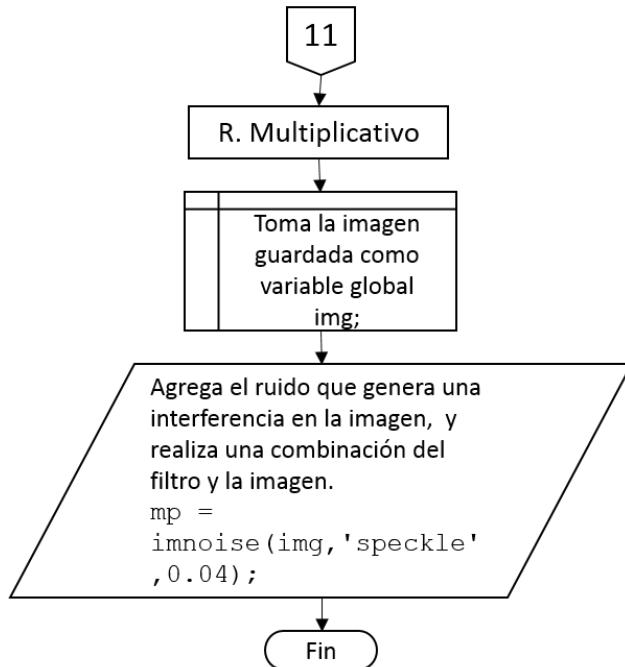


Diagrama 3.10 Efecto Ruido Multiplicativo

```
case 11
    %%Ruido Multiplicativo
    mp = imnoise(img, 'speckle', 0.04); % imnoise Agrega ruido a la imagen
    imshow (mp); %Muestra la imagen. Figura 6.26
```



Figura 6.26 Efecto Ruido Multiplicativo

Diagrama 3.11 muestra la estructura de programación del caso 12.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

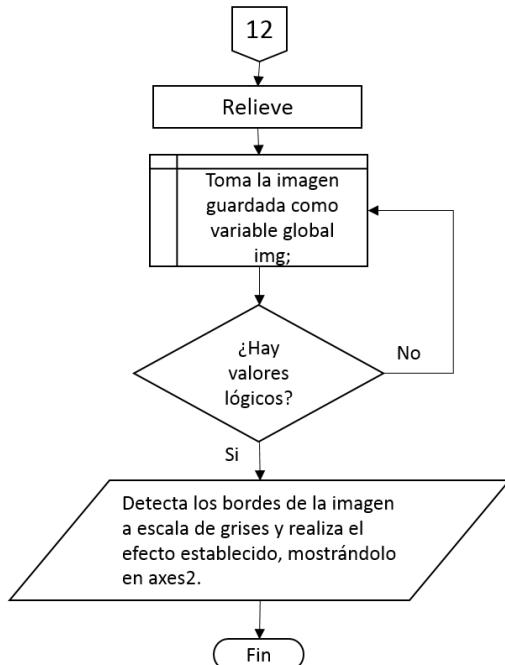


Diagrama 3.11 Efecto Relieve

```
case 12
    %%Relieve
    imagen=img;
    if isequal(imagen,0); %Determina la igualdad de la matriz en valores lógicos.
        return
    end

    sf=fspecial('prewitt'); %Detecta los bordes de la imagen.
    sc=sf;
    im=rgb2gray(imagen);
    b1=imfilter(im,sf); %Realiza una combinación de la imagen a escala de grises y el efecto a realizar.
    b2=imfilter(im,sc);
    relieve=imadd(b1,b2);

    imshow(relieve); %Muestra la imagen. Figura 6.27
```



Figura 6.27 Efecto Relieve

Diagrama 3.12 muestra la estructura de programación del caso 13.

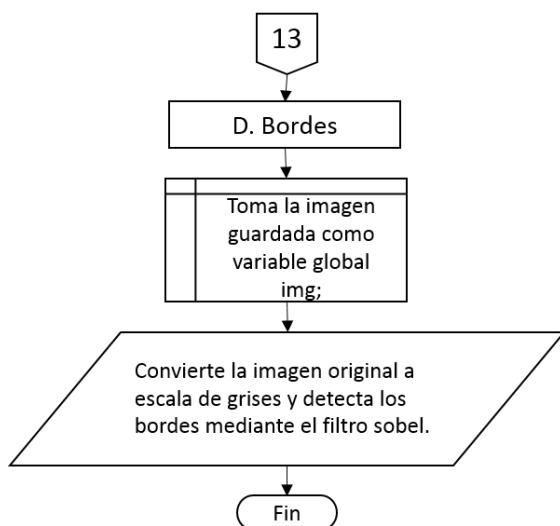


Diagrama 3.12 Efecto Detección de Bordes

case 13



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
%%Detección de Bordes  
gris=rgb2gray(img);  
bordes=edge(gris,'sobel'); %%Detecta los bordes mediante el filtro sobel  
imshow(bordes); %Muestra la imagen. Figura 6.28
```



Figura 6.28 Efecto Detección de Bordes

Diagrama 3.13 muestra la estructura de programación del caso 14.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

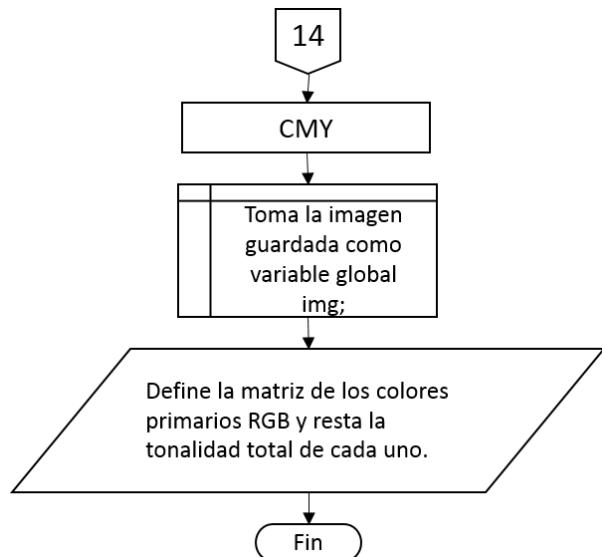


Diagrama 3.13 Efecto CMY

```
case 14
    %%CMY
    im=img;
    r = im(:,:,1);
    g = im(:,:,2);
    b = im(:,:,3);
    c = 255-r;
    m = 255-g;
    y = 255-b;
    imCMY = cat(3,c,m,y);
    imshow(imCMY); %Muestra la imagen. Figura 6.29
```



Figura 6.29 Efecto CMY

Diagrama 3.14 muestra la estructura de programación del caso 15.

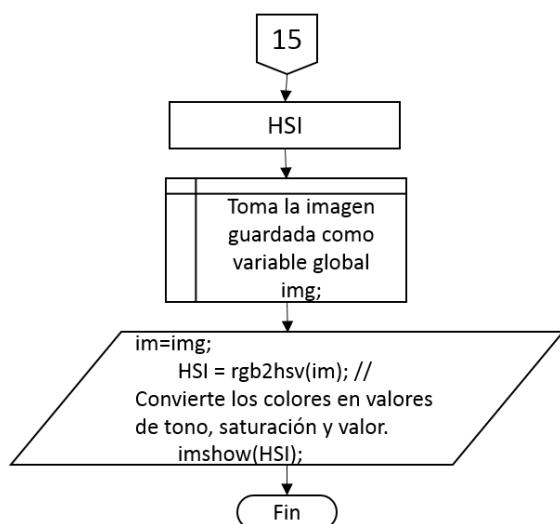


Diagrama 3.14 Efecto HSI



```
case 15
    %%HSI
    im=img;
    HSI = rgb2HSV(im); %Convierte las tonalidades de RGB a coordenadas
    apropiadas de tono, saturación y valor.
    imshow(HSI); %Muestra la imagen. Figura 6.30
```



Figura 6.30 Efecto HSI

Diagrama 3.15 muestra la estructura de programación del caso 16.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

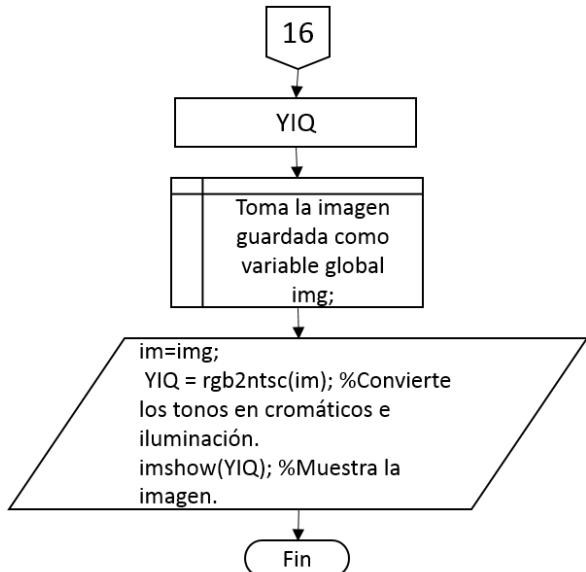


Diagrama 3.15 Efecto YIQ

