



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO VALLE DE CHALCO

IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS PARA  
RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES PARA EL  
DIAGNÓSTICO DE CÁNCER CERVICOUTERINO

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

P R E S E N T A:

ING. URIEL GALICIA MONTES

A S E S O R A:

DRA. EN C.E. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

TUTORES ADJUNTOS:

DRA. EN M.E. MAGALLY MARTÍNEZ REYES

DR. EN C.Y E. JOSÉ LUIS SÁNCHEZ RAMÍREZ



VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD

DICIEMBRE 2016





Valle de Chalco Solidaridad, Edo de Méx. Lunes, 28 de noviembre de 2016.

**DR. EN C. JUVENAL RUEDA PAZ**  
**COORDINADOR DE LA MAESTRÍA CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**  
**DEL CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO.**

**P R E S E N T E.**

Por este medio le comunico a usted que la comisión revisora designada para realizar la tesis denominada: "IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS PARA RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES PARA EL DIAGNÓSTICO DE CÁNCER CERVICOUTERINO", como parte de los requisitos para obtener el grado académico de Maestría en **Ciencias de la Computación** presenta **Uriel Galicia Montes**, con número de cuenta **0722180** para sustentar el acto de evaluación de grado, ha dictaminado que dicho trabajo reúne las características de contenido para proceder a la impresión del mismo

**A T E N T A M E N T E**

**Tutor adjunto**

**Tutor Académico**

**Tutor Adjunto**

**Dra. en M. E. Magally  
Martínez Reyes**

**Dra. en C. E. Anabelem  
Soberanes Martín**

**Dr. en C. y E. José Luis  
Sánchez Ramírez**





Oficio CoordMACSCO 003/2017

Valle de Chalco Solidaridad, Edo. de México a 16 de enero del 2017.

**Ing. Uriel Galicia Montes**

Candidato al Grado de Maestría en Ciencias de la Computación  
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco  
Presente

De acuerdo con el Reglamento de Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora realizó con respecto a su trabajo de tesis titulado "*Implementación de métodos para reconocimiento de imágenes para el diagnóstico de cáncer cervicouterino*", la Coordinación de la Maestría en Ciencias de la Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, concede la autorización para que proceda a la impresión de la misma.

Sin más por el momento, le reitero la seguridad de mi especial consideración y estima.

ATENTAMENTE

“PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO”

“2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”



VALLE DE CHALCO  
MAestría EN CIENCIAS  
DE LA COMPUTACIÓN

*Juvenal Rueda Paz*  
Dr. Juvenal Rueda Paz.

Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Computación.  
C.U UAEM Valle de Chalco.  
Universidad Autónoma del Estado de México

c.c.p. Archivo  
JRP





### CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

El que suscribe **Uriel Galicia Montes** Autor del trabajo escrito de evaluación profesional en la opción de Tesis con el título "**IMPLEMENTACIÓN DE MÉTODOS PARA RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES PARA EL DIAGNÓSTICO DE CÁNCER CERVICOUTERINO**", 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 Valle de Chalco** para ser evaluada con el fin de obtener el Grado de **Maestro en Ciencias de la 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.

Se firma la presente en la ciudad de Valle de Chalco, a los **28** días del mes de **Noviembre de 2016**.

Ing. Uriel Galicia Montes

Nombre y firma de conformidad



# Dedicatorias

## **A mis ángeles:**

Abuelito y abuelita por su amor y enseñanza,  
Amiga Mariana se que desde el cielo vez esto,  
Abuelo por la motivación que me diste cuando estabas conmigo.

## **A mi madre Virginia Montes:**

Gracias por apoyarme en todo momento y por tus consejos,  
por inculcarme estos valores que me han permitido ser una persona de bien,  
Pero más que nada gracias por el amor que me tienes, te amo Mami.

## **A mi padre Victor Galicia**

Gracias por confiar siempre en mí, por el apoyo brindado,  
Por el valor mostrado para salir adelante, por tu cariño y amor,  
Papi siempre ocuparas un lugar especial en mi corazón.

## **A mis Hermanos:**

Gracias por su cariño y comprensión,  
Por ser como son y estar conmigo,  
Por las vivencias y buenos recuerdos que tenemos,  
Gracias por su confianza, hermanos los quiero mucho.

# Agradecimientos

## **A Dios:**

Por haberme permitido llegar hasta este punto.

Por darme salud y poder cumplir con mis objetivos.

Gracias por obsequiarme a mi familia y permitirme recorrer este camino.

## **A la Dra. Anabelem Soberanes:**

Gracias doctora por confiar en mi trabajo,

por su paciencia, dirección y apoyo,

por contribuir con su experiencia a la realización de esta tesis.

## **A mis revisores y profesores:**

Gracias a mi cuerpo revisor por su tiempo en las revisiones.

Agradezco la confianza, apoyo y dedicación de su valioso tiempo.

Gracias por haber compartido sus conocimientos conmigo.

## **Al CONACYT:**

Por el número de apoyo económico 396248.

Apoyo que recibí durante el posgrado del periodo 2014/2016.

Gracias nuevamente.

## **A la UAEM:**

Gracias por la formación académica recibida,

Por formar parte del Centro Universitario Valle de Chalco,

Por ser parte de una generación mas de Maestros en Ciencias.

## **A mis amigos y compañeros:**

Gracias a todos ustedes por sus consejos,

por su compañía, apoyo y buenos deseos,

por sus palabras de aliento cuando eran necesarias.

# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>VI</b>
<b>Abstract</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Motivación . . . . .	3
1.3. Planteamiento del problema . . . . .	4
1.4. Objetivos . . . . .	5
1.5. Organización de la Tesis . . . . .	6
<b>2. Marco teórico</b>	<b>8</b>
2.1. Cáncer cérvico uterino . . . . .	8
2.2. Colposcopia . . . . .	9
2.3. Diagnóstico Asistido por Computadora . . . . .	11
2.4. Procesamiento de Imágenes para el Diagnóstico . . . . .	12
2.5. Segmentación de Imágenes . . . . .	13
2.6. Redes Neuronales Artificiales . . . . .	14
2.6.1. Aprendizaje de una Red Neuronal . . . . .	16
2.7. Transformada Wavelet . . . . .	16
2.8. Transformada de Fourier . . . . .	17
2.9. Ingeniería web (IWeb) . . . . .	18
2.9.1. Formulación . . . . .	19
2.9.2. Planificación . . . . .	19
2.9.3. Análisis . . . . .	20

2.9.4.	Ingeniería . . . . .	22
2.9.5.	Generación de páginas y pruebas . . . . .	24
2.9.6.	Estudios Exploratorios . . . . .	24
2.9.7.	Estudios Cualitativos . . . . .	24
2.9.8.	Investigación Documental . . . . .	24
<b>3.</b>	<b>Metodología</b>	<b>26</b>
3.1.	Estudios Exploratorios . . . . .	26
3.2.	Investigación Cualitativa . . . . .	26
3.3.	Desarrollo de base de datos . . . . .	27
3.3.1.	Base de datos Colpos . . . . .	27
3.4.	Funcionalidad de Colposystem en el reconocimiento de imágenes Colposcópicas . . . . .	29
3.5.	Aplicación de la Ingeniería Web en Colposystem . . . . .	30
3.5.1.	Formulación . . . . .	30
3.5.2.	Planificación . . . . .	31
3.5.3.	Análisis . . . . .	31
3.5.4.	Ingeniería . . . . .	31
3.5.5.	Generación de páginas y pruebas . . . . .	32
3.5.6.	Evaluación con el Cliente . . . . .	32
<b>4.</b>	<b>Experimentación</b>	<b>33</b>
4.1.	Características del equipo donde se experimento . . . . .	33
4.2.	Experimentación con imágenes normales . . . . .	34
4.2.1.	Tiempo . . . . .	34
4.2.2.	Rendimiento . . . . .	34
4.2.3.	Tiempo de la prueba y entrega de resultados . . . . .	34
4.3.	Experimentación con imágenes compresas . . . . .	35
4.3.1.	Tiempo . . . . .	35
4.3.2.	Rendimiento . . . . .	36
4.3.3.	Tiempo de la prueba y entrega de resultados con Colpopsystem . . . . .	36
4.4.	Reporte colposcopico PDF . . . . .	36

<b>5. Resultados</b>	<b>40</b>
5.1. Respuesta a las preguntas de investigación . . . . .	40
5.2. Imágenes Normales . . . . .	41
5.3. Imágenes Compresas . . . . .	41
5.4. Resultados Ponencias . . . . .	42
<b>6. Conclusiones y Trabajos Futuros</b>	<b>44</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	44
6.2. Trabajos Futuros . . . . .	46
<b>A. Evidencias</b>	<b>47</b>
A.1. Academia Journals Celaya 2016 . . . . .	48
A.2. Memorias Congreso Academia Journals 2016 . . . . .	49
A.3. Coloquio UAEM Texcoco 2015B . . . . .	50
A.4. Simposio UAEM Valle de Chalco 2015B . . . . .	51
A.5. Coloquio UAEM Valle de Chalco 2014B . . . . .	52
<b>B. Manual de Instalación</b>	<b>53</b>
B.1. Manual de instalación de Colposystem . . . . .	54
<b>C. Manual Técnico</b>	<b>55</b>
C.1. Manual técnico de Colposystem . . . . .	56
<b>D. Reporte Colposcopico</b>	<b>57</b>
D.1. Reporte Colposcopico . . . . .	58
D.2. Reporte Colposcopico . . . . .	59
D.3. Reporte Colposcopico . . . . .	60
D.4. Reporte Colposcopico . . . . .	61

# Índice de figuras

1.1. Estructura de tesis. . . . .	6
2.1. Colposcopia digital (Neto, Ribeiro, y Valeri, 2004). . . . .	11
2.2. Descripción gráfica de los componentes básicos de una neurona, (Tarin- ga.net, 2015). . . . .	15
2.3. Estructura de una neurona artificial. . . . .	15
2.4. Modelo del proceso IWeb propuesto por Pressman (2002). . . . .	19
3.1. Diagrama Entidad Relación del sistema “Colposystem”. . . . .	28
4.1. Sección uno del reporte PDF. . . . .	37
4.2. Sección dos del reporte inspección visual y hallazgos de la colposcopia. . .	37
4.3. Resultados del filtrado y segmentación de las áreas afectadas. . . . .	38
4.4. Resultado del pre-diagnóstico. . . . .	38
5.1. Resultados de las pruebas en Imágenes Normales. . . . .	41
5.2. Resultado en Imágenes Compresas . . . . .	42

# Resumen

Estudios de Globocan estima que en el mundo se dan 490,000 casos nuevos de cáncer cérvico uterino (CaCu) por año; más de 270,000 mujeres mueren a causa de la enfermedad, y aproximadamente el 85 % de las mujeres están muriendo esto en países en vías de desarrollo (Bray, Ferlay, Parkin, y Pisani, 2001). El cáncer se origina cuando las células en el cuerpo comienzan a crecer en forma descontrolada, las células en casi cualquier parte del cuerpo pueden convertirse en cáncer y pueden extenderse a otras áreas del cuerpo. El CaCu o cáncer cervical se origina en las células que revisten el cuello uterino, la parte inferior del útero (matriz), algunas veces se le llama cérvix uterino. Los dos tipos principales de células que cubren el cuello del útero son las células escamosas (exocérvix) y las células glandulares (endocérvix), estos dos tipos de células se encuentran en un lugar llamado zona de transformación, la ubicación exacta de la zona de transformación cambia a medida que envejece el cuerpo, por lo que hay una mayor probabilidad de que surja en mujeres de más de 35 años.

Falta de estrategias eficaces de detección y tratamiento es una de las razones principales del drástico incremento del CaCu en países en desarrollo, en comparación con las naciones más desarrolladas. Hasta la fecha, los esfuerzos de detección se han concentrado en la prueba del papanicolaou (PAP), una prueba de laboratorio para detectar cambios celulares anormales, que data de la década de 1940. La prueba ha dado resultados en los países industrializados que ofrecen exámenes periódicos de calidad, pero los programas de papanicolaou son complejos y costosos de aplicar, y no han servido para atender a una considerable proporción de mujeres en países con sistemas e infraestructuras sanitarias deficientes. Asimismo, los programas de detección con frecuencia van dirigidos a mujeres jóvenes, que son fáciles de contactar mediante los programas de salud materna, y generalmente se someten a pruebas múltiples veces.

Una de las formas en que los proveedores de atención médica pueden utilizar son tecnologías simples para examinar a las mujeres y ver si tienen estados precancerosos. En la actualidad se puede trabajar bajo dos enfoques, la inspección visual y la prueba del Virus de Papiloma Humano (VPH), estos dos enfoques ofrecen grandes posibilidades de salvar

un gran número de vidas a un menor costo.

Una de las alternativas más prometedoras se encuentra en los métodos de detección visual que consisten en limpiar el cérvix con una solución de vinagre o yodo y someterlo a un simple examen visual sin instrumentos para detectar tejido anormal. La inspección visual tiene ciertas ventajas en contextos de bajos recursos. Es relativamente simple y económica, y necesita poca infraestructura, suponiendo que haya servicios de tratamiento. Puede realizarla personal no médico, tras recibir la debida capacitación y supervisión, y los resultados son inmediatos, lo que hace posible, en teoría, ofrecer el tratamiento o remitir a la paciente en la misma visita. Otra alternativa es detectar la presencia del VPH en el cérvix, existe cada vez mayor interés en esta opción, pero las pruebas no se han extendido pues son caras y requieren más tecnología. Se está tratando de desarrollar una prueba que sea de bajo costo y fácil de usar.

Tomando como base lo anterior, esta investigación se centra en la construcción de una aplicación que permita hacer un pre-diagnóstico con base en la toma de imágenes colposcópicas, utilizando diferentes herramientas tecnológicas y computacionales, al hacer uso de base de datos, se pueden recopilar las patologías de esta enfermedad mediante imágenes; al mismo tiempo al utilizar diferentes algoritmos modelados con un software especializado se puede bocetar una aplicación que realice el análisis de la imagen digital de colposcopia y buscar indicios de CaCu mediante la comparación con la base de datos de patologías y la imagen digital de la paciente, con el uso de un sistema local web poder recabar información de la afectada, con el fin de considerar cada uno de los aspectos clínicos actuales y que ha presentado a lo largo de su vida y de sus condescendientes más cercanos, tomando esto como base para tomar una decisión en el pre-diagnóstico.

Esta investigación se centra en la implementación de un sistema web desarrollado bajo el lenguaje de programación PHP, mismo que usa el SGBD (Sistema Gestor de Base de Datos) MySQL, mediante el uso del software MATLAB se hace el reconocimiento de imágenes, utilizando técnicas como la segmentación de imágenes de color, algoritmo de máximos y mínimos y distancia euclidiana, realizando el etiquetado de objetos en áreas de interés, todo lo anterior modelado en un sistema web administrado de forma local.

El funcionamiento que realiza el sistema es el siguiente:

1. Tomar las muestras de imágenes de la paciente para comenzar con el pre-diagnóstico.
2. Recabar los datos personales de la paciente.
3. Comenzar con la inspección visual de la piel de zona a diagnosticar.
4. Lo siguiente es la inspección visual de la imagen (identificar patologías de forma visual para dar seguimiento a esa patología).
5. Cargar la imagen para el pre-diagnóstico, en esta etapa se carga el apartado en MATLAB dónde se realiza la comparación de la imagen de colposcopia con las patologías almacenadas en la base de datos, las cuales cuentan con un diagnóstico del ginecológico, se procede a seleccionar 15 puntos para el análisis tomados con base en el criterio del especialista y con ello comenzar el análisis de la zona afectada con base en los datos recabados y la imagen a procesar.
6. Posteriormente, el sistema solicita los comentarios del especialista y la fecha para próxima cita.
7. Para finalizar este proceso el sistema emite el pre-diagnóstico de manera gráfica mediante un documento PDF con los resultados del análisis.

El pre-diagnóstico que se emite es entendible, la paciente no necesitará de un especialista para la interpretación de resultados, se puede apreciar cada uno de los aspectos que el médico indico a lo largo del proceso de captura y análisis permitiéndole a la paciente visualizar cada uno de sus datos para que no se cometan errores en el proceso y poder hacer una análisis nuevo con los datos omitidos o corregidos.

Con el sistema de pre-diagnóstico se busca hacer una contribución a la detección oportuna de esta enfermedad, agilizar el proceso de emisión de resultados, apoyar al personal médico en la toma del diagnóstico final.

# Abstract

Globocan studies estimated that 490,000 new cases of cervical cancer (cervical cancer) occur in the world each year; which more than 270,000 women die from the disease, and that approximately 85 % of women are dying, cancer occurs when cells in the body begin to grow out of control, cells in almost any part of body can become cancerous and can spread to other areas of the body. The cervical cancer or cervical cancer originates in the cells lining the cervix, the lower part of the uterus (womb), sometimes called uterine cervix. The two main types of cells lining the neck 'utero are squamous cells (exocervix) and glandular cells (endocervix), these two types of cells are found in a place called transformation zone, the exact location of the area transformation changes as the body ages, so there is a higher probability of occurring in women over 35 years.

Lack of effective screening and treatment strategies is one of the main reasons for the dramatic increase of cervical cancer in developing countries, compared with nations m 'developed as. To date, screening efforts have focused on the Pap smear, a laboratory test to detect abnormal cell changes, dating from the 1940s. The test has produced tremendo- us results in industrialized countries offering high-quality periodic examinations, but Pap smears are complex and costly to implement, and have not served a large proportion of women in the country. With poor health systems and infrastructures. In addition, scree- ning programs often are aimed at young women, who are easy to contact by maternal health programs, and generally undergo multiple testing times.

One of the ways in which health care providers can use are simple to examine women and see if they have precancer technologies. Today you can work under two approaches, visual inspection and HPV testing, these two approaches have great potential to save many lives at a lower cost.

One of the most promising alternatives is in the visual detection consisting clean the cervix with a vinegar solution or iodine and submit it to a simple visual examination wit- hout instruments to detect abnormal tissue. Visual inspection has certain advantages in low-resource settings. It is relatively simple and inexpensive, and needs little infrastru- cture, assuming there treatment services. It can be performed by non-medical personnel after

receiving proper training and supervision, and the results are immediate, which makes it possible, in theory, offer treatment or refer the patient during the same visit. Another alternative is to detect the presence of HPV in the cervix, there is growing interest in this option, but tests have not spread as they are quite expensive and require technology. It is trying to develop a test that is inexpensive and easy to use.

Based on the above described, this research focuses on the construction of an application that allows to make a pre-diagnosis based on the colposcopic imaging, using different technological and computational tools, make use of database can collect the pathologies At the same time, when using various algorithms modeled by specialized software, it is possible to sketch an application that performs colposcopy digital image analysis and to search for CaCu indices by comparing it with the pathology database and the Digital image of the patient and with the use of a local web system to be able to gather information from the affected person, in order to consider each of the clinical aspects that she presents and has presented throughout her life and that of her nearest condescending ones , Taking this as the basis for making a decision in pre-diagnosis.

This research focuses on the implementation of a web system developed under the programming language PHP, same using the DBMS MySQL, using the MATLAB software image recognition is made, using techniques such as image segmentation of color, algorithm and maximum and minimum Euclidean distance, making the labeling of objects in areas of interest, all of the above modeling a web system administered locally.

The operation performing the system is as follows:

1. Take samples of patient images to begin with pre-diagnosis..
2. Collect the patient's personal data.
3. Begin with visual inspection of the area skin to be diagnosed.
4. The next thing to do is begin with the visual inspection of the image (identify visual pathologies to follow up on this pathology).

5. Loading the image for pre-diagnosis, in this stage the section is loaded in MATLAB where the colposcopy image is compared with the pathologies stored in the database, which have a diagnosis of the gynecological, proceed to Select 15 points for the analysis based on the criterion of the specialist and thus begin the analysis of the affected area based on the data collected and the image to be processed.
6. Subsequently, the system requests the comments of the specialist and the date for the next appointment.
7. To end this process the system issues the pre-diagnosis graphically using a PDF document with the results of the analysis.

The pre-diagnosis is very understandable because the patient does not need a specialist for the interpretation of results, in it can be appreciated each of the aspects that the doctor indicated throughout the process of capture and analysis allowing the Patient to visualize each one of its data so that no errors are made in the process and if it is possible to do a new analysis with the omitted or correct data.

The pre-diagnosis is very understandable because the patient does not need a specialist for the interpretation of results, in it can be appreciated each of the aspects that the doctor indicated throughout the process of capture and analysis allowing the Patient to visualize each one of its data so that no mistakes are made in the process and if it is possible to do a new analysis with the omitted or correct data.

With the pre-diagnosis system, it is sought to make a small contribution to the timely detection of this disease, streamline the process of emission of results, support the medical staff in making the final diagnosis.

# Capítulo 1

## Introducción

En este capítulo se abordarán temas relevantes para la investigación, primero se hablará de aspectos del cáncer, dando una breve introducción del cáncer cérvico en el mundo, de igual forma se mencionan algunos datos de importancia; la motivación por la cual se realiza la presente investigación, se enuncia el planteamiento de la problemática, así como las preguntas de investigación, los objetivos de la misma y la distribución de la información contenida.

### 1.1. Introducción

La infección genital con el VPH es una enfermedad de transmisión sexual viral con más frecuencia a nivel mundial, así mismo es un factor importante para el desarrollo de lesiones preneoplásicas y neoplásicas del cuello uterino. No obstante, menos del 5% de las mujeres infectadas con VPH desarrollará Cáncer Cervicouterino (CaCu) (Ho y cols., 1995).

El CaCu es un problema de salud pública, se estima que cada año 500,000 casos nuevos son diagnosticados en todo el mundo (Parkin, Pisani, y Ferlay, 1993), en México el CaCu es la causa de muerte por neoplasias en mujeres mayores de 25 años; sin embargo, este tipo de cáncer es absolutamente prevenible y su tratamiento es relativamente fácil cuando el diagnóstico es oportuno, el tratamiento de esta enfermedad depende de lo avanzada que se encuentre al momento de hacer el diagnóstico, la experiencia de países desarrollados ha permitido demostrar que una de las mejores opciones para disminuir la mortandad del CaCu es la detección y el tratamiento oportuno por medio del uso de programas de

Detección Oportuna de Cáncer (DOC) (Organization y cols., 1995).

Pero la aplicación de algunos de ellos depende de la capacidad diagnóstica de la prueba, la variabilidad en costo, así como la necesidad de determinada infraestructura, equipamiento y entrenamiento del recurso humano (Cortiñas, Ríos, y Lander, 2008). Por lo general, se utiliza como prueba de tamizaje la citología cervical convencional o Papanicolaou, en los países desarrollados ha resultado una prueba efectiva y confiable con la que han conseguido disminuir las tasas de incidencia y mortalidad de manera significativa, lo cual no ha sucedido en países de bajos recursos. No obstante, la prueba presenta algunas limitaciones, uno de los errores de mayor impacto es la cantidad de casos “falsos negativos” (Van Raad y Bradley, 2004), esto casos son errores que se toman en la prueba mostrando un resultado normal o no detecta la alteración, cuando en realidad hay presencia de enfermedad en el paciente.