```
case 16
%%YIQ
im=img;
YIQ = rgb2ntsc(im); %Convierte los tonos en cromáticos e iluminación
como sistema televisivo NTSC
imshow(YIQ); %Muestra la imagen. Figura 6.31
```



Figura 6.31 Efecto YIQ

Diagrama 3.16 muestra la estructura de programación del caso 17.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

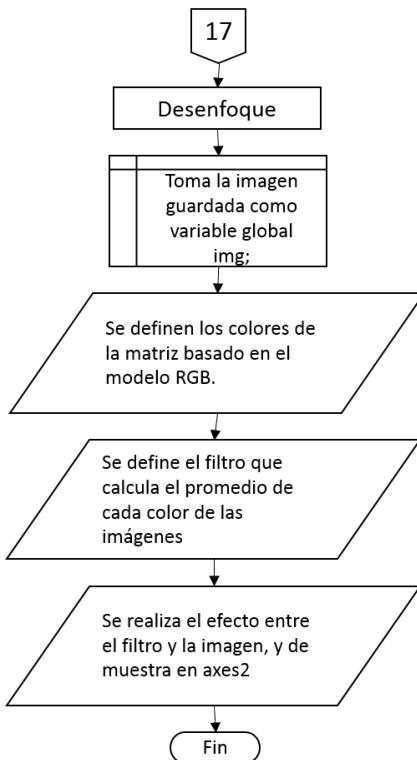


Diagrama 3.16 Efecto Desenfoque

```
case 17
    %%Desenfoque
    imagen=img;
    if isequal(imagen,0) %Compara la imagen con valores lógicos.
        return
    end

    rojo=imagen(:,:,:,1); %Define el tono que se encuentra en la imagen.
    verde=imagen(:,:,:,:,2);
    azul=imagen(:,:,:,:,3);
    w=fspecial('average',30); %Calcula solo el promedio de 30 en la imagen,
    el valor 30 puede ser modificable por cualquier cantidad de 0 a 100.
    IR_filtrada=imfilter(rojo,w); %Crea un filtro entre la imagen y el
    efecto.
    IG_filtrada=imfilter(verde,w);
    IB_filtrada=imfilter(azul,w);
    ic_filtrada=cat(3,IR_filtrada,IG_filtrada,IB_filtrada);
    imshow(ic_filtrada); %Muestra la imagen. Figura 6.32
end %Finaliza la codificación de pop-up menu.
```



Figura 6.32 Efecto Desenfoque

6.3 Diseño interfaz Técnicas Lógicas

Para el diseño de esta interfaz los objetos a utilizar son: (Figura 6.33)

1. AxesBack: Muestra la imagen de fondo
2. Axes1: Muestra imagen A
3. Axes2: Muestra imagen B
4. Axes3: Muestra el efecto de ambas imágenes
5. Push Button Abrir (A): Selecciona la primera imagen (A)
6. Push Button Abrir (B): Selecciona la segunda imagen (B)
7. Panel de Efectos:
 - a. Push Button AND
 - b. Push Button OR
 - c. Push Button XOR
8. Push Button Atrás: Regresa a la interfaz Menú
9. Push Button Cerrar: Cierra la interfaz.



Para mostrar el editor de programación de cualquier objeto se pulsa el botón derecho del ratón sobre el objeto hasta: -> View Callbacks -> Callback.

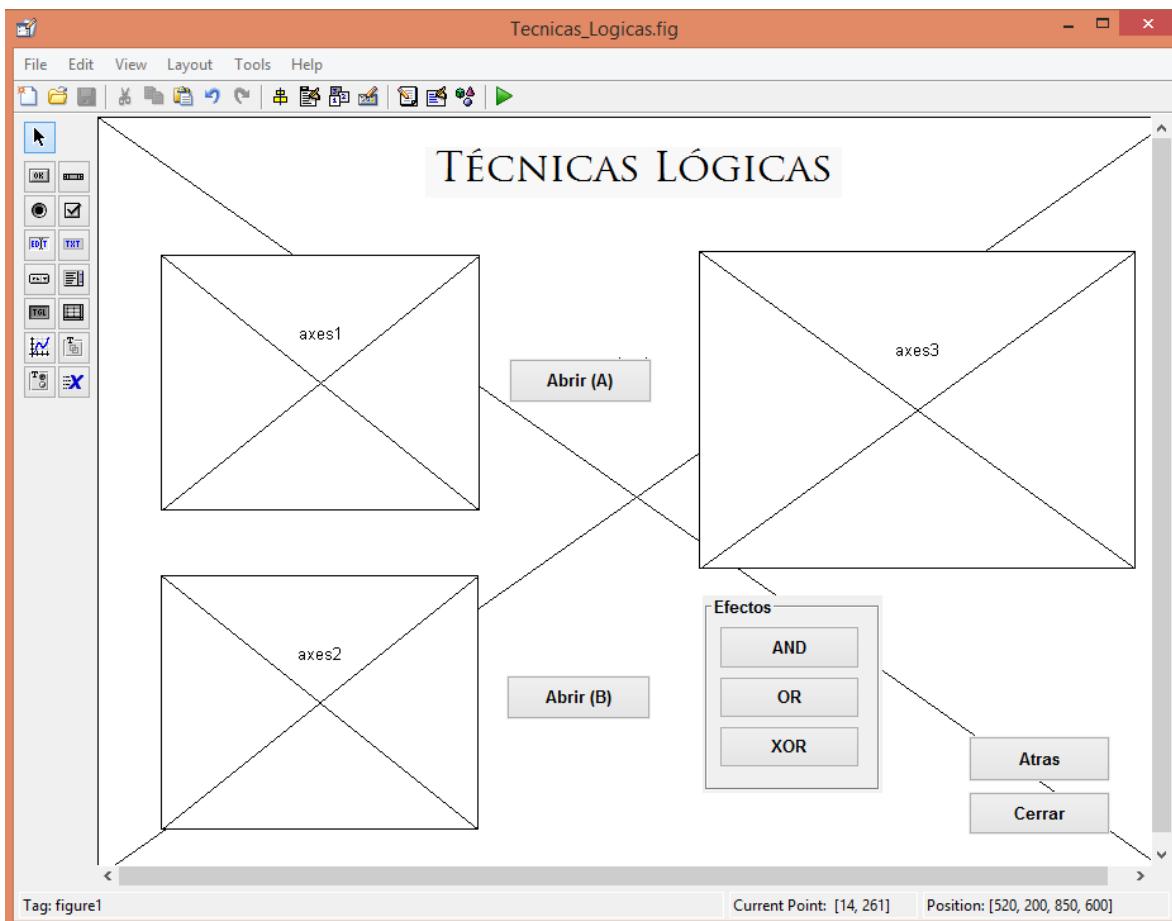


Figura 6.33 Diseño interfaz Técnicas_Lógicas

6.3.1 Programación Interfaz Técnicas Lógicas

A diferencia de la interfaz de Técnicas Básicas, esta cuenta con más axes, para crear comparaciones entre imágenes como se explica en el capítulo 5. Es necesario definir los axes desde la programación de imagen de fondo, de lo contrario aparecerán detrás el axes de fondo.

6.3.2 Imagen de fondo

```
% --- Executes just before Tecnicas_Logicas is made visible.
function Tecnicas_Logicas_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
axes(handles.back); % Axes en el que se muestra la imagen de fondo.
background = imread('fon.jpg'); % Lee y guarda la imagen en una variable.
axis off; % Se inhabilita la edición de Axes que muestra el fondo.
imshow(background); % Muestra la imagen. Figura 6.34
axes (handles.axes1); % Se define para ser visible, sobre el fondo
```