Hasta ahora se conocen más de 100 tipos de VPH y se han categorizado en dos grupos principales: alto y bajo riesgo, existe evidencia de que la infección persistente por uno o varios tipos de VPH de alto riesgo puede progresar y causar el desarrollo de CaCu. Existen tres rutas importantes de avance para el diagnóstico de la enfermedad: las modificaciones a las técnicas citológicas, diversas pruebas de biología molecular, la digitalización de imágenes y la electroscopia de fluorescencia (Calderón, Sánchez, Ouani, y Ohara, 2005).

Para diagnosticar un cáncer se realizan, entre otras pruebas, tests de imagen, como pueden ser radiografías, ecografías o resonancias magnéticas, mediante estos tests se puede detectar zonas con alta sospecha tumoral, cuyo diagnóstico debe confirmarse finalmente mediante la realización de un estudio más especializado. Sin embargo, este tipo de imágenes no son fáciles de interpretar, lo que provoca que el profesional encargado de analizarlas, a pesar de su experiencia, no sea capaz de detectar en ellas un porcentaje importante de tumores “falsos negativos”.

Es por ello que una posibilidad para mejorar el diagnóstico y disminuir el número de falsos negativos es el utilizar sistemas de diagnóstico asistido por computadora; que son sistemas que analizan la imagen médica y tratan de detectar zonas sospechosas de

contener alguna anomalía, estas zonas son marcadas sobre la propia imagen con un doble objetivo: llamar la atención del profesional hacia la zona sospechosa y aportar una hipótesis posible respecto al diagnóstico.

Es por ello que se plantea la construcción de herramientas que asistan al especialista médico en la emisión de pre-diagnósticos de CaCu, y de esta forma dotar a la comunidad médica con una herramienta que les ayude a optimizar el servicio en el diagnóstico de esta enfermedad y así mismo hacer un decremento significativo en el número de decesos que esta enfermedad cobra a la población femenina.

## 1.2. Motivación

La selección del tema obedece principalmente por ser un problema que últimamente se ha expandido en la población, el cáncer es una enfermedad en que las mujeres son las únicas portadoras, esto se debe a que su sistema inmunológico es más vulnerable y débil comparado con el de los hombres, por ello es muy importante conocer las medidas que pueden prevenir ésta grave enfermedad, pues en el peor de los casos puede causar la muerte. Es de importancia que las mujeres exploren su cuerpo y lo conozcan perfectamente para que cuando noten alguna anomalía inmediatamente acudan al centro de salud a chequearse, pues esa puede ser la diferencia entre vivir y morir (Hidalgo-Martínez, 2006).

Diversos de los centros de salud han tomado medidas sobre este asunto, brindando ayuda a mujeres de escasos recursos que no cuentan con los medios para hacerse un chequeo, con el uso de estas medidas se ha logrado que una importante cifra de mujeres venzan éste padecimiento y sigan adelante con sus vidas. Las instituciones de salud tienen uno de los papeles más importantes dentro de la sociedad, pues los costos que ofrecen son bajos y proporcionan un gran apoyo a mujeres que padecen este mal.

Sin embargo, las instituciones de salud no cuentan con un software que asista al personal para diagnosticar esta enfermedad, en ocasiones las pacientes tiene que esperar demasiado tiempo para saber los resultados de sus pruebas y eso está dado en función de la experiencia que tenga el personal en tomar las pruebas e interpretar los resultados, por

lo que una aplicación reduciría drásticamente el tiempo de espera para el diagnóstico de pruebas.

Hoy en día se realizan múltiples pruebas para la detección de agentes cancerígenos en la parte del cérvix utilizando múltiples pruebas como: la prueba PAP, el examen de detección del VPH o las Colposcopias, cuyos métodos tienen un porcentaje de caer en los llamados falsos negativos, mismos que podrían llevar al especialista o profesional del área a emitir un diagnóstico erróneo sobre el estado de salud de alguna paciente.

Pensando en este problema que se presenta, se plantea el uso de una herramienta tecnológica, que utiliza diferentes algoritmos, que pretende reducir considerablemente el margen de error en la presencia de falsos negativos, ayudando al especialista a proporcionar diagnósticos más acertados.

Las herramientas conocidas como CAD (Diagnóstico Asistido por Computadora) constituyen un concepto nuevo estableciéndolas como herramientas que se apoyan por el uso de computadoras para el diagnóstico, teniendo en cuenta lo anterior y las funciones que tienen los especialistas para detectar esta enfermedad, se puede modelar una aplicación para hacer un diagnóstico informático automatizado; el cual se refiere a un concepto basado en algoritmos de computadora. Con un CAD, el rendimiento de las computadoras no tiene que ser comparable con los médicos, pero tiene que ser complementada por la experiencia de los médicos. De hecho, un los sistemas CAD se han empleado para ayudar a los especialistas en la detección temprana de los cánceres como el de mama en los monogramas, de ahí la gran importancia de dotar al personal médico con una herramienta que les ayude con los diagnósticos (Barrio, Manrique, Ríos, y Vilarrasa, 1999).

### **1.3. Planteamiento del problema**

El cáncer cervicouterino es sin duda un gran problema de salud, tan solo en México es considerado la segunda enfermedad que más vidas toma de la población femenina, dado que las técnicas de la citología que son empleadas actualmente para la detección de esta enfermedad presentan algunas inconsistencias en el resultado, ya que uno de sus mayo-

res errores es la cantidad de falsos negativos que estas arrojan (Van Raad y Bradley, 2004).

Esta investigación planea aportar un apoyo a la comunidad de la salud, mediante la contribución de un sistema que asista al personal médico en la emisión de diagnósticos de pruebas de colposcópicas, esta técnica busca hacer un significativo decremento en el número de falsos “negativos” de la prueba; primeramente se plantea modelar estas técnicas mediante el uso de tecnologías, al tener estas pruebas modeladas realizar un pre-diagnóstico, posteriormente modelar otras técnicas y hacer un pre-diagnóstico con las mismas, la técnica con la que se planea hacer la contribución será tomada con base en una serie de pruebas a las que se le someterá a cada una de ellas y así elegir la más eficiente.

En el marco del problema mencionado se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué métodos se pueden implementar para hacer un adecuado diagnóstico de cáncer cervicouterino?
2. ¿En qué porcentaje estos métodos disminuyen el riesgo de falsos negativos ?
3. ¿Qué método tiene un mejor resultado en el análisis de pruebas colposcópicas?
4. ¿Como la implementación de está técnica de reconocimiento de imágenes colposcópicas contribuye a los médicos?

## 1.4. Objetivos

### General

Implementar diferentes métodos que ayuden con el análisis de pruebas para la emisión de diagnósticos de cáncer cervicouterino.

### Específicos

1. Analizar imágenes con el uso de diferentes técnicas, para compararlas y diseñar una herramienta que pueda arrojar un diagnóstico.

2. Demostrar que mediante la técnica propuestas es posible disminuir el rango de “falsos negativos” en las imágenes obtenidas, para la emision del diagnóstico.
3. Someter a prueba cada uno de los métodos seleccionados a fin de determinar el grado de eficiencia.

## 1.5. Organización de la Tesis

La tesis se divide en seis capítulos, la figura 1.1 presenta la distribución de la investigación de manera gráfica:

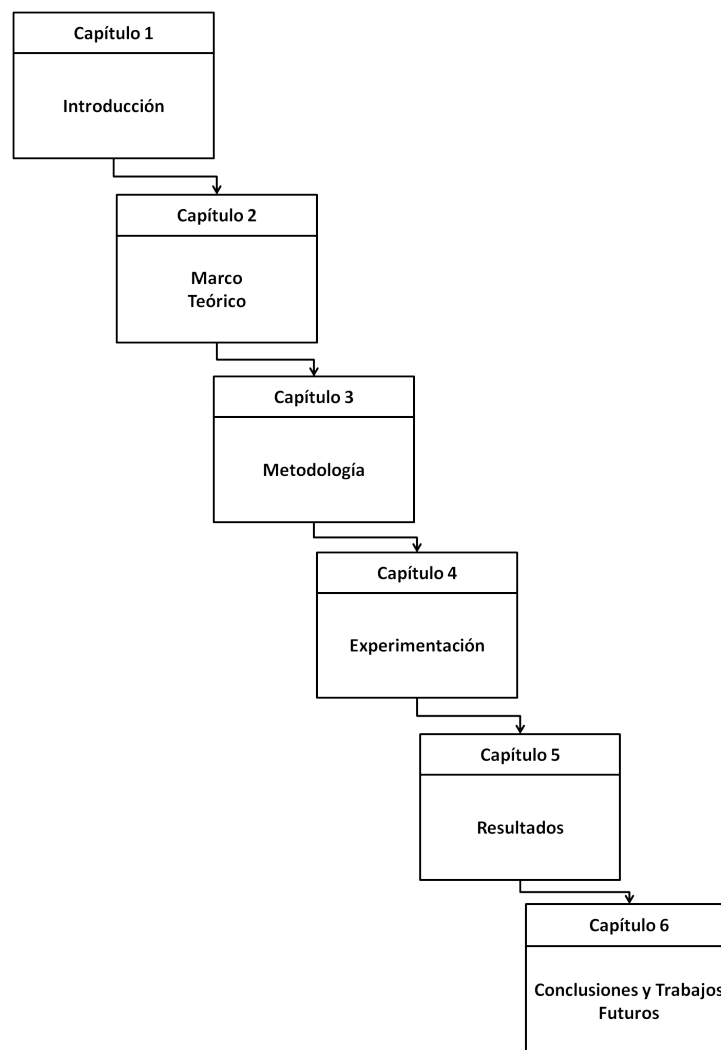


Figura 1.1. Estructura de tesis.

En el capítulo 1: Se hace mención de algunos aspectos históricos de los inicio del cáncer a nivel mundial y a nivel nacional, entre otros aspectos.

En el capítulo 2: Se da una reseña sobre el estudios y análisis de trabajos relacionados a la investigación, partiendo de conceptos importantes de conocimientos que se utilizan en la aplicación de cada técnica.

El capítulo 3: Esta sección explica la descripción de la metodología utilizada en la investigación, y cada uno de los conceptos metodológicos y teóricos que se mencionaron en el capítulo anterior.

El Capítulo 4: En esta sección se realizan las pruebas y experimentos para comprobar, validar y medir las capacidades de respuesta del sistema que se propone.

El capítulo 5. Este muestra los resultados de la experimentación, esto con la finalidad de poder determinar el grado de eficacia en el funcionamiento del sistema propuesto.

El capítulo 6: Este apartado es la conclusión de la investigación, así como la mención de trabajos o mejoras que se pueden hacer partiendo del trabajo realizado.

# Capítulo 2

## Marco teórico

Este capítulo se abordaron los conceptos teóricos de mayor importancia utilizados a lo largo del proceso de la investigación hasta la implementación misma de estos conceptos para el desarrollo de una aplicación de pre-diagnóstico, el primer paso es explorar la parte médica mencionando qué es el cáncer cérvico, pasando por el método de Colposcopia que se utiliza para el diagnóstico, mencionar al diagnóstico asistido por computadora herramienta que se quiere emplear, para ello es necesario hablar de las técnicas que esta herramienta usa como la segmentación de imágenes, por mencionar alguna. El uso de las redes neuronales y transformadas matemáticas como la discreta de Wavelet o de Fourier. De igual forma la metodología de desarrollo para el software de reconociendo de imágenes y demás conceptos utilizados.