```
axes (handles.axes2);
axes (handles.axes3);
% Choose default command line output for Tecnicas_Logicas
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
```

6.3.3 Botones abrir A y B

En el diagrama 4 se muestra la estructura de programación de la interfaz de Técnicas lógicas, y en el diagrama 4.1 la continuación de este.



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

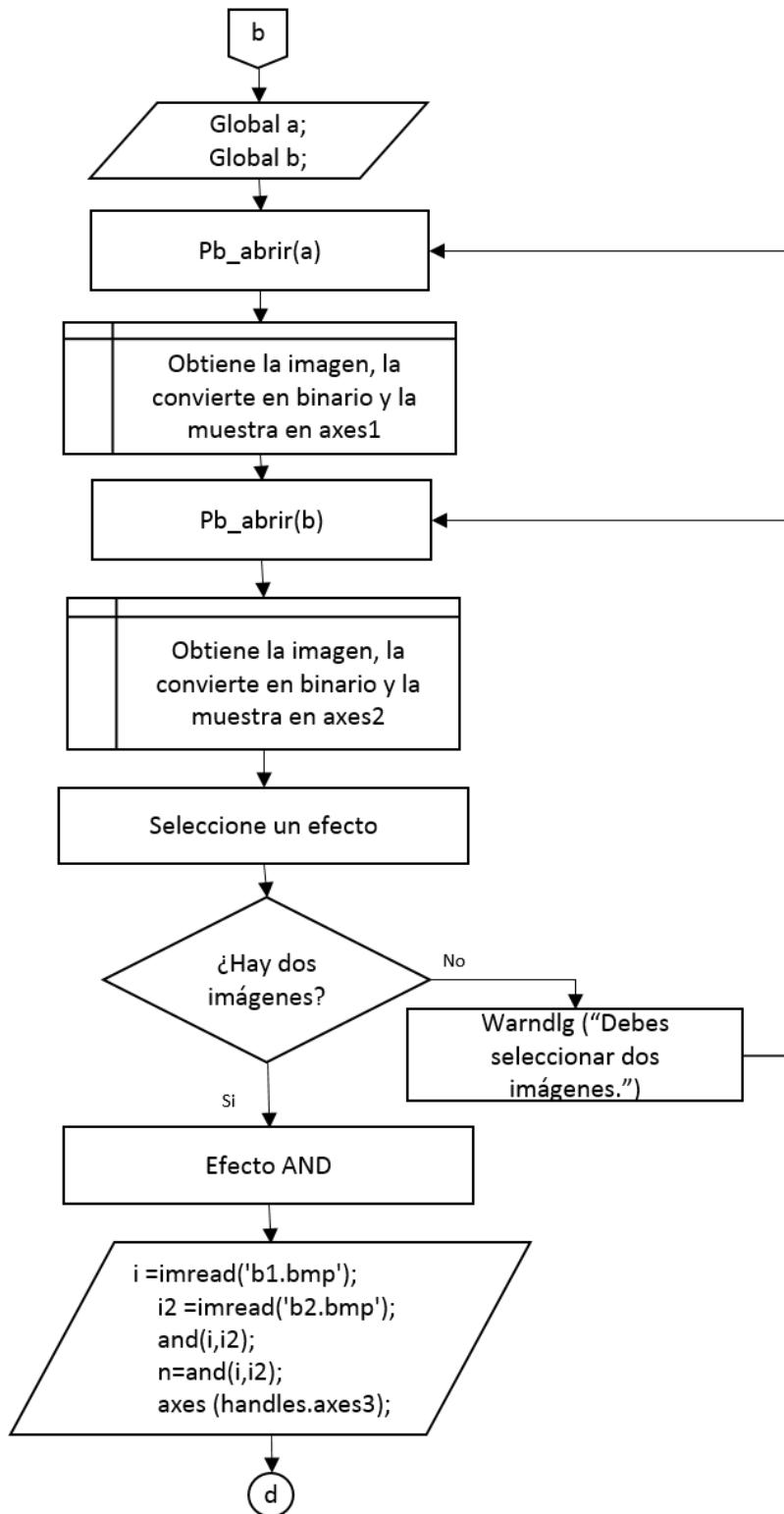


Diagrama 4. Técnicas Lógica



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

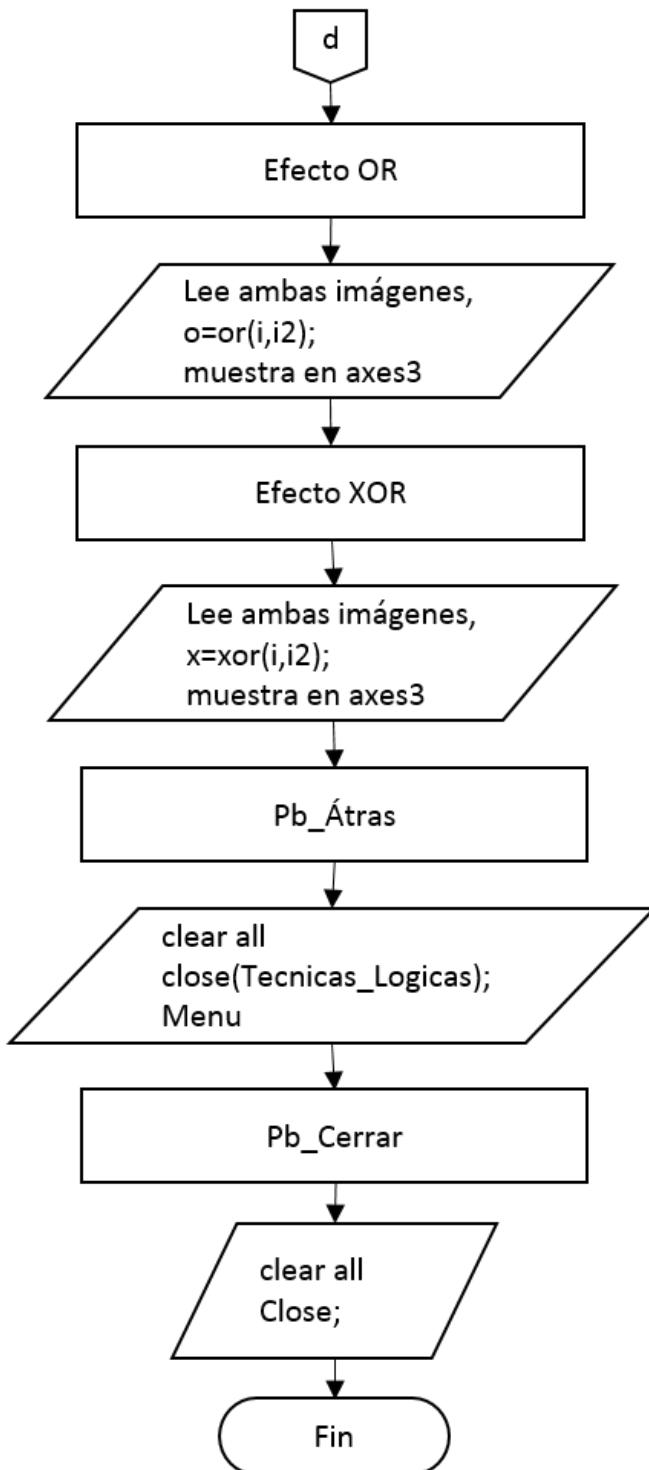


Diagrama 4.1 Continuación del diagrama Técnicas Lógicas.

```
% --- Executes on button press in pb_abrir.a.  
function pb_abrir_Callback(hObject, eventdata, handles)
```



```
global a;
[filename, pathname] = uigetfile('*.jpg', 'cargar JPG');
ruta = [pathname, filename];
a = imread(ruta);
tam= imresize(b,[450 550]);
grises=rgb2gray(tam);
imwrite(grises,'g1.png');
umbral=graythresh(grises);
bw=im2bw(grises,umbral);
imwrite(bw,'b1.bmp');
a = imread('b1.bmp');
axes (handles.axes1);
imshow (a);

% --- Executes on button press in pb_abrirb.
function pb_abrirb_Callback(hObject, eventdata, handles)
global b;
[filename, pathname] = uigetfile('*.jpg', 'cargar JPG');
ruta = [pathname, filename];
b = imread(ruta);
grises=rgb2gray(b);
imwrite(grises,'g2.png');
umbral=graythresh(grises);
bw2=im2bw(grises,umbral);
imwrite(bw2,'b2.bmp');
b = imread('b2.bmp');
axes (handles.axes2);
imshow (b); %Muestra la imagen. Figura 6.34
```

La diferencia entre estos botones son las variables en los que se guardan, para evitar errores.

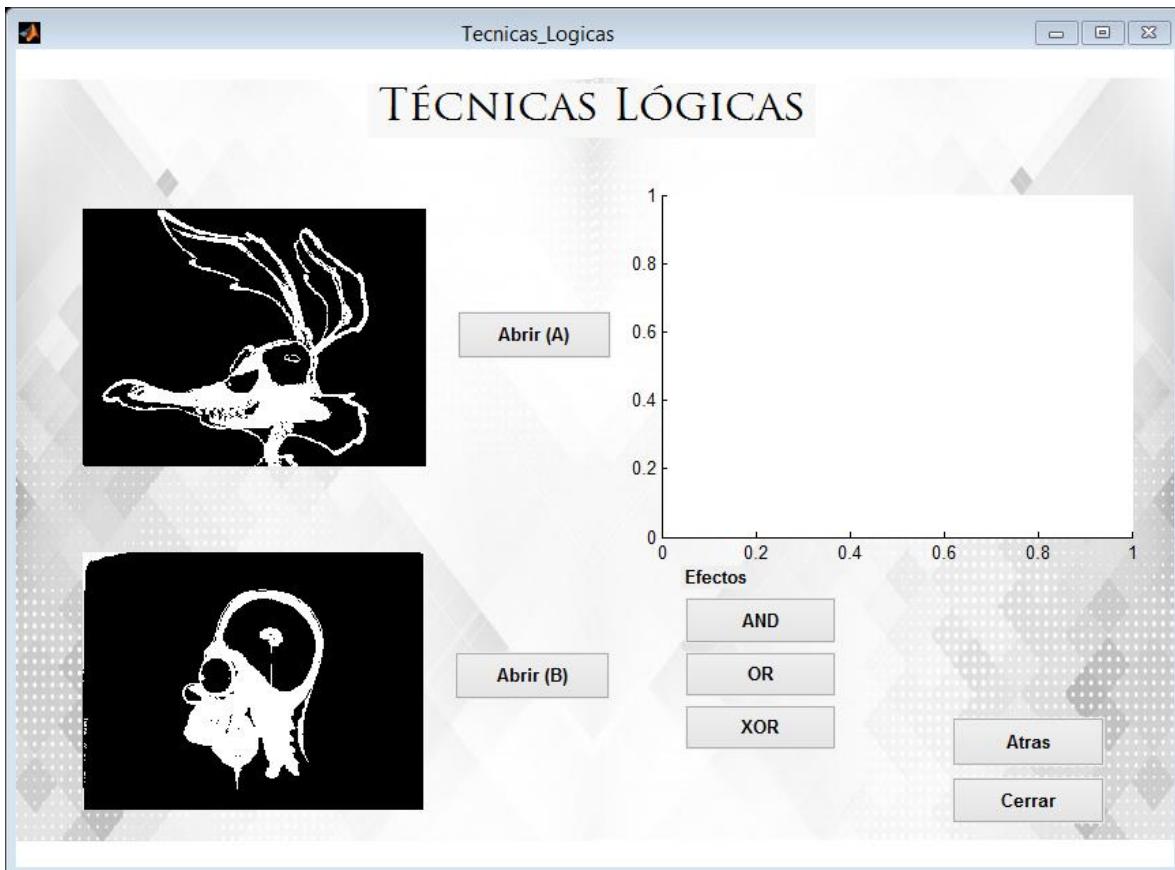


Figura 6.34 Imágenes en axes1 y axes2

6.3.4 Botón AND

```
% --- Executes on button press in pb_and.
function pb_and_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes', 'AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    and(i,i2);
    n=and(i,i2);
    axes (handles.axes3);
end
imshow(n); %Muestra la imagen. Figura 6.36
```

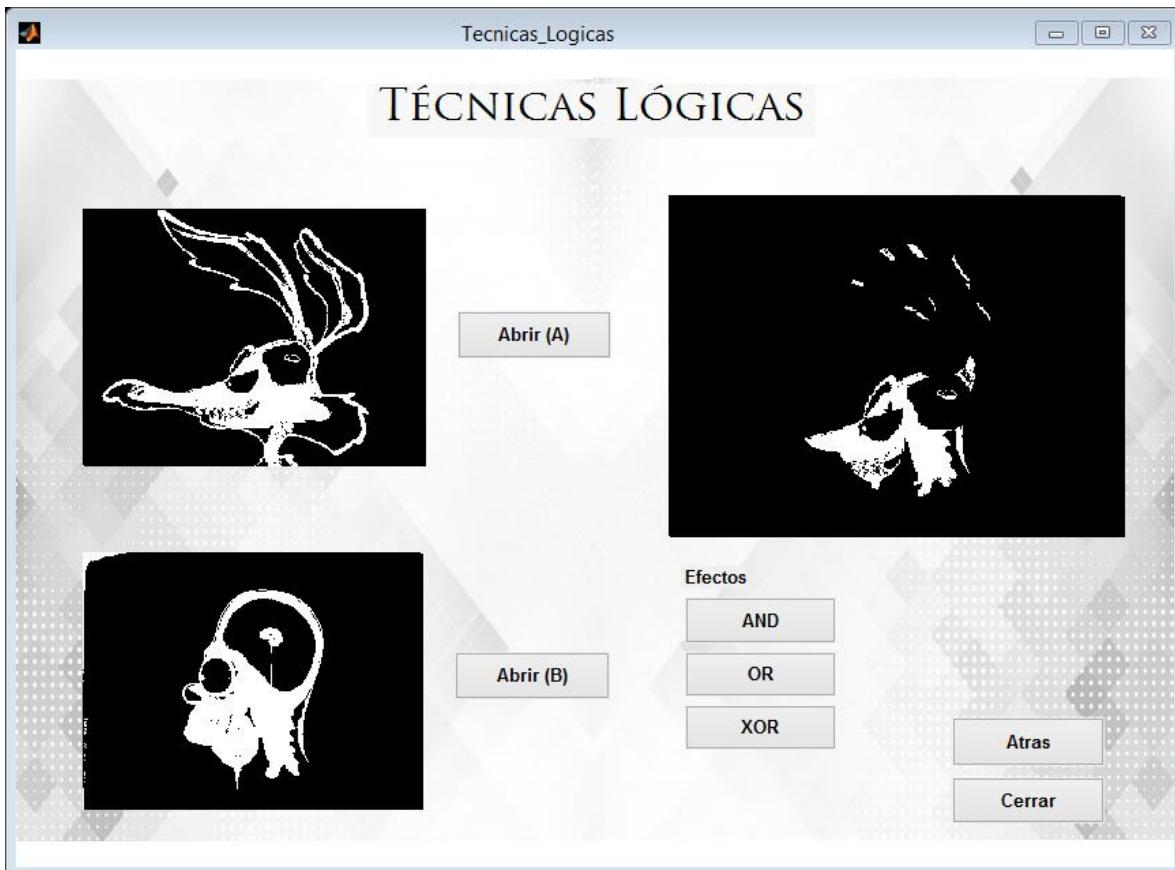


Figura 6.35 Efecto AND

6.3.5 Botón OR

```
% --- Executes on button press in pb_or.
function pb_or_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes', 'AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    xor(i,i2);
    o=or(i,i2);
    axes (handles.axes3);
end
imshow(o); %Muestra la imagen. Figura 6.36
```

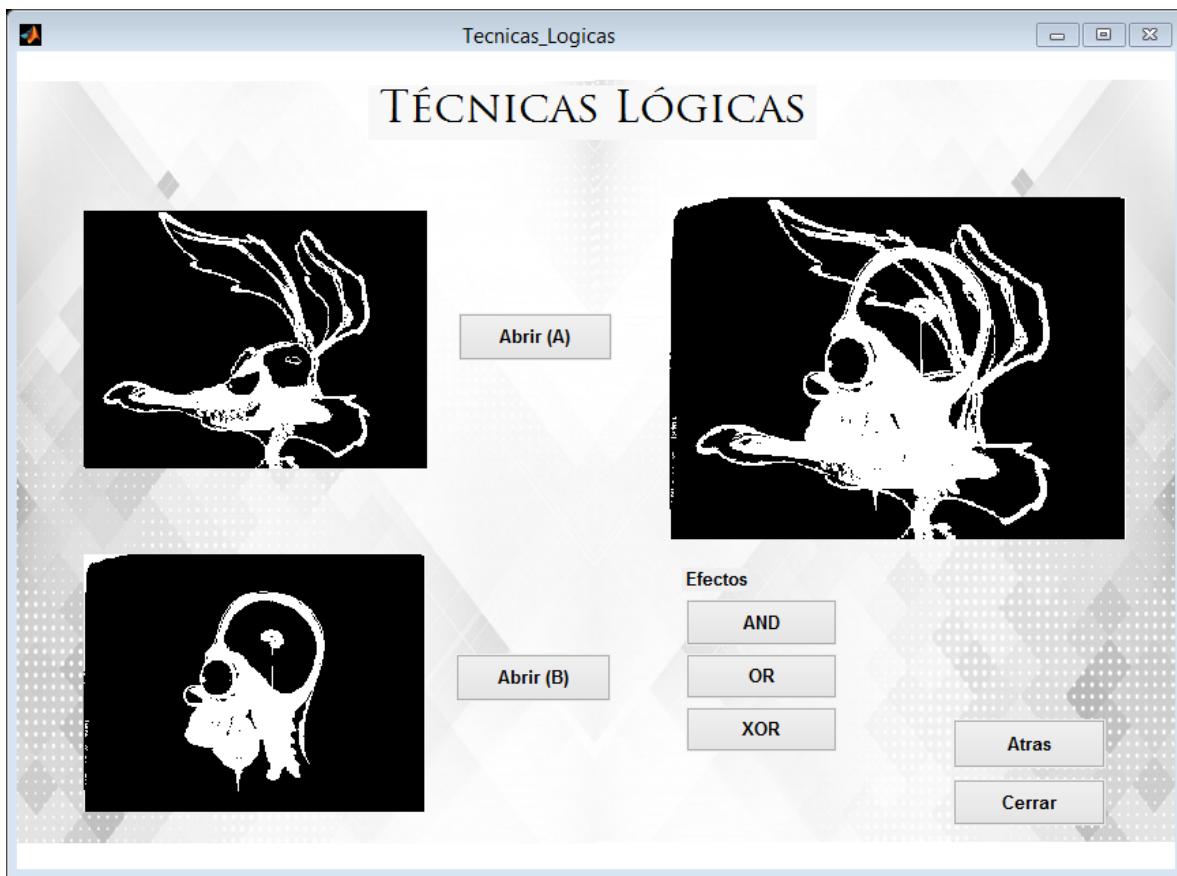


Figura 6.36 Efecto OR

6.3.6 Botón XOR