### 2.1. Cáncer cérvico uterino

El Cáncer cérvico uterino o Cáncer de cuello del útero es la enfermedad que más vidas toma de la población femenina, tan solo en el mundo se estima una cifra de 500, 000 casos diagnosticados y algunos países de américa central tienen la tasas con más incidencia de esta enfermedad. El cáncer cérvico Uterino (CaCu) es una enfermedad previsible y cuando es detectada en etapas de inicio se pueden aplicar diversos tratamientos terapéuticos con un favorable pronóstico de sobrevivir (Eggleston, Coker, Das, Cordray, y Luchok, 2007). La detección oportuna influye un tanto con el nivel de vida de cada una de las portadoras, de ahí la importancia de disponer de diferentes métodos de detección de estas lesiones precursoras del CaCu, mismas que se pueden descubrir con diferentes técnicas como col-

poscopia o papanicolaou por mencionar algunas.

La alta incidencia de esta enfermedad es reflejo de la falta de eficiencia de los programas oportunos para la detección de esta enfermedad, este padecimiento no solo constituye un gran problema de salud para la población mundial, pues tan solo en México esta enfermedad se ubica como la segunda causa de muerte por tumores malignos (Lazcano-Ponce y cols., 2008), alcanzando cifras de 12 a 16 fallecimientos al día, en el año 2000 fueron registradas 4,604 defunciones según la Secretaria de Salud (Flores y cols., 2002).

Existen rutas importantes de avances para el diagnóstico de la enfermedad, la modificación de las técnicas citológicas, las pruebas de biología molecular, la digitalización de imágenes y la espectroscopia de fluorescencia (Mitchell, Cantor, Ramanujam, Tortolero-Luna, y Richards-Kortum, 1999). Sin embargo, la técnica citológica más socorrida ha sido la citología exfoliativa mediante el uso del Papanicolaou, pero la toma de biopsia dirigida mediante colposcopia sigue siendo catalogada la prueba “estándar de oro” (Sellors y Sankaranarayanan, 2003).

En México, una investigación reveló que entre el 10 y 54% de las pruebas citológicas realizadas resultan falsos negativos, lo cual representa un problema importante en la capacidad diagnóstica de la prueba (Lazcano-Ponce y cols., 2008). Un resultado falso negativo en este tipo de pruebas ocurre cuando se declara que una muestra es normal, pero la mujer tiene una anomalía importante que se pasó por alto, lo cual representa un problema importante en la capacidad del diagnóstico en este tipo de pruebas.

sin embargo, es necesario identificar las técnicas actuales para el análisis para detectar esta enfermedad y disponer de ellas para hacer una mejora en pro del diagnóstico de CaCu.

## **2.2. Colposcopia**

El colposcopio fue inventado en Alemania en 1925 por el médico Hans Hinselman, que insatisfecho con los medios de exploración empleados en ese entonces trato de descubrir

las formas iniciales de la enfermedad con la combinación de una poderosa fuente de luz con aumento estereoscópico para mejorar la observación del cérvix.

Un examen colposcópico es realizado usualmente por un médico ginecólogo o especialista habilitado a realizar tal procedimiento. Con auxilio de un aparato colposcópico es posible obtener un aumento de 10 a 40 veces la superficie del cuello uterino, permitiendo que un médico identifique cambios discretos no notorios a simple vista. La colposcopia consiste en la visualización del cérvix mediante el colposcopio y la observación del cambio de tonalidad del epitelio a un color blanquecino posteriormente de haberse aplicado una solución de ácido acético 3-5 %, esta prueba tiene la ventaja de que se puede observar si existen zonas de sospechosas de lesión así como delimitar la extensión y grado severo de lesión para orientar al médico para la obtención de una biopsia.

El uso de la colposcopia ha reportado valores de sensibilidad entre el 83 y 98 % y una especificidad que varía de 48 a 66 % (Andrade, Zaragoza, Blanco, y Marañón, 2001), por lo que la prueba colposcópica reduce la cantidad de falsos negativos de la citología convencional (Pete, Toth, y Bösze, 1997).

Este examen consta de documentar todo tipo de modificaciones en el cuello uterino, vulva y vagina a través de informes descriptivos, correlacionar todos los cambios visualmente detectados y dibujar posteriormente hasta formular un diagnóstico. Actualmente, algunas instituciones como la Organización Colombiana de Colposcopia digital S.A.S. o doctores como M.A. García Álvarez o Alfonso García que utilizan este método en el Centro de Inmuno Ensayo al Oeste de la Habana Cuba, realizan colposcopias utilizando cámaras digitales, la figura 2.1 muestra los elementos involucrados en la colposcopia digital para documentar las imágenes del cuello uterino del examen, permitiendo el procesamiento y almacenamiento su anexión a los informes descriptivos de la paciente.

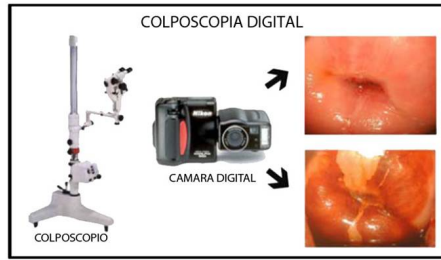


Figura 2.1. Colposcopia digital (Neto y cols., 2004).

Una de las áreas de investigación más prometedoras en este aspecto es el estudio de la dinámica de la relación acetoblanca; es decir, la utilización de imágenes colposcopias digitales para estudiar la velocidad de cambio de la reacción del acetoblanqueamiento desde el punto de vista temporal. En este enfoque se considera el análisis del conjunto de valores en escala de grises de un pixel a través de una secuencia de imágenes obtenidas durante la prueba de colposcopia para construir una serie del tiempo (Neto y cols., 2004).

### 2.3. Diagnóstico Asistido por Computadora

Cabe mencionar que las siglas CAD también suelen utilizarse para el Diseño asistido por computadora, pero también hay variantes de estas mismas siglas las cuales suelen referirse a diferentes cuestiones, pero en esta investigación se hace referencia al diagnóstico asistido. El diagnóstico asistido por computadora CAD siglas del Computer Aided Diagnosis, está definido como los procedimientos médicos que ayudan a los doctores en la interpretación de contenidos multimedia obtenidos en pruebas, como por ejemplo las imágenes médicas, es que se puede definir como un diagnóstico hecho como resultado del análisis cuantitativo automatizado de imágenes como una “segunda opinión” para la toma de decisiones del diagnóstico (De Azevedo Marques, 2001).

La finalidad de un CAD es mejorar la precisión del diagnóstico, así como la consistencia en la interpretación de imágenes, mediante la revisión cuantificable de las características de las imágenes como corresponde en las zonas normales o anormales que se presentan en una imagen. Un sistema de CAD analiza la imagen médica y trata de detectar zonas sospechosas de contener alguna anomalía. Estas zonas son marcadas sobre la propia ima-

gen con un doble objetivo: llamar la atención del profesional hacia la zona sospechosa y aportar una hipótesis posible respecto al diagnóstico (Azpitarte, Cortés, y Palacios, 2006). El éxito de un diagnóstico clínico basado en imágenes depende de la exactitud con la cual un profesional de medicina puede visualizar el objeto de estudio.

## 2.4. Procesamiento de Imágenes para el Diagnóstico

Las imágenes médicas constituyen una de las fuentes de mayor importancia, por cuanto ofrecen un apoyo integral del acto médico en el diagnóstico y el seguimiento, tan solo hoy en día son parte fundamental de la exploración diagnóstica de un paciente en muchas situaciones clínicas (Noreña y Romero, 2013). En la actualidad las imágenes médicas ya se encuentran ampliamente difundidas, esto debido a la cantidad de equipos médicos desarrollados, la diversidad de obtención de estas imágenes hace que existan diferentes modalidades de las mismas, entre las que se pueden encontrar las resonancias magnéticas, tomografías, ultrasonidos o colposcopias, por mencionar algunas otras (Herold-García y Escobedo-Nicot, 2007).

El procesamiento de imágenes tiene como objetivo mejorar el aspecto de las imágenes y hacer más evidentes en ellas ciertos detalles que se desean hacer notar (Cuevas, Zaldívar, y Pérez, 2010). Estas técnicas de procesamiento son actualmente utilizadas para contribuir a la resolución de una gran variedad de problemas, en la medicina los procedimientos computacionales valores como el contraste, nivel de intensidad de brillo o color favorece la interpretación de imágenes utilizadas en esta área proporcionando o elaborando informes cada vez más precisos y exactos (De Azevedo Marques, 2001). Las técnicas actuales del procesamiento y análisis de imágenes digitales en color originalmente eran generalizaciones de las usadas para el procesamiento de las imágenes digitales en blanco y negro (escala de grises), en la actualidad procesar imágenes en color consiste en transformar una imagen al sistema RGB (Red, Green and Blue llamados en inglés, conocidos como canales rojo, verde y azul en español), al sistema Y IQ (Espacio de color para el procesamiento de imágenes para aprovechar las características de la respuesta humana al color) (Báez Rojas, Guerrero, Conde Acevedo, Padilla Vivanco, y Urcid Serrano, 2004).

El desarrollo de las computadoras permite encontrar nuevas aplicaciones para el procesamiento y el análisis de imágenes, la segmentación de imágenes es una parte importante para algunas de las tareas del procesamiento y análisis de las mismas, en años pasados se generaron trabajos que presentan modelos y algoritmos para la segmentación de imágenes, estas técnicas se dividen en cuatro grupos: la segmentación basada en píxeles, en área, en orillas y finalmente las basadas en la física (Calderón y cols., 2005).

## 2.5. Segmentación de Imágenes

La segmentación de imágenes es un proceso en el cual se divide una imagen en sus partes constituyentes u objetos y es uno de los elementos fundamentales en el análisis automatizado de imágenes, debido a que es en esta etapa donde se extraen los objetos de interés para un procesamiento posterior como descripción y reconocimiento (Alvarez, Rivas, y Rukoz, 2001). Aunque clásicamente la segmentación de imágenes se le define como la partición o la división de una imágenes en regiones, las cuales son homogéneas con respecto a alguna característica como intensidad o textura (Coto, 2003), el proceso de segmentación trata de distinguir si un píxel pertenece o no a un objeto de interés y por lo tanto produce una imagen binaria.

Los métodos para llevar a cabo las segmentaciones varían ampliamente dependiendo de la aplicación específica, tipo de la imagen, y otros factores. Por ejemplo, la segmentación del tejido del cerebro tiene diferentes requerimientos que la segmentación de un hígado. Otros factores como ruido, volúmenes parciales y movimientos en la imagen, también pueden tener consecuencias significativas en el desempeño de los algoritmos de segmentación (Coto, 2003). Más aún, cada tipo de imagen tiene un conjunto de características propio con el cual luchar, actualmente no existe un método de segmentación que alcance resultados aceptables para todo tipo de imagen médica, pues no existen métodos que sean generales y que puedan ser aplicados a cualquier variedad de datos.

Una de las técnicas más utilizadas en la segmentación de imágenes es la detección de fronteras, dentro de ella se encuentran métodos basados en modelos deformables, conocidos como Snakes, contornos deformables y activos, entre otros. En este sentido el campo

de procesamiento de imágenes médicas es bastante amplio y afectó a especialidades como subespecialidades, utilizándolas principalmente para la asistencia en la emisión de diagnósticos, para determinar el seguimiento o tratamiento de una enfermedad o evaluar los cambios ocurridos en un período de tiempo.