```
% --- Executes on button press in xor.
function xor_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes', 'AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    xor(i,i2);
    x=xor(i,i2);
    axes (handles.axes3);
end
imshow(x); %Muestra la imagen. Figura 6.37
```

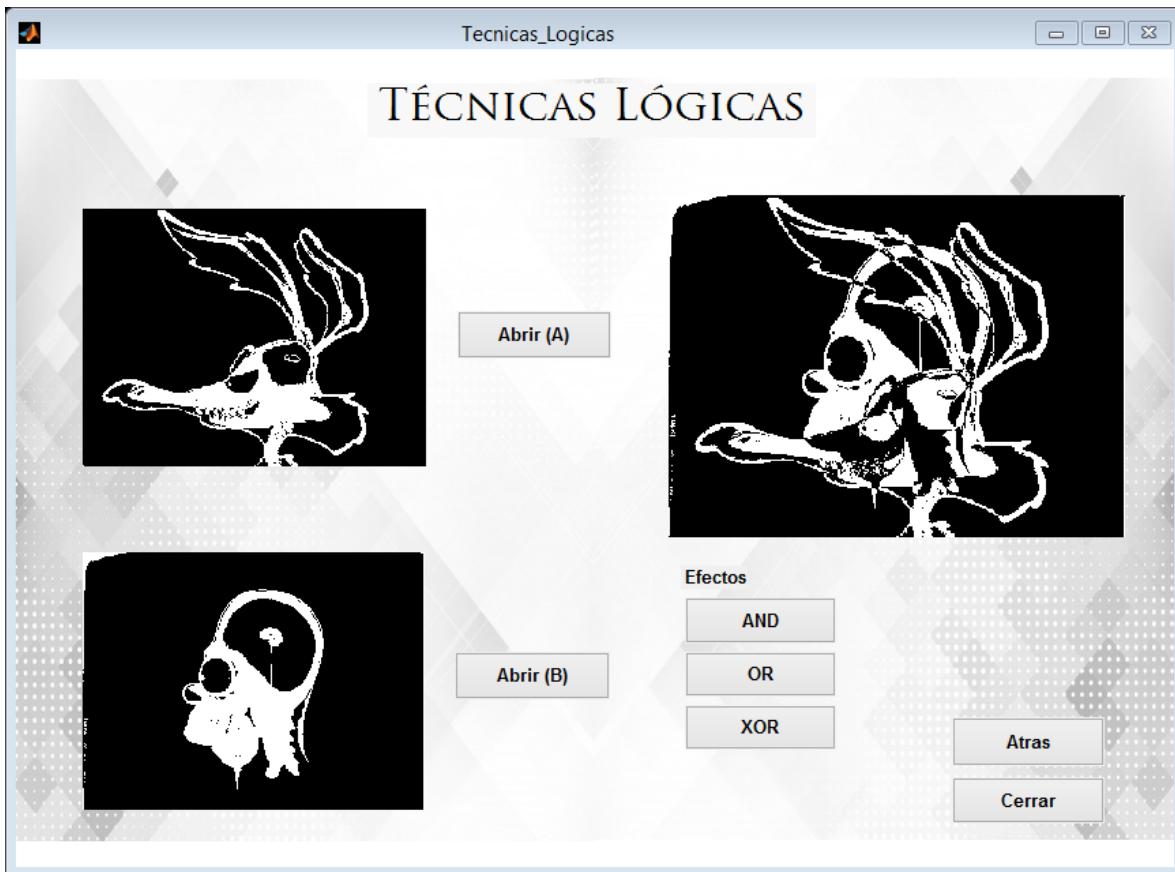


Figura 6.37 Efecto XOR

6.3.7 Botón Atrás

```
% --- Executes on button press in pb_atras.  
function pb_atras_Callback(hObject, eventdata, handles)  
clear all  
close(Tecnicas_Logicas);  
Menu
```

6.3.8 Botón Cerrar