Existen técnicas para modelar herramientas que ayuden a realizar buenos aportes al pre-diagnóstico de enfermedades, estas herramientas son útiles y eficientes si se sabe como hacer uso de ellas para solucionar diversas tareas.

## **2.6. Redes Neuronales Artificiales**

Las redes neuronales Artificiales (RNA) son sistemas de aprendizaje y procesamiento de información cuya estructura y funcionamiento se inspira en el modelo biológico de una red neuronal biológica, este modelo consiste en conjuntos simples para el procesamiento llamados nodos o neuronas que se conectan entre sí por conexiones que contienen un valor numérico, al cual se le denomina peso sináptico.

### **Fundamentación biológica de las redes neuronales**

Las neuronas son células del sistema nervioso cuya principal característica es la excitabilidad eléctrica de su membrana plasmática; que están especializadas en la recepción de estímulos y conducción de impulsos nerviosos entre ellas. Las neuronas presentan características morfológicas típicas que sustentan sus funciones: un cuerpo celular llamado soma; una o varias prolongaciones cortas que generalmente transmiten impulsos hacia el soma celular, denominadas dendritas; y una prolongación larga, denominada axón que conduce los impulsos desde el soma hacia otra neurona, tal y como lo muestra la figura 2.2.

### **Neurona Artificial**

La neurona artificial es un elemento que posee un estado interno denominado de activación, recibe una señal que le permite cambiar su estado; estas neuronas tienen una función que le facilita cambiar el nivel de activación. El nivel de activación de una neurona depende

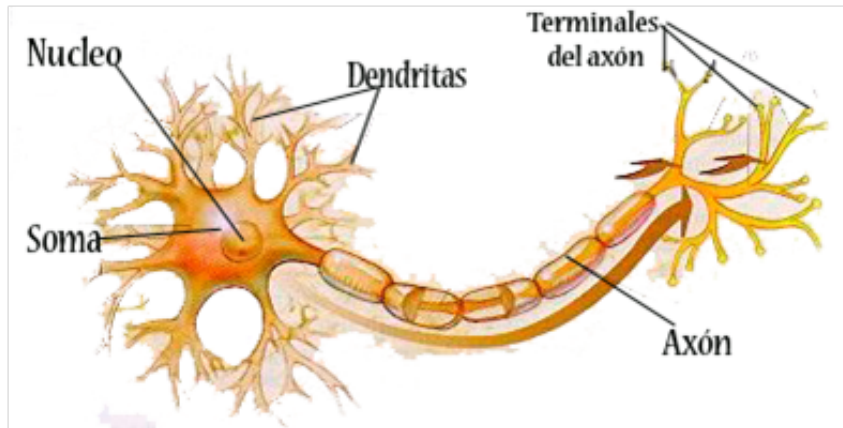


Figura 2.2. Descripción gráfica de los componentes básicos de una neurona, (Taringa.net, 2015).

de las entradas recibidas y de valores sinápticos, pero, no de valores anteriores de estados de activación. Para conocer el valor del estado de activación de una neurona se calcula la entrada total de la célula como se ilustra en la figura 2.3.

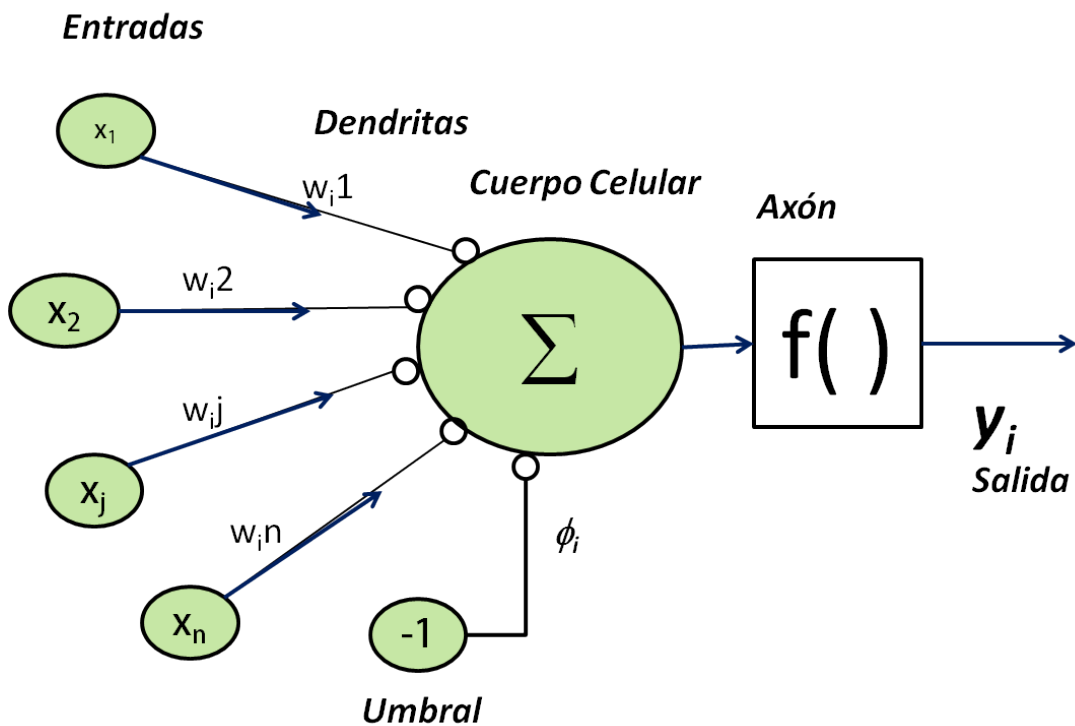


Figura 2.3. Estructura de una neurona artificial.

### **2.6.1. Aprendizaje de una Red Neuronal**

El aprendizaje es el proceso por el cual una red neuronal modifica sus pesos en respuesta a una información de entrada. Durante este proceso, los pesos de las conexiones de la red sufren modificaciones, por lo que se puede afirmar que este proceso ha terminado (la red ha aprendido) cuando los valores de los pesos permanecen estables.

El aprendizaje supervisado se caracteriza porque el proceso de aprendizaje se realiza mediante un metódico entrenamiento controlado por un agente externo, conocido como supervisor, que determina la respuesta que debería generar la red a partir de una entrada determinada.

El supervisor comprueba la salida de la red y si ésta no coincide con lo que se quiere, se procede a modificar los pesos de las conexiones para conseguir que la salida obtenida se aproxime a la deseada.

En las redes con aprendizaje no supervisado no se requiere influencia externa para ajustar los pesos de las conexiones entre neuronas. La red no recibe ninguna información por parte del entorno que le indique si la salida generada es o no correcta, y por lo tanto existen varias posibilidades en cuanto a la interpretación de la salida de estas redes.

## **2.7. Transformada Wavelet**

Las wavelets constituyen una importante herramienta matemática, han tenido un gran auge en los últimos 10 años, se han desarrollado diversas aplicaciones. La transformada de wavelet es una técnica matemática que tuvo sus orígenes en los años 80, formalmente inicia con el trabajo propuesto por Fourier al utilizar la descomposición ortogonal de señales periódicas. Estas transformadas son una herramienta potente para el estudio de señales e imágenes, debido a que son útiles en un amplio número de aplicaciones en diferentes campos, donde algunas veces se obtienen mejores resultados que con otras técnicas, a pesar de ser una herramienta relativamente nueva en el procesamiento de señales. En otras ocasiones las wavelets proporcionan características diferentes y más eficaces debido a su análisis

local, que es uno de sus mayores beneficios a la hora del análisis de señales (Belzunce, s.f.).

La idea principal de las wavelets es el análisis de funciones con base en escalas; en el análisis por wavelets la escala que se utiliza para analizar los datos pues juegan un papel especial, los algoritmos que utilizan wavelets procesan datos a diferentes escalas o resoluciones, si se observa una señal o función utilizando una “ventana ancha”, no se identifican los pequeños detalles; en cambio, si la “ventana” utilizada es angosta, entonces se puede observar. En análisis por wavelets, esas ventanas se ajustan automáticamente al cambiar de resolución. Esto hace que las wavelets sean una herramienta útil e interesante.

## **Transformada Discreta de Wavelet**

Este método consiste en descomponer la imagen utilizando alguna de las diferentes funciones de Wavelet para obtener la representación de la imagen a partir de la media y la varianza de la distribución de energía de cada coeficiente de la transformada. Los coeficientes representan aproximaciones, detalles verticales y detalles horizontales de la imagen original. Adicional a la media y la varianza que describen el contenido de la imagen se tienen que tomar en cuenta la firma de concurrencia de Wavelets (Li, Tong, y Choy, 2010) que resultan a partir del cálculo de la matriz de concurrencia que se obtiene sobre cada uno de los coeficientes horizontales, verticales y diagonales que se producen al aplicar las wavelets en cada uno de los niveles de descomposición sobre una imagen.

## **2.8. Transformada de Fourier**

La Transformada de Fourier es un procedimiento en la cual se descompone una función en las frecuencias que la conforman, de la misma manera en que un prisma descompone la luz en diferentes colores y longitudes. La salida de la transformación es la representación de la imagen en el dominio de Fourier o del dominio de la frecuencia, mientras que la imagen de entrada esta en el dominio espacial, cada punto de la imagen en el dominio de Fourier utiliza un amplio rango de aplicaciones, tales como el análisis, filtrado, reconstrucción y compresión de imágenes.

La función que se define en el tiempo como  $f(t)$  que es la transformada del dominio de frecuencia  $F(w)$ , a esta nueva función se le llama Transformada de Fourier o serie de Fourier siempre que esta es una función periódica, Fourier determino que es posible expresar una función con base en la suma de senos y cosenos de diferentes frecuencias y amplitudes hasta lograr una función original. Este procedimiento inicialmente fue implementado para funciones periódicas, pero se puede extender a funciones no periódicas haciendo tender a infinito su período (Cortés, Garzón, y Chaves, 2007), este tipo de transformadas pueden ser aplicadas a imágenes y permiten determinar sus frecuencias, pero a costa de perder información temporal de la misma.

Otro factor de importancia es hacer uso de diferentes metodologías por la naturaleza de la investigación, tanto en la parte de la investigación como herramientas metodológicas en la parte del desarrollo de software, mismo que es el soporte para el modelado e implementación de software de calidad; a continuación se mencionan.

## 2.9. Ingeniería web (IWeb)

Es el proceso utilizado para crear, implantar y mantener aplicaciones y sistemas web de alta calidad (Murugesan, Deshpande, Hansen, y Ginige, 2001), por otra parte Pressman (2002) define a la ingeniería web como la disciplina científica que estudia la teoría y la práctica de la construcción de sistemas y aplicaciones basadas en la web.

Aunque se pudiera decir que la ingeniería web es un clon de la ingeniería de software, esto no es así; aunque ambos involucran programación y desarrollo de software, el desarrollo de software propio para la web es distinto de otras categorías de la ingeniería de software, cada metodología de desarrollo involucra un número determinado de etapas y sub-etapas dentro de las mismas, para poder desarrollar aplicaciones de calidad; por su parte la ingeniería web involucra múltiples etapas que serán descritas brevemente e ilustradas por la imagen 2.4, que ejemplifica claramente el proceso de ejecución de esta metodología de desarrollo de aplicaciones web útil para esta investigación.