```
function pb_cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)  
clear all  
close;
```



CONCLUSIONES

Se realizó la búsqueda y selección de información acerca de los principios de la teoría de la luz y de la óptica, que sirvieron como fundamento teórico de las técnicas implementadas en la interfaz.

Se realizó la investigación de cámaras analógicas y con esta base se documentó una línea del tiempo en la que se muestra la invención y evolución de la cámara oscura. Para después crear las cámaras analógicas, así como el desarrollo de nuevas tecnologías y su implementación, para las cámaras digitales que cuentan con más funciones de utilidad.

Se obtuvo información que permitió conocer técnicas fundamentales para la mejora de calidad de una fotografía, siendo esta un antecedente de la imagen digital. Que gracias a la implementación de la tecnología permite la manipulación o modificación de la imagen por medio de programación.

Se desarrolló una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) usando el entorno de MATLAB. Ya que este cuenta con funciones aptas para el procesamiento digital de imágenes, en el que se realizó un menú de selección para técnicas básicas y técnicas lógicas, con el objetivo de mostrar el tratamiento digital. En la interfaz se visualiza la imagen original y la imagen procesada que hacen las funciones implementadas. Así mismo, se realizaron pruebas del funcionamiento de la interfaz y se documentaron posibles errores que puedan existir en este tipo de programación con MATLAB, así como algunas soluciones para su corrección.

Se propone como trabajo futuro realizar la programación de la interfaz en algún entorno libre como java; agregar técnicas avanzadas de procesamiento y análisis; captura y tratamiento de imágenes en tiempo real.



REFERENCIAS

- [1] J. A. Ibañez Mengual, E. Martin Rodriguez y J. M. Zamarro Minguell, FISICA, Cuarta ed., Murcia, 1989.
- [2] Desconocido, «conceptodefinicion,» Venemedia, 6 Febrero 2015. [En línea]. Available: <http://conceptodefinicion.de/color/>. [Último acceso: 28 Agosto 2017].
- [3] A. T. Hernandez, «Retina,» de *Manual de Anatomía y Fisiología Ocular Básica*, México, Devlyn, 2006, pp. 11-12.
- [4] D. Malacara, «Qué es la Óptica,» Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, [En línea]. Available: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/sec_4.htm. [Último acceso: 26 Julio 2017].
- [5] D. Malacara, Óptica Básica, México: Ediciones Científicas Universitarias, 2015.
- [6] D. M. A. Cabrerizo y J. L. Antón Boza, «El Espectro Electromagnético,» de *Física y Química*, J. Ablanque, Ed., España, Editex, 2008, pp. 168,169.
- [7] S. Lasso, «ABOUT ESPAÑOL,» 09 Agosto 2016. [En línea]. Available: <https://www.aboutespanol.com/los-colores-primarios-secundarios-y-terciarios-180313>. [Último acceso: 22 Agosto 2017].
- [8] S. Lasso, «ABOUT MEXICO,» 10 Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://www.aboutespanol.com/color-luz-y-pigmento-que-es-y-como-se-percibe-180130>. [Último acceso: 23 Agosto 2017].
- [9] FOTONOSTRA, «Fotonostra,» [En línea]. Available: <http://www.fotonostra.com/fotografia/fotoanalogica.htm>. [Último acceso: 16 Septiembre 2017].
- [10] Desconocido, «DefiniciónABC,» 2007. [En línea]. Available: <https://www.definicionabc.com/tecnologia/camara-fotografica.php>. [Último acceso: 24 Septiembre 2017].
- [11] V. F. Carnero, Obtención de imágenes para proyectos gráficos. ARGG0110, Málaga: ic editorial, 2014.
- [12] Fotonostra, «FOTONOSTRA,» [En línea]. Available: <http://www.fotonostra.com/fotografia/revelado.htm>. [Último acceso: 1 Octubre 2017].
- [13] «TheWebFoto,» 2001. [En línea]. Available: <http://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/206-el-objetivo>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].



- [14] M. Langford, «Longitud focal y profundidad de campo,» de *La Fotografía paso a paso*, España, Hermann Blume Ediciones, 2001, pp. 93-94.
- [15] M. Birkitt, *El libro completo de la fotografía*, Madrid: Hermann Blume Ediciones, 1994.
- [16] Desconocido, «365ENFOQUES,» [En línea]. Available: <https://365enfoques.com/mejorar-fotos/que-es-la-sensibilidad-iso-fotografia/>. [Último acceso: 17 Octubre 2017].
- [17] The Web Foto, «The Web Foto,» The Web Foto, [En línea]. Available: <http://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/206-el-objetivo>. [Último acceso: 19 Octubre 2017].
- [18] M. Lanford, *La fotografía paso a paso*, España: Hermann Blume Ediciones, 2001.
- [19] A. Tamara, «Ciencia y Tecnología,» Blogspot, 12 Septiembre 2012. [En línea]. Available: <http://tecnoinfo1210.blogspot.mx/>. [Último acceso: 28 Noviembre 2017].
- [20] R. P. Iglesias, *Elaboración y modificación de imágenes u otros elementos gráficos.*, España: Ediciones Paraninfo, S.A., 2017.
- [21] D. Cottino, D. Bustamante, D. Spaciuk, D. Robaina, E. Coquet y F. Liotine, *Reparación de Componentes*, Buenos Aires, Argentina: Gradi S.A. , 2008.
- [22] J. Shneider, *Magic lantern guides*: Sigma DP1, Nueva York: Lark Books, 2009.
- [23] Desconocido, «Pardes de,» [En línea]. Available: <http://partesde.com/camara-fotografica/>. [Último acceso: 8 Diciembre 2017].
- [24] I. Guasco, «200 Respuestas Fotografía Digital,» *USERS*, vol. 1, pp. 30-34, 2013.
- [25] D. D. Busch, *Instantánea de la Fotografía Digital*, Madrid, España: Paraninfo, 2007.
- [26] J. D. M. Kairath, *Fotografía Digital: Técnica y Lenguaje*, Santiago, Chile: Ediciones UC, 2005.
- [27] I. Guasco, *El gran libro de la fotografía digital*, Buenos Aires, Argentina: Gradi S.A. , 2008.
- [28] I. V. Arroyal, *Retoque Digital de Imágenes*. ARGG0110, Antequera, Malaga: IC Editorial, 2014.
- [29] G. Roelofs, «PNG,» 4 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.libpng.org/pub/png/>. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].



- [30] Desconocido, «Graffica,» Eldiario.es, 8 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://graffica.info/tiff-jpeg-gif-png-formatos-archivos/>. [Último acceso: 6 Diciembre 2017].
- [31] L. Sánchez, «Glossarium-BITri,» 30 Marzo 2009. [En línea]. Available: <http://glossarium.bitrum.unileon.es/Home/imagen>. [Último acceso: 26 Agosto 2017].
- [32] I. O. Silva, «La creación de imágenes mentales y su implicación en la comprensión, el aprendizaje y la transferencia,» *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, vol. 10, nº 2, pp. 243-253, 2009.
- [33] J. F. P. Grau, Técnicas de análisis de imagen conceptos básicos, Valencia: Universitat de València, 2010.
- [34] Desconocido, «Guioteca,» 6 Agosto 2010. [En línea]. Available: <https://www.guiloteca.com/tecnologia/tamano-de-imagenes-de-tv-relacion-aspecto/>. [Último acceso: 7 Diciembre 2017].
- [35] Desconocido, «Universidad Nacional Autónoma de México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán,» [En línea]. Available: <http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/DOCUMENTOS/TEMA%201/7.%20HISTOGRAMAS.pdf>. [Último acceso: 24 Diciembre 2017].
- [36] R. Magro, «Sociedad Entomológica Aragonesa,» 31 Diciembre 2013. [En línea]. Available: <http://se-entomologia.org/PDF/Boletin53/443464BSEA53BinarizacionRMagro.pdf>. [Último acceso: 17 Enero 2018].
- [37] Desconocido, «Wikipedia,» Licencia Creative Commons Atribución Compartir Igual 3.0, 22 Julio 2014. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n_\(imagen\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Inversi%C3%B3n_(imagen)). [Último acceso: 29 Diciembre 2017].
- [38] Desconocido, «digitalfotored,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.digitalfotored.com/imagendigital/brillo.htm>. [Último acceso: 19 Enero 2018].
- [39] M. P. F. Paul Zelanski, COLOR, Madrid, España: Tursen S.A. H. Blume, 2001.
- [40] C. Platero, «Universidad Politécnica de Madrid,» 2009. [En línea]. Available: http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/MIP_VisionArtificial/Apunte sVA/cap4Procesadov1.pdf. [Último acceso: 14 Enero 2018].
- [41] Desconocido, «Fotonostra,» [En línea]. Available: <http://www.fotonostra.com/fotografia/elruido.htm>. [Último acceso: 14 Enero 2018].



- [42] O. Morocho, «Documents.mx,» Documents.mx, Junio 26 2015. [En línea]. Available: <https://documents.mx/documents/filtro-homomorfico.html>. [Último acceso: 14 Enero 2018].
- [43] J. M. Flores, 2014. [En línea]. Available: <http://www.academicos.ccadet.unam.mx/jorge.marquez/cursos/Instrumentacion/Ruido.pdf>. [Último acceso: 2 Enero 2018].
- [44] M. Ebner, Color constancy, Hoboken, USA: Wiley, 2007.
- [45] A. N. V. Konstantinos N. Plataniotis, Color Image Processing and Applications, New York, USA: Springer, 2000.
- [46] K. Jack, Digital Video and DSP Instant Access, Oxford, UK: Elsevier, 2008.
- [47] Desconocido, «MathWorks,» The MathWorks, Inc., 2018. [En línea]. Available: <https://la.mathworks.com/help/matlab/ref/and.html>. [Último acceso: 28 Febrero 2018].
- [48] Desconocido, «MathWorks,» The MathWorks, Inc., 2018. [En línea]. Available: <https://la.mathworks.com/help/matlab/ref/or.html>. [Último acceso: 28 Febrero 2018].
- [49] B. Rossi, Fundamentos de óptica, Primera ed., Sevilla España: REVERTÉ, S.A. , 2003.
- [50] K. Daniells, «Digital Buzz Blog,» Digital Buzz Blog, 13 Mayo 2012. [En línea]. Available: <http://www.digitalbuzzblog.com/infographic-instagram-stats/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2017].
- [51] NIKON CORPORATION, «NIKON,» [En línea]. Available: http://cdn-10.nikon-cdn.com/pdf/manuals/dslr/D200_es.pdf. [Último acceso: 11 Diciembre 2017].



REFERENCIAS DE IMÁGENES

CAPÍTULO 2

Figura 2.1 Tipos de ondas en la luz polarizada. Recuperado el Miércoles 18 de Octubre 2017 de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/phyopt/polclas.html>

Figura 2.2 Modelo de luz polarizada. Recuperado miércoles 18 de octubre 2017 de <http://edafologia.ugr.es/optmine/intro/luz.htm>

Figura 2.3 Propagación de Luz Natural y/o Artificial. Miércoles 18 octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.4 Anatomía del ojo humano. Miércoles 18 octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.5 Óptica de Fourier. Miércoles 18 octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.6 Penumbra. Viernes 20 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.7 Cámara clara. Viernes 20 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.8 Refracción de la luz. Viernes 20 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.9 Leyes de Reflexión. Viernes 20 de Octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.10 Prisma de Newton. Recuperado sábado 21 de octubre 2017 de <http://laluzeneliessulayr.blogspot.mx/2015/02/prismas-y-la-luz.html>

Figura 2.11 Medición de frecuencia y longitud de onda del espectro electromagnético. Recuperado sábado 21 de octubre 2017 de <http://comofuncionaque.com/como-se-forma-el-arco-iris/>

Figura 2.12 Espectro visible por el ojo humano. Recuperado lunes 23 de octubre 2017 de <http://www.fotonostra.com/grafico/teoriacolor.htm>

Figura 2.13 Colores primarios. Lunes 23 de octubre 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 2.14 Colores secundarios. Miércoles 25 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

CAPÍTULO 3

Figura 3.1 Negativo de una fotografía/fotografía revelada. Recuperado viernes 3 de Noviembre 2017 de https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_03_04/sonificacion/cabro_archivos/negativo.html

Figura 3.2 Proceso de revelado de una imagen analógica. Recuperado viernes 3 de Noviembre 2017 de <http://www.fotonostra.com/fotografia/reveladopapel.htm>



Figura 3.3 Cámara Oscura. Recuperado miércoles 25 de octubre 2017 de <http://fundamentosdefotografiaumma.blogspot.mx/2013/03/camara-fotografica-historia-y-evolucion.html>

Figura 3.4 Primeras técnicas de tratamiento de una imagen analógica. Jueves 26 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores

Figura 3.5 “Tartan Ribbon” Primera Fotografía a color. Recuperado jueves 26 de octubre 2017 de <https://mundoestranho.abril.com.br/curiosidades/quando-foi-tirada-a-primeira-foto-colorida/>

Figura 3.6 Partes de una cámara analógica (Réflex). Recuperado jueves 26 de octubre 2017 de <http://quieromicamara.blogspot.mx/2010/09/partes-de-la-camara-analogica.html>

Figura 3.7 Objetivo de una cámara fotográfica. Recuperado jueves 26 de octubre 2017 de <http://www.thewebfoto.com/2-hacer-fotos/206-el-objetivo>

Figura 3.8 Tipos de objetivos y ángulos de visión. Sábado 28 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 3.9 Distancias focales. Sábado 28 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 3.10 Aperturas de un diafragma. Recuperado sábado 28 de octubre de <https://delocotidianoloesencial.wordpress.com/2014/07/04/ajustes-en-un-camara-analogica/>.

Figura 3.11 Imagen en movimiento. Recuperado lunes 30 de octubre 2017 de <https://www.devteam.space/blog/how-much-does-it-cost-to-build-an-uber-like-application/>

Figura 3.12 Tamaños de películas. Lunes 30 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 3.13 Exposición de la película. Recuperado lunes 30 de octubre 2017 de <http://vidaentrephotos.blogspot.mx/2017/01/relacion-diafragma-obturador.html>

Figura 3.14 Función del espejo en una cámara. Recuperado lunes 30 de octubre 2017 de <http://www.fotochismes.com/2011/09/27/tipos-de-camaras-capitulo-3-camaras-slr-dslr-y-slt/>

Figura 3.15a Diagrama de un Objetivo fotográfico tipo Pez. Martes 31 de octubre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 3.15b Objetivo Ojo de Pez. Recuperado martes 31 de octubre 2017 de <http://fotografia.visanta.com/objetivos-ojo-de-pez-1499>

Figura 3.16a Objetivo Gran Angular. Recuperado martes 31 de octubre 2017 de <https://www.blogdelfotografo.com/los-5-mejores-objetivos-para-tu-camara-refex-canon-en-fotografias/>

Figura 3.16b Fotografía con objetivo Gran Angular. . Recuperado martes 31 de octubre 2017 de <https://www.pinterest.es/pin/413134965798242681/>



Figura 3.17 Objetivo Zoom. Recuperado martes 31 de octubre 2017 de <http://foto321.com/blog/tutoriales/objetivos-de-focal-fija-vs-objetivos-zoom/>

Figura 3.18 Teleobjetivo. Recuperado martes 31 de octubre 2017 de http://es.fujifilmusa.com/products/optical_devices/digital-film-cinema/tv_cine/cine/mk/mk50_135mm/index.html

Figura 3.19 Objetivo todo terreno. Recuperado miércoles 1 de Noviembre 2017 de <http://www.amateurphotographer.co.uk/reviews/lenses/tamron-af-18-270mm-f3-5-6-3-di-ii-vc-pzd>

Figura 3.20 Objetivo macro. Recuperado miércoles 1 de Noviembre 2017 de <https://blog.foto24.com/guia-de-compra-como-elegir-un-objetivo-macro/>

Figura 3.21 Objetivo 50mm. Recuperado miércoles 1 de Noviembre 2017 de <https://www.amazon.es/Canon-0570C005AA-Objetivo-c%C3%A1mara-r%C3%A9flex/dp/B00XKSBMQA>

Figura 3.22 Objetivo Descentrables. Recuperado miércoles 1 de Noviembre 2017 de <https://www.pinterest.es/pin/531776668470671357/>

Figura 3.23a Diagrama: objetivo catadióptrico. Miércoles 1 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores

Figura 3.23b Imagen tomada con un objetivo catadióptrico. Recuperado viernes 3 de Noviembre 2017 de <http://www.pentaxeros.com/forum/index.php?topic=36810.0>

CAPÍTULO 4

Figura 4.1 Primera cámara digital. Recuperado viernes 3 de Noviembre 2017 de <http://es.gizmodo.com/una-tostadora-de-3-6kg-que-grababa-en-cassettes-la-prim-1745498019>

Figura 4.2 Cámara compacta por enfrente y por detrás. Recuperado sábado 4 de Noviembre 2017 de <http://kengdim.com/shop/digital-cameras/olympus-e-p5-pen-mirrorless-digital-camera-with-17mm-f1-8-lens-14-42mm-f3-5-5-6-ii-r-lens-silver-copy/#!prettyPhoto>

Figura 4.3 Cámara Bridge por enfrente y por detrás. Recuperado sábado 4 de Noviembre 2017 de <https://3lentes.com/camaras-bridge/>

Figura 4.4 Cámara Réflex DSLR por enfrente y por detrás. Recuperado sábado 4 de Noviembre 2017 de <https://www.nikon.com.mx/nikon-products/product/dslr-cameras/d850.html>

Figura 4.5 Esquema de la cámara Réflex. Recuperado sábado 4 de Noviembre 2017 de <https://leticiaortegafotografia.wordpress.com/tag/modo-av/>

Figura 4.6 Cámara EVIL por enfrente y por detrás. Recuperado lunes 6 de Noviembre 2017 de <https://www.amazon.es/Samsung-NX1000-cuerpo-Camara->



Megapixeles/dp/B00CDXE274/ref=sr_1_4?s=electronics&ie=UTF8&qid=1511594995&s=r=1-4

4.7 Lente de cámara. Recuperado lunes 6 de Noviembre 2017 de https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-553647119-camara-digital-dsrl-vak-3500-lcd-3-24mp-hd-1920-face-lente-_JM

4.8 Objetivo para cámara digital. Recuperado lunes 6 de Noviembre 2017 de <http://www.aprendefotografiadigital.com/afd/2011/05/03/lentes-introduccion/>

4.9 Diafragma en cámara digital. Recuperado lunes 6 de Noviembre 2017 de <http://www.nikonamericalatina.com/nikon-products/product-archive/compact-digital-cameras/coolpix-l18.html>

4.10 Obturador. Recuperado lunes 6 de Noviembre 2017 de <http://sacarfotos.net/tag/camara-digital/>

Figura 4.11 Sensores. Miércoles 8 de noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores

Figura 4.12 Pantalla LCD de una cámara digital. Recuperada miércoles 8 de Noviembre 2017 de http://www.parentesis.com/resenas/camaras_digitales/Camara_digital_Samsung_ST77

Figura 4.13 Tarjeta de almacenamiento. Jueves 9 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.14 Baterías de cámaras digitales. Recuperada jueves 9 de Noviembre 2017 de <http://resources.kodak.com/support/shtml/es/manuals/urg00849/urg00849c1s2.shtml>

Figura 4.15 Tipos de Flash. Viernes 10 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.16 Dial. Viernes 10 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.17 Formatos de imagen. Viernes 10 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.18 Formato PNG. Recuperada sábado 11 de noviembre 2017 de <https://lualouro.com/formatos-de-archivo/>

Figura 4.19 Imagen digital. Miércoles 15 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.20 Representación de codificación. Miércoles 15 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 4.21 Relación de aspecto de una imagen en pantalla. Recuperado miércoles 15 de Noviembre 2017 de <https://www.guioteca.com/tecnologia/tamano-de-imagenes-de-tv-relacion-aspecto/>

CAPÍTULO 5

Figura 5.1 Histograma de una imagen. Sábado 18 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.



Figura 5.2 Imágenes muestra de cambios de nivel. Sábado 18 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.3 Escala de grises. Recuperado sábado 18 de Noviembre 2017 de <https://solo50.wordpress.com/2013/06/10/escala-de-grises/>

Figura 5.4 Escala de grises de una imagen RGB. Sábado 18 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.5 Transformación binaria. Sábado 18 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.6 Negativo de una imagen. Martes 21 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.7 Contraste. Martes 21 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.8 Intensidad de Brillo. Martes 21 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.9 Saturación. Martes 21 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.10 Filtros de ruido. Martes 21 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.11 Detección de Bordes. Viernes 24 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.12 Cambio de color RGB a CMY. Viernes 24 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.13 Modelo HSI en una imagen RGB. Domingo 26 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.14 Modelo YIQ en una imagen RGB. Domingo 26 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.15 Función AND. Martes 28 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.16 Función OR. Martes 28 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 5.17 Función XOR. Martes 28 de Noviembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

CAPÍTULO 6

Figura 6.1 Guide: ventana para creación de nueva interfaz. Miércoles 13 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.2 Entorno de diseño. Miércoles 13 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.3 Diseño de interfaz Menú. Viernes 15 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.4 Inspector de propiedades del objeto. Viernes 15 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.



Figura 6.5 Mensaje: error de nombre. Domingo 17 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.6 Error para mostrar imagen de fondo. Domingo 17 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.7 Interfaz Menú. Domingo 17 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.8 Llamado al editor de programación. Lunes 18 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.9 Interfaz Técnicas_Básicas. Lunes 18 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.10 Interfaz Técnicas_Logicas. Lunes 18 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.11 Diseño interfaz Técnicas_Básicas. Martes 19 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.12 Cargar imagen. Sábado 23 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.13 Imagen cargada. Sábado 23 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.14 Opciones dentro de Pop-up Menu. Sábado 23 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.15 Diseño Pop-Up Menu. Domingo 24 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.16 Mensaje de aviso. Domingo 24 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.17 Efecto Histograma. Viernes 29 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.18 Efecto Escala de Grises. Viernes 29 de Diciembre 2017, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.19 Efecto Binarización. Domingo 7 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.20 Efecto Negativo. Domingo 7 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.21 Efecto Contraste. Domingo 7 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.22 Efecto Brillo. Miércoles 10 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.23 Efecto Saturación. Miércoles 10 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.24 Ruido Gaussiano. Miércoles 10 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.25 Efecto Ruido Sal y Pimienta. Viernes 12 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.26 Efecto Ruido Multiplicativo. Viernes 12 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.27 Efecto Relieve. Lunes 15 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.



Figura 6.28 Efecto Detección de Bordes. Lunes 15 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.29 Efecto CMY. Lunes 15 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.30 Efecto HSI. Jueves 18 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.31 Efecto YIQ. Jueves 18 de enero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.32 Efecto Desenfoque. Jueves 1 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.33 Diseño interfaz Técnicas_Lógicas. Jueves 1 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.34 Imágenes en axes1 y axes2. Domingo 4 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.35 Efecto AND. Martes 6 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.36 Efecto OR. Martes 6 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.

Figura 6.37 Efecto XOR, Viernes 8 de Febrero 2018, Ana Cristina Nieto Flores.



ANEXOS

SE ANEXA EL CÓDIGO COMPLETO DE LAS TRES INTERFACES.

CÓDIGO DE LA INTERFAZ MENU

```
function varargout = Menu(varargin)
%Código de la interfaz Menu.fig
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',          mfilename, ...
                   'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @Menu_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @Menu_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn', [], ...
                   'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% Programación del fondo de la interfaz.
% --- Executes just before Menu is made visible.
function Menu_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
fondo = imread('p3.png'); %Leer imagen
axes(handles.axes1); %Carga la imagen en axes1 (El nombre de axes puede ser modificable)
axis off; %se desactiva axes para evitar futuros inconvenientes
imshow(fondo); % Muestra la imagen.
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Menu_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

%Programación del botón "Técnicas Básicas"
% --- Executes on button press in tecb.
```



```
function tecb_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(Menu); %Cierra la interfaz llamada "Menu"
Tecnicas_Basicas %y muestra la interfaz "Tecnicas_Basicas"

%Programación de función del botón "Técnicas Lógicas"
% --- Executes on button press in tecl.
function tecl_Callback(hObject, eventdata, handles)
close(Menu); %Cierra la interfaz llamada "Menu"
Tecnicas_Logicas %y muestra la interfaz "Tecnicas_Logicas"

%Programación del botón "Cerrar"
% --- Executes on button press in cerrar.
function cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)
close; %Cierra por completo la interfaz.
```

CÓDIGO INTERFAZ TÉCNICAS BÁSICAS

```
function varargout = Tecnicas_Basicas(varargin)
% TECNICAS_BASICAS MATLAB código para la interfaz Tecnicas_Basicas.fig
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',         mfilename, ...
                   'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @Tecnicas_Basicas_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @Tecnicas_Basicas_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn', [], ...
                   'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

%Programación del fondo de la interfaz
% --- Executes just before Tecnicas_Basicas is made visible.
function Tecnicas_Basicas_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
background = imread('F21.jpg'); %la variable background, almacena la imagen
leída, en este caso F21.jpg(puede ser cualquier formato, como .png,
.gif,.bmps)
axes(handles.background); %La imagen leída se mostrara en el axis nombrado
"background"
axis off; %Se desactiva axis para prevenir futuros inconvenientes.
imshow(background); %Muestra la imagen.
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
% UIWAIT makes Tecnicas_Basicas wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

**ESTE CÓDIGO SE GENERA POR DEFAULT, NO SE DEBE ELIMINAR, YA QUE FORMA PARTE
DEL CÓDIGO, AL SER ELIMINADO, PUEDE GENERAR ALGUNOS ERRORES. **
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Tecnicas_Basicas_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

%Programación del botón ABRIR
% --- Executes on button press in pb_abrir.
function pb_abrir_Callback(hObject, eventdata, handles)
global img; %Se define como variable global a img, ya que será utilizada para
las demás funciones, como los case que se presenten al programar el pop-menu.
imagen = uigetfile('*.jpg','cargar JPG'); %uigetfile permite
seleccionar la imagen que se desee siempre y cuando sea el formato
previamente establecido, o bien puede ser modificado por los formatos
previamente mencionados.
ruta = imagen; %Guarda la dirección de donde fue obtenida la
imagen.
img = imread(ruta); %la variable img lee la ruta para obtener la imagen.
axes (handles.axes1); %Se muestra la imagen en el axes establecido, en
este caso axes1.
imshow (img); %Muestra la imagen.