Como lo ilustra la figura 2.4 el proceso metodológico de software involucra al menos seis etapas de ejecución, cabe mencionar que hay etapas que se pueden ejecutar simultánea-

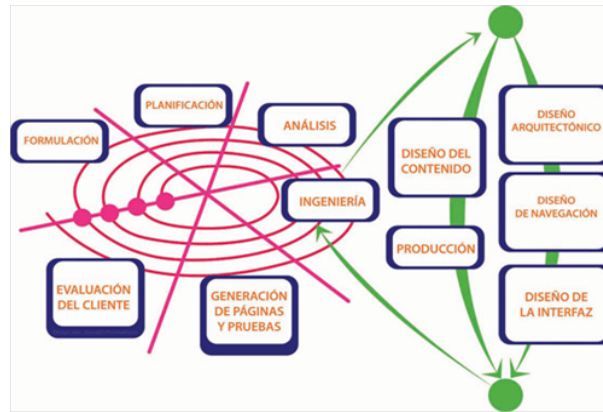


Figura 2.4. Modelo del proceso IWeb propuesto por Pressman (2002).

mente y algunas otras forzosamente se tiene que esperar para ejecutar la siguiente etapa, las etapas que constituye esta metodología son la fase de formulación, planeación de la aplicación, un exhaustivo análisis de necesidades, la etapa de ingeniería, una fase para generar páginas y ejecutar las primeras pruebas para finalmente ser evaluada por el cliente o usuarios finales.

### 2.9.1. Formulación

Según lo que mencionan Valarezo y Luján (2014), la formulación de sistemas y aplicaciones basados en web representan una secuencia de acciones de ingeniería Web que comienza con la identificación de las necesidades del negocio, se mueve hacia una descripción de los objetivos de la aplicación, define grandes características, funciones y realiza la recopilación de requisitos que conducen al desarrollo de un modelo de análisis. Permitiendo a los clientes y al equipo de ingeniería Web establecer un conjunto común de metas y objetivos para la construcción de la aplicación, en esta etapa se pretende identificar el ámbito de esfuerzo de desarrollo y proporciona un medio para determinar un resultado exitoso.

### 2.9.2. Planificación

Dada la inmediatez de las aplicaciones web es razonable preguntar: ¿En realidad se necesita gastar tiempo en la planeación y administración de un esfuerzo?, ¿no solo se debería dejar involucrar naturalmente a las aplicaciones web, con poco o ninguna gestión explicativa?, en esta fase se genera la estimación de costos general del proyecto, la evaluación

de riesgos, el calendario del desarrollo y fechas de entrega, además de definir los requerimientos técnicos para lograr una aplicación web, se identifican quiénes serán los miembros del equipo, seleccionar la estructura para que esté bien organizada y realizar estudios de mercadeo corporativo.

Esta etapa de la metodología busca determinar los requerimientos en cuanto al software que se utilizará para el desarrollo de la aplicación; es decir, el sistema operativo, servidor, editores de diseño, lenguajes de programación, animaciones o demás componentes; la definición dependerá de diversos aspectos como lo es el uso de licencias de software o los recursos técnicos y hardware, que de igual forma se hace una selección para los requerimientos de la aplicación, el equipo de servidor, la capacidad de respuesta, terminales, requerimientos de red si la aplicación será ocupada por una intranet o extranet, en caso de ser alojada en internet, definir el dominio, ubicar empresas de estos servicios en caso de que se necesitara de ellas (Morris, 2000).

### **2.9.3. Análisis**

El análisis establece los requisitos técnicos para la aplicación, en esta etapa se busca identificar los elementos del contenido que se va a incorporar, se basa en la información que contienen los casos de uso desarrollados para la aplicación, se extraen las funciones que se desarrollarán a partir de las descripciones de caso de uso. Finalmente los requisitos específicos de la implementación se deben desarrollar de modo que el ambiente y la infraestructura que apoyan la aplicación pueda construirse, esta etapa realiza cuatro tipos de análisis: de contenido, de interacción, de funcionalidad y finalmente el de configuración (García, 2013).

#### **Análisis de Contenido**

Este análisis busca localizar los elementos estructurales que proporcionan la importante visión de los requisitos de contenido para una aplicación, además incluye todas las entidades visibles para el usuario que se crean o manipulan conforme éste interactúa con la aplicación.

## **Análisis de Interacción**

En esta fase se pretende modelar y tener en cuenta todas las tareas que la aplicación tendrá, y cada paso de interacción o manipulación de la misma. Esta etapa la comprenden cuatro elementos:

- \* Casos de Uso
- \* Diagramas de Secuencia
- \* Diagramas de estados
- \* Prototipo de la interfaz de usuario

## **Análisis Funcional**

Este análisis aborda dos elementos de procesamiento de la aplicación y cada uno representa un gráfico diferente de la abstracción de procedimiento:

- \* Funcionalidad observable respecto al usuario y que se entrega al usuario final de la aplicación
- \* Comportamiento asociado a la clase, a las operaciones dentro de las clases del análisis

## **Análisis de Configuración**

Este análisis efectúa una descripción detallada del entorno y de la infraestructura en donde reside la aplicación que puede ser en internet, en una intranet o extranet. Las apps se deben diseñar e implementar de forma que se acomoden a una diversidad de ambientes, tanto del lado del servidor como del cliente. Se deben especificar el hardware del servidor y el ambiente del sistema operativo. Si las Web Apps deben tener acceso a una gran base de datos o ínter operación las aplicaciones corporativas existentes en el lado del servidor, se deben especificar las interfaces apropiadas, los protocolos de comunicación y la información.

## **2.9.4. Ingeniería**

Esta etapa se centra mayoritariamente en el usuario, e incluye la influencia de las artes o aspectos visuales (parte visual de la aplicación), el contenido (información que se muestra al usuario), la tecnología (funcionalidad de la aplicación) y la finalidad (beneficios). En la etapa de Diseño de la ingeniería Web son aplicables los conceptos y principios usados en la ingeniería del Software, aunque no es un clón perfecto de esta (Díaz, Montero, y Aedo, 2005), los aspectos más importantes que busca la parte de ingeniería son las siguientes:

- \* Simplicidad
- \* Consistencia
- \* Identidad
- \* Robustez
- \* Navegabilidad
- \* Apariencia visual
- \* Compatibilidad

La parte de ingeniería centra su uso en la parte del diseño; tienen sub-etapas como el diseño de contenido, arquitectónico, navegación e interfaz; además de comenzar con la producción de páginas, esta etapa lleva el desarrollo de cinco tareas.

### **Diseño arquitectónico**

Para sistemas y aplicaciones basados en Web se centra en la definición de la estructura global hipertexto para la aplicación, entre ellas las configuraciones de diseño y plantillas constructivas para popularizar la estructura (y lograr la reutilización).

### **Diseño de Contenidos**

Una actividad paralela es el llamado diseño del contenido, deriva la estructura y el formato detallado del contenido de la información que se presentará como parte de la app, a continuación se mencionan las principales: Estructuras lineales, reticulares, jerárquicas y de red o de la web pura.

## **Diseño de Navegación**

Una vez ya establecida una arquitectura de la aplicación web, e identificados los componentes de la arquitectura, el diseñador deberá definir las rutas de navegación que permita al usuario acceder al contenido y a los servicios de la aplicación para que el diseñador pueda llevarlo a cabo debe:

- \* Identificar la semántica de navegación para los diferentes usuarios del sitio
- Definir la mecánica (sintaxis) para lograr la navegación

## **Diseño de Interfaz**

Es la categoría de diseño que crea un medio de comunicación entre el hombre y la máquina, es el conjunto de principios para el diseño de la interfaz, el diseño identifica los objetos y acciones de la interfaz y crea entonces un formato de pantalla que forma la base del prototipo de la interfaz del usuario, esta comienza con la identificación de los requisitos del usuario, las tareas y entorno.

Todo diseño de interfaz debe presentar las siguientes características (Hassan, Martín Fernández, y Iazza, 2004):

- \* Fácil de usar
- \* Fácil de aprender
- \* Fácil de navegar
- \* Intuitiva
- \* Consistente
- \* Eficiente
- \* Libre de errores
- \* Funcional

Al finalizar todo este apartado es necesario hacer una distribución de tareas con el único fin de materializar todo lo que ya se tiene planeado y posterior a ello comenzar con el entrenamiento del sistema total.

### **2.9.5. Generación de páginas y pruebas**

El proceso en la cual se crean las primeras páginas funcionales de la aplicación todo el diseño, se empiezan realizar las configuraciones del sistema, se empieza a homologar todo el contenido que se identificó previamente, en pocas palabras se empieza hacer uso de herramientas o lenguajes de programación para comenzar con las páginas funcionales de la aplicación.

### **2.9.6. Estudios Exploratorios**

Una investigación exploratoria planea descubrir respuestas a una interrogante utilizando procedimientos científicos mismos que han sido desarrollados con el objetivo de aumentar el grado de certeza de la información recabada, la cual es de interés para dar respuesta a la interrogante cuando no se tiene una idea precisa de cómo se comporta un fenómeno Tamayo y cols. (2004).

### **2.9.7. Estudios Cualitativos**

Los estudios cualitativos son utilizados tanto en estudios de evaluación como de investigación. En otras palabras, los números y datos estadísticos son generalmente sustituidos por una descripción narrativa. Sin embargo, se han diseñado programas de computadora que permiten cuantificar los datos cualitativos sin sacrificar la riqueza del análisis cualitativo. Una de las razones para la evaluación cualitativa es que no se puede asumir que las metas de los programas puedan ser establecidas de manera clara, y los objetivos para medir los logros son en algunos casos extraordinariamente difíciles o teóricamente imposibles.

### **2.9.8. Investigación Documental**

Esta investigación es aquella que se basa en la búsqueda de documentos escritos o narrados por expertos en el tema, se realiza la búsqueda, mediante la recopilación de información obtenida por estos medios, se pueden comenzar a analizar de forma que se pueda determinar hacia dónde se orienta la información que se ha recolectado, o si se necesita profundizar más en el tema.

Estas son las herramientas que son utilizadas a lo largo del desarrollo de investigación e

implementación para el desarrollo de una aplicación web de alto nivel, tomando en cuenta la normatividad y las métricas para obtener un software de calidad en el área web, de igual forma se muestra la forma de trabajo a lo largo del desarrollo de esta investigación.

# Capítulo 3

## Metodología

Esta sección plantea el uso de los conceptos metodológicos aplicados en el desarrollo de la tesis, en el se detalla el uso de cada una de las herramientas.

### 3.1. Estudios Exploratorios

El utilizar un estudio exploratorio busca identificar respuestas al tema principal implementado procedimientos científicos, todo esto sabiendo que no se tiene una certeza precisa en la recaudación de información reunida, con esta técnica se busca lograr identificar los problemas en los que actualmente algunas otras herramientas de diagnóstico causan ese porcentaje de falsos positivos en la pruebas para el diagnóstico de esta enfermedad.

### 3.2. Investigación Cualitativa

La metodología cualitativa, como indica su propia denominación, tiene como objetivo la descripción de las cualidades de un fenómeno. Busca un concepto que pueda abarcar una parte de la realidad. No se trata de probar o de medir en qué grado una cierta cualidad se encuentra en un cierto acontecimiento dado, sino de descubrir tantas cualidades como sean posible.

### **3.3. Desarrollo de base de datos**

Se conformo la base de datos con la cual se realiza el pre-diagnóstico, el cual consta de un total de 450 imágenes obtenidas de voluntarias que han acudido al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco y el Hospital General de Amecameca, estas imágenes han sido valoradas por especialistas de la salud, mismas de las cuales se ha identificando el grado de lesión que poseen, de esta forma al hacer comparaciones futuras, el sistema podrá hacer diagnósticos precisos en la comparación de imágenes.