%Programación del botón ATRÁS
% --- Executes on button press in pb_atras.
function pb_atras_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all %Limpia las variables, de tal forma en que si se vuelve a ingresar,
la interfaz y sus funciones están como en un inicio.
close(Tecnicas_Basicas); %Cierra la interfaz llamada "Tecnicas_Basicas"
Menú %Y muestra la interfaz llamada "Menú"

% --- Executes on button press in pb_cerrar.
function pb_cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all
close; %Cierra por completo la interfaz.

%programación del POP MENU
% --- Executes on selection change in efectos.
function efectos_Callback(hObject, eventdata, handles)
axes (handles.axes2); %Axes en él que se mostrara el efecto realizado.

global img;
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
if isempty (img) %Realiza una comparación, para conocer si la ruta de donde se
obtendrá la imagen original para hacer el efecto se encuentra vacía, de ser
así, portara un mensaje de advertencia
    warndlg ('Presiona en "Abrir" para seleccionar una imagen','AVISO');
end %Termina la función de if.

opc=get(handles.efectos,'Value'); %opc es la variable de opciones que se
pueden seleccionar.
switch opc %El efecto a realizar puede ser cualquiera de los siguientes casos
programados.

    case 1 %El primer case se queda vacío, ya que no contiene información,
pero es útil, para poder poner un inicio como "Selecciona una imagen..."

    case 2 %Realiza el histograma de la imagen original que es la que se
encuentra en axes1
        %%Histograma
        imagengris= rgb2gray(img); %la función rgb2gray convierte la imagen
original a color en escala de grises y es almacenada en la variable
imagengris, **el nombre de las variables puede ser modificable.**
        imhist (imagengris); %imhist muestra el histograma que se ha realizado
de la imagen y lo muestra en el axes seleccionado (axes2)

    case 3
        %EscalaDeGrises
        imagenGris=rgb2gray(img); %Convierte la imagen a escala de grises
        imshow(imagenGris); %Muestra la imagen.

    case 4
        %Binario
        g= graythresh(img);
        bin= im2bw(img,g);
        imshow (bin);

    case 5
        %%Negativo
        neg= 256 - img;
        imshow (neg);

    case 6
        %%Contraste
        imagen=img;
        opa =imagen-100;
        imshow(opa);

    case 7
        %%Brillo
        imagen=img;
        br =imagen+100;
        imshow(br);
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
case 8
    %%Saturación

case 9
    %%Ruido Gausiano
    gs = imnoise(img,'gaussian');
    h1=fspecial('average');
    gau=imfilter(gs,h1);
    imshow (gau);

case 10
    %%Ruido Sal y Pimienta
    slpp = imnoise(img,'salt & pepper',0.1);
    h1=fspecial('average');
    sp= imfilter(slpp,h1);
    imshow (sp);

case 11
    %%Ruido Multiplicativo
    mp = imnoise(img,'speckle',0.04);
    imshow (mp);

case 12
    %%Relieve
    imagen=img;
    if isequal(imagen,0);
        return
    end

    sf=fspecial('prewitt');
    sc=sf;
    im=rgb2gray(imagen);
    b1=imfilter(im,sf);
    b2=imfilter(im,sc);
    relieve=imadd(b1,b2);

    imshow(relieve);

case 13
    %%Detección de Bordes
    gris=rgb2gray(img);
    bordes=edge(gris,'sobel');
    imshow(bordes);

case 14
    %%CMY
    im=img;
    r = im(:,:,1);
    g = im(:,:,2);
    b = im(:,:,3);
    c = 255-r;
```



```
m = 255-g;
y = 255-b;
imCMY = cat(3,c,m,y);
imshow(imCMY);

case 15
    %%HSI
    im=img;
    HSI = rgb2HSV(im);
    imshow(HSI);

case 16
    %%YIQ
    im=img;
    YIQ = rgb2NTSC(im);
    imshow(YIQ);

case 17
    %%Desenfoque
    imagen=img;
    if isequal(imagen,0)
        return
    end

    rojo=imagen(:,:1);
    verde=imagen(:,:2);
    azul=imagen(:,:3);
    w=fspecial('average',30);
    IR_filtrada=imfilter(rojo,w);
    IG_filtrada=imfilter(verde,w);
    IB_filtrada=imfilter(azul,w);
    ic_filtrada=cat(3,IR_filtrada,IG_filtrada,IB_filtrada);
    imshow(ic_filtrada);
end

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function efectos_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to efectos (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
```



CÓDIGO INTERFAZ TÉCNICAS LÓGICAS

```
function varargout = Tecnicas_Logicas(varargin)
% TECNICAS_LOGICAS MATLAB code for Tecnicas_Logicas.fig
%     TECNICAS_LOGICAS, by itself, creates a new TECNICAS_LOGICAS or raises
the existing
%     singleton*.
%
%     H = TECNICAS_LOGICAS returns the handle to a new TECNICAS_LOGICAS or
the handle to
%     the existing singleton*.
%
%     TECNICAS_LOGICAS('CALLBACK', hObject, eventData, handles,...) calls the
local
%     function named CALLBACK in TECNICAS_LOGICAS.M with the given input
arguments.
%
%     TECNICAS_LOGICAS('Property','Value',...) creates a new TECNICAS_LOGICAS
or raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%     applied to the GUI before Tecnicas_Logicas_OpeningFcn gets called. An
%     unrecognized property name or invalid value makes property application
%     stop. All inputs are passed to Tecnicas_Logicas_OpeningFcn via
varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help Tecnicas_Logicas

% Last Modified by GUIDE v2.5 11-Mar-2018 01:11:12

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',          mfilename, ...
                   'gui_Singleton',    gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn',   @Tecnicas_Logicas_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',    @Tecnicas_Logicas_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',    [], ...
                   'gui_Callback',     []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before Tecnicas_Logicas is made visible.
function Tecnicas_Logicas_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
axes(handles.back);
background = imread('fon.jpg');
axis off;
imshow(background);
axes (handles.axes1);
axes (handles.axes2);
axes (handles.axes3);
% Choose default command line output for Tecnicas_Logicas
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes Tecnicas_Logicas wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Tecnicas_Logicas_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pb_abrir.
function pb_abrir_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
[filename pathname] = uigetfile('*.*','cargar JPG');
ruta = [pathname,filename];
a = imread(ruta);
grises=rgb2gray(a);
imwrite(grises,'g1.png');
umbral=graythresh(grises);
bw=im2bw(grises,umbral);
imwrite(bw,'b1.bmp');
a = imread('b1.bmp');
axes (handles.axes1);
imshow (a);

% --- Executes on button press in pb_abrirlb.
function pb_abrirlb_Callback(hObject, eventdata, handles)
global b;
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
[filename,pathname] = uigetfile('.jpg','cargar JPG');
ruta = [pathname,filename];
b = imread(ruta);
grises=rgb2gray(b);
imwrite(grises,'g2.png');
umbral=graythresh(grises);
bw2=im2bw(grises,umbral);
imwrite(bw2,'b2.bmp');
b = imread('b2.bmp');
axes (handles.axes2);
imshow (b);

% --- Executes on button press in pb_atras.
function pb_atras_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all
close(Tecnicas_Logicas);
Menu

function pb_cerrar_Callback(hObject, eventdata, handles)
clear all
close;

% --- Executes on button press in pb_and.
function pb_and_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes','AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    and(i,i2);
    n=and(i,i2);
    axes (handles.axes3);
end
imshow(n)

% --- Executes on button press in pb_or.
function pb_or_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes','AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    xor(i,i2);
    o=or(i,i2);
```



EVOLUCIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Centro Universitario UAEM Ecatepec

```
axes (handles.axes3);
end
imshow(o)

% --- Executes on button press in xor.
function xor_Callback(hObject, eventdata, handles)
global a;
global b;
if isempty (a) || isempty (b)
    warndlg ('Debes seleccionar dos imagenes', 'AVISO');
else
    i =imread('b1.bmp');
    i2 =imread('b2.bmp');
    xor(i,i2);
    x=xor(i,i2);
    axes (handles.axes3);
end
imshow(x);
```