#### **3.3.1. Base de datos Colpos**

Colposystem cuenta con una base de datos para su funcionamiento, toda la información que es capturada en el sistema se almacena en una tabla específica ligado al tipo de información que se introdujo, el resultado dado a la paciente de igual forma se almacena para poder hacer una consulta posterior, cada una de estas tablas de la base de datos juega un papel importante dada la información que almacena pues es importante contar con cada datos y resultado arrojado para el pre-diagnóstico a continuación se mencionan cada una de las tablas que conforman la base de datos:

1. **Formulación:** En esta etapa se ha identificado que una buena alternativa puede ser un sistema web; el cual realice el análisis de imágenes colposcópicas para poder hacer un pre-diagnóstico de CaCu, así poder cumplir con el objetivo de contar con una herramienta que ayude a los especialistas médicos con la emisión de un pre-diagnóstico de esta enfermedad.
2. **Datos de la paciente:** Esta tabla almacena cada uno de los datos personales de la paciente tales como nombre, apellidos, dirección entre otros datos para la localización de la paciente.
3. **Antecedentes Ginecológicos:** Esta tabla reserva datos de importancia pues en ella se almacena información relevante que puede ser de vital importancia en el diagnóstico, pues son indicadores importantes de que pueda haber presencia previa en familiares cercanos a la paciente, teniendo así un antecedente genético.
4. **Inspección Visual:** Esta tabla guarda datos de inspección visual que hace el médico

en parte del cérvix, la apariencia del cérvix, la distribución del vello, si se encuentran anomalías en la piel o demás.

5. Colposcopia: Esta tabla almacena datos propios de la colposcopia, como la posible enfermedad, inspección visual de la colposcopia en ácido o Yodo, la zona de inspección, cuadrantes afectados entre otras.
6. Diagnóstico: Esta tabla almacena las rutas donde se alojan las imágenes del diagnóstico hecho por la herramienta Matlab, mismas que almacena las imágenes del análisis, la zona afectada en imagen negro y color, zona de análisis, área de afectación y próxima cita de la paciente.
7. RepoImag: Esta tabla almacena la ruta de cada patología de imágenes y que hace el diagnóstico de la paciente, con base en ellas es como se realiza el pre-diagnóstico.

### Diagrama Entidad Relación de la base Colpos

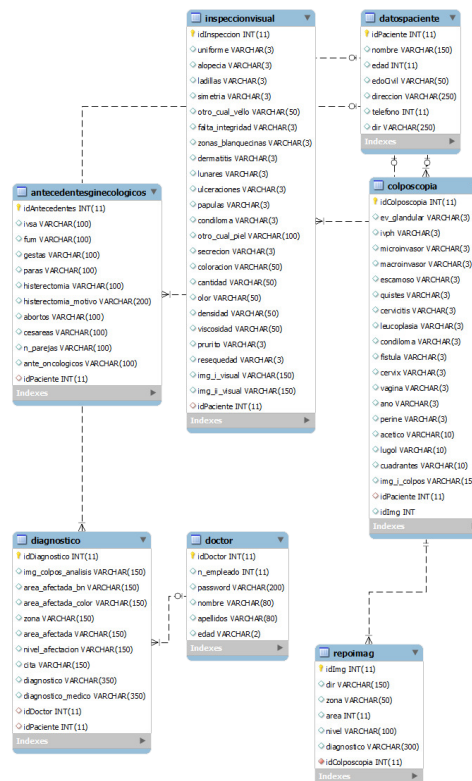


Figura 3.1. Diagrama Entidad Relación del sistema “Colposystem”.

### 3.4. Funcionalidad de Colposystem en el reconocimiento de imágenes Colposcópicas

Para este caso particular se hizo uso del software Matlab para modelar o utilizar algunas de sus funciones, mismo con el cual se implementa la técnica de segmentación de imágenes a color, algoritmo de máximos y mínimos y distancia euclidiana, además de hacer uso de un etiquetado de objetos o áreas de interés encontradas, esto por mencionar algunas técnicas empleadas en el sistema.

Para comenzar con el desarrollo y hacer uso de la segmentación de imágenes la cual implica hacer una detección mediante procedimientos de etiquetado deterministas o estocásticos de las regiones de la imagen, basándose principalmente en la información de intensidad espacial, antes de comenzar con el proceso de segmentación fue de importancia poder definir las características o muestras representativas de interés, después de la segmentación es posible realizar procesamientos de filtrado para clasificar o determinar los objetos encontrados, por consiguiente el sistema solicitara que se le den 15 muestras representativas mismas que tomará como base para realizar la segmentación.

Después de conocer las muestras representativas, se realizó la búsqueda en toda la imagen recorriéndola pixel por pixel, buscando las características y creando grupos apoyado del algoritmo de Distancia Euclidiana, con el cual se calcula la distancia entre dos puntos de un espacio Euclideo para ello se desarrolló una función en matlab llamada “DistEuclidiana”, basada en el teorema de Pitágoras, de esta manera si encuentran dos pixeles con las mismas características se calcula la distancia entre ellos mismo que es comparada con una distancia preestablecida, si la distancia calculada es mayor a la preestablecida quiere decir que no pertenecen al mismo grupo y los asigna a un grupo diferente, en caso contrario los asigna en un mismo grupo; dicha función solicita dos argumentos, el componente de la media y el componente del pixel de la imagen que se va recorriendo.

Después de realizar el cálculo de las distancias se aplica el algoritmo de máximos y mínimos, apoyado de la función “max” propia de Matlab, la cual busca el valor máximo en cada serie de datos y “min” devuelve el valor mínimo de una serie, de esta manera se

obtienen los valores máximos y mínimos de las muestras tomadas, para cada plano RGB.

Se recorre de nuevo la imagen pixel por pixel, si el pixel encontrado en el recorrido se encuentra entre el rango de máximos y mínimos del plano RGB, quiere decir que pertenece al objeto buscado entonces colocamos cada elemento en 255 para resaltar el objeto en blanco pues al colocarlo de este color se indica que es una muestra de interés, caso contrario si el pixel se encuentra fuera de rango el componente es resaltados con 0 de tal forma que se vea en negro la parte discriminante o de desinterés. El resultado de la segmentación satisfactoria de una imagen es el etiquetado del objeto correspondiente a un segmento determinado. El objetivo del etiquetado es asignar a cada objeto de una imagen el número de etiqueta o descripción del segmento al que pertenece.

### **3.5. Aplicación de la Ingeniería Web en Colposystem**

Uno de los aspectos que más se toman en cuenta en el desarrollo de sitios web es el diseño gráfico y la organización estructural de sus contenidos, actualmente la web ha sufrido grandes cambios que obligan a los expertos en el dominio de este tema a utilizar técnicas y herramientas que se basan en la ingeniería de software para garantizar un buen funcionamiento y mantenimiento de los sitios web, pues esta debe contar con diferentes atributos y características para que en conjunto formen un concepto importante para alcanzar el éxito. El proceso es claramente incremental y evolutivo, por su naturaleza es intensiva la cual busca una amplia y diversa población de usuarios.

A continuación se describe la aplicación de cada una de las etapas del proceso IWEB:

#### **3.5.1. Formulación**

En esta etapa se ha identificado que una buena alternativa puede ser un sistema web; el cual realice el análisis de imágenes colposcópicas para hacer un pre-diagnóstico de CaCu así cumplir con el objetivo de contar con una herramienta que ayude a los especialistas médicos en la emisión de pre-diagnósticos de esta enfermedad.

### 3.5.2. Planificación

Esta etapa plantea una estimación de costos, los riesgos y planificación del proyecto; por parte de los costos estos en su desarrollo los costos han sido mínimos, pues la utilización de software de distribución libre, se ha tomado en consideración un sin número de riesgos que se pueden presentar durante y posterior a su desarrollo, en tanto la planificación del proyecto se realizo con base en las etapas que la propia ingeniería web presenta en su desarrollo.

### 3.5.3. Análisis

Esta etapa cuenta con varios tipos de análisis estableciendo los requisitos que serán de utilidad para el funcionamiento de la aplicación: **Análisis de Contenido**; en este sentido el contenido que se muestra es casi nulo pues es un sistema que busca la obtención específica de información, **Análisis de Interacción**; permitió la identificación de tareas que permitirán la interacción usuario-aplicación, **Análisis de Funcionalidad**; permitió identificar la funcionalidad que este sistema será capaz de ejecutar y finalizar con un **Análisis de Configuración** en donde se identificó que lo más próximo y para no memorar el funcionamiento del sistema es conveniente tener alojado el sistema de manera local.

### 3.5.4. Ingeniería

En esta etapa se ejecutan dos grupos de tareas paralelas, la primera son técnicas ente las que se encuentra; el diseño arquitectónico, de navegación y de interfaz y segundo uno de tareas no técnicas como: el diseño del contenido y producción de las primeras páginas de la aplicación.

#### Diseño de Arquitectonico

Para esta sección se tomaron en cuenta múltiples aspectos dado que es común hacer una combinación de varias estructuras, abriendo paso a estructuras híbridas, el patrón de diseño puede aplicarse en el nivel de componente (cuando se requiere la funcionalidad a nivel de datos), jerárquico y de navegación (como el usuario podrá moverse en la aplicación). Es por este motivo que se decidió usar un diseño lineal, la información que se solicita está

dada y se solicita en forma lineal saltando de sección en sección para posteriormente ir al análisis de imagen y finalizar el pre-diagnóstico.

### **Diseño de Navegación**

Una vez establecida la arquitectura, se define la ruta que permitirá acceder al contenido y servicios, se identifico la semántica definida para la sintaxis de navegación del usuario, se han identificado dos roles el administrador y el usuario paciente, pero dada las condiciones del sistema solo el administrador es el único que usa el sistema para ello se ha creado una semántica para la navegación de este usuario.

### **Diseño de la Interfaz**

Para esta fase se han tomado en consideración múltiples factores que ayudan en la funcionalidad, se tomo en cuenta cada uno de los errores que este pudiese generar, cuidando la inclusión de tipografía buscando que la funcionalidad sea obvia.

### **Diseño del Contenido**

Esta tarea se centro en el diseño de los bocetos para la programación para materializar más claro lo que se quería tener.

## **3.5.5. Generación de páginas y pruebas**

En esta etapa el contenido se fusiono con el diseño arquitectónico, de navegación y de interfaz esto para la elaboración de páginas web ejecutables PHP; integrándolo con un software intermedio de componentes.

## **3.5.6. Evaluación con el Cliente**

Esta etapa se encarga de la revisión exhaustiva, el incremento de nuevas solicitudes, mejoras o cambios que se deban de agregar o suprimir de la versión.

# Capítulo 4

## Experimentación

En este capítulo se hará mención de los parámetros a tomar para la medición de cada una de las pruebas que se hizo, de igual forma se especifican las condiciones sobre las cuales fueron llevadas a cabo dichas pruebas de experimentación.

Cabe mencionar que estas pruebas se sealizarón en dos partes; primero las pruebas se hicieron tomando imágenes colposcópicas normales; es decir tal cual fuerón sustraídas del análisis colposcópico se procesaron y segundo a las imágenes fuerón compresas con un software para bajar el tamaño de las mismas, posteriormente se realizó el procesamiento de imágenes con el sistema de pre-diagnóstico esto debido a que se pretendía hacer la comparación con otros métodos de pre-diagnóstico como el uso de una red neuronal y transformadas matemáticas como Fourier o Wavelet por mencionar algunas para culminar con dichos modelos se opto por hacer el análisis con imágenes normales y compresas.

### 4.1. Características del equipo donde se experimento

El equipo donde se desarrolló la experimentación fue en una computadora personal marca Dell Inspiron 14R, modelo N4010, que cuenta con el sistema operativo Windows 10 Pro, cuenta con un procesador de la marca Intel, Corei3 y procesa a una velocidad de 2.53 GHz, además cuenta con una capacidad en RAM de 4.00GB.

En el proceso de experimentacin se tomarón diferentes parámetros, entre los que se encuentra el tiempo de respuesta en sistema del reconocimiento de imágenes, el rendi-

miento del problema y tiempo de entrega de resultados, cabe señalar que los nombres que se usaron para estas pruebas son ficticios y no representa el caso de una persona en particular.

## **4.2. Experimentación con imágenes normales**

En este apartado se realizó la experimentación con imágenes normales es decir después de realizar el examen colposcópico a la paciente con el fin de obtener las imágenes útiles para el análisis.

### **4.2.1. Tiempo**

El tiempo de ejecución del proceso de análisis es de 2.55 segundos; este tiempo es registrado si es el primer análisis que se hace, a partir de la que se presiona el botón de analizar para entrar al entorno MATLAB, por el contrario si es el segundo que se hace, el tiempo registrado es de 2.25 segundos a partir desde que se presiona el botón de análisis, dejando de lado lo anterior el tiempo de ejecución después de la selección de los 15 puntos muestra para analizar hasta la conclusión de resultados para el primer caso es de 3.15 minutos y 3.00 minutos para el segundo caso.

### **4.2.2. Rendimiento**

El rendimiento de la computadora al momento de tener encendidos los servicios a utilizar son los siguientes Google Chrome 19.2Mb en memoria y Apache 9.2Mb en memoria ya cuando se realiza el proceso de análisis al momento de hacer el llamado al software Matlab este ocupa un 39.3% en CPU, 182.7 Mb de memoria y 4,6Mb/s en disco esto tomando en cuenta la selección pues al hacer el procesamiento estos parámetros descienden un poco hasta cerrar la parte del reconocimiento Matlab.

### **4.2.3. Tiempo de la prueba y entrega de resultados**

La prueba colposcópica usualmente solo se toma entre 20 y 30 minutos (Instituto de Salud del Estado de México, 2016) para que su médico complete la colposcopia. El tiempo que necesita la paciente para esperar por los resultados depende de dónde viva y dónde se

realizó la prueba de Colposcopia. En otros casos, los resultados solo demoran dos días, mientras que algunas mujeres deben esperar hasta dos semanas. La carga de trabajo del laboratorio que lee los resultados determina la rapidez con que será emitido el diagnóstico. En el momento del examen, el médico indica cuánto debe de esperar por los resultados y la forma en que serán entregados. Por mostrar un ejemplo en el Estado de México el gobierno local indica en su página oficial, que el resultado se debe entregar en un plazo no mayor de 30 días posterior a la toma (Instituto de Salud del Estado de México, 2016).

### **4.3. Experimentación con imágenes compresas**

En este apartado se presenta la experimentación con imágenes compresas es decir después de haberlas obtenido se procedió a tratarlas con un software de compresión para bajar su peso, este procedimiento se realizó ya que algunas instituciones carecen de espacio de almacenamiento, o el espacio de memoria con el que cuentan es poco; es por ello que se optó por comprimir las imágenes por medio de la página online <https://compressor.io/> la cual busca reducir su peso pero no la calidad en la imagen, este proceso de reducción se realizó con el fin de obtener resultados del análisis con este tipo de imágenes, para ver si se obtendría algún beneficio en el procesamiento, el porcentaje de compresión con esta página es de hasta un 64% del tamaño original de la imagen.

#### **4.3.1. Tiempo**

El tiempo de ejecución del proceso de análisis es de 2.45 segundos; este tiempo es registrado si es el primer análisis que se hace, a partir de la que se presiona el botón de analizar para entrar al entorno MATLAB, por el contrario si es el segundo que se hace, el tiempo registrado es de 1.25 segundos a partir desde que se presiona el botón de análisis, dejando de lado lo anterior el tiempo de ejecución después de la selección de los 15 puntos muestra para analizar hasta la conclusión de resultados para el primer caso es de tres minutos y dos minutos para el segundo caso.

### **4.3.2. Rendimiento**

El rendimiento de la computadora al momento de tener encendidos los servicios a utilizar son los siguientes Google Chrome 26.2Mb en memoria y Apache 4.2Mb en memoria ya cuando se realiza el proceso de análisis al momento de hacer el llamado al software Matlab este ocupa un 37.3% en CPU, 181.3 Mb de memoria y 2,8Mb/s en disco esto tomando en cuenta la selección pues al hacer el procesamiento estos parámetros descienden un poco hasta cerrar la parte del reconocimiento Matlab.

### **4.3.3. Tiempo de la prueba y entrega de resultados con Colposystem**

Como ya se vio anteriormente la toma de esta prueba solo dura un promedio de 20 y 30 minutos esto según la experiencia del médico, es por ello que la única inversión de tiempo sería en la toma de imágenes y solo cinco minutos para la captura y análisis en el sistema Colposystem, lo que reduciría drásticamente el tiempo de entrega, el resultado se extiende al finalizar la interacción en la aplicación.

## **4.4. Reporte colposcópico PDF**

El reporte que se genera se integra con base en los datos que son introducidos a lo largo de los campos solicitados, primero se muestran los datos de identificación de la paciente, seguido de los antecedentes de ginecológicos y hallazgos en la inspección visual así como la imagen misma tal como lo muestra la Figura 4.1 .

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
UAEM Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**REPORTE DE COLPOSCOPIA**

**DATOS DE IDENTIFICACION** Fecha: 19-11-16  
Folio: 2

Nombre del paciente: **Manuela Torres Campos**  
 Edad: **45**  
 Estado civil: **Casada**  
 Dirección: **Calle Robles Nobles 17 Xochimilco Ciudad de México**  
 Teléfono: **5581200120**  
 Alcoholismo:   
 Tabaquismo:   
 Toxicomanías:

**ANTECEDENTES GINECOLOGICOS**

Menarca	Perifolicidad		
PVSA	12/08/1993	Abortos	<input checked="" type="checkbox"/>
FUM	15/11/2016	Cesareas	<input checked="" type="checkbox"/>
Gestas	5		
Paras	1	Numero de parejas sexuales:	Seleccionar

ITS Previas  
 Histerectomía SI) Motivo:   
 No(x)

Antecedentes oncológicos familiares:

**HALLAZGOS DE LA INSPECCION VISUAL**

Vulva pubica  
 Distribucion uniforme  
 Alopecia  
 Presencia de labiilas  
 Simetria  
 Otro Cual



Av. Herreríasgott: Guadalupe No. 3, Col. Sta. Isabel, Valle de Chalco, C.P. 58615, Edo. De México, Tel: (55) 50774940; 50787577 y 30921783  
 Pagina: 002/002.uvaemex.mx

Figura 4.1. Sección uno del reporte PDF.

En la segunda hoja del reporte se presentan los resultado de la captura de los datos de la inspección visual, y los hallazgos encontrados en la colposcopia demás de la localización en donde se hace el examen, tal como lo muestra la Figura 4.2.

**Universidad Autónoma del Estado de México**  
UAEM Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**Piel**

Presencia de:  
 Falta de integridad  
 Zonas escleróticas blanquecinas  
 Dermatitis  
 Lemas  
 Ulceraciones  
 Papilas  
 Condilomas  
 Otro Cual

Presencia de:  
 Secrecion: Si  No

Coloracion:  
 Cantidad:  
 Olor:  
 Densidad:  
 Viscosidad:  
 Purito  
 Resqueadad

**HALLAZGOS DE LA COLPOSCOPIA**

Presencia de:  
 Sin lesión  Eversion Glandular  
 Virus de Papiloma Humano  Union Escamosa  
 Condilomas  Cervicitis  
 Polipo Cervical  Leucoplasia  
 Cambios Gestacionales  
 Fisura

Localizacion:  
 Cervix



Av. Herreríasgott: Guadalupe No. 3, Col. Sta. Isabel, Valle de Chalco, C.P. 58615, Edo. De México, Tel: (55) 50774940; 50787577 y 30921783  
 Pagina: 003/002.uvaemex.mx

Figura 4.2. Sección dos del reporte inspección visual y hallazgos de la colposcopia.

En la tercera sección del reporte se muestra el resultado de la aplicación de las muestras en la segmentación en color de la sección afectada así como el filtrado y aislamiento del área con mayor afectación tal como se ilustra en la Figura 4.3.

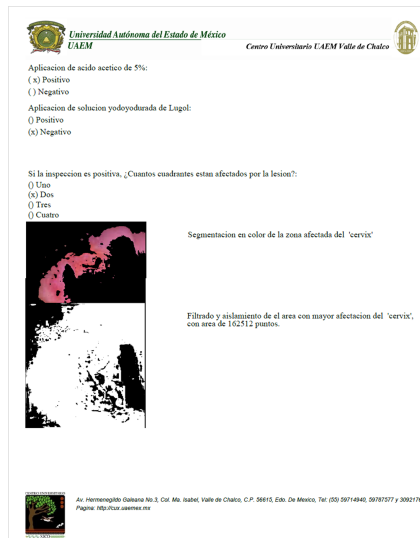


Figura 4.3. Resultados del filtrado y segmentación de las áreas afectadas.

La última sección del reporte muestra el resultado de la prueba es decir se muestra el pre-diagnóstico que el sistema emite tomando como base cada parametro que se le fue indicando a lo largo del proceso de recaudación de información el resultado es claro y entendible para que la paciente no necesite de un especialista para su interpretación esto se ve claro como lo ilustra la Figura 4.4, un reporte completo se puede apreciar en el apéndice D.1.



Figura 4.4. Resultado del pre-diagnóstico.

Es de esta forma, como se presentan los resultados finales del reporte colposcópico.

es la forma del rendimiento, tiempo y memoria que se ocupa a lo largo del análisis de imágenes durante el transcurso de pre-diagnóstico en el cual se observan las mejoras y los inconvenientes que se tiene al usar cualquiera de las dos formas de de imágenes: compresas o normales.

# Capítulo 5

## Resultados

En esta sección se presentarán los resultados del análisis de imágenes en su procesamiento normal y de compresión, con el objetivo de poder determinar la diferencia entre usar una u otra imagen.

### 5.1. Respuesta a las preguntas de investigación

Con los resultados de esta investigación se puede llegar a la conclusión acerca de las preguntas de investigación que se plantearon al inicio de esta investigación.

- 1.— Se pueden utilizar diferentes métodos, tal cuales se mostró en el desarrollo de esta tesis; el reconocimiento de imágenes, uso de transformadas matemáticas o Redes neuronales.
- 2.— El método de reconocimiento de imágenes reduce el número de falsos positivos, reduce en gran medida el tiempo de espera de resultados, lo que sería considerable poder hacer la comparación con otras herramientas de pre-diagnóstico.
- 3.— El reconocimiento de imágenes es óptimo pues tiene un alto grado de efectividad, aun que sería adecuado poder medir cual de los métodos descritos tiene un mejor rendimiento.
- 4.— Con este sistema de apoyo para pre-diagnóstico se contribuye a tener resultados en menor tiempo, un análisis rápido para la toma de decisiones en los resultados de colposcopia.

## 5.2. Imágenes Normales

- ★ Se realizó un total de 50 pruebas; del cual 47 fueron exitosas al ser clasificadas en la patología y nivel correcto y tres de ellas se identifico la anomalía pero se fallo en el nivel, es por ello que se llego a un 94% de efectividad en el diagnóstico en cuanto al nivel y patología se refiere y se obtuvo un 6% de error pues tres pruebas se identifico la patología pero el nivel no era el indicado, con base en los resultados descritos en la Figura 5.1, ilustra los resultados.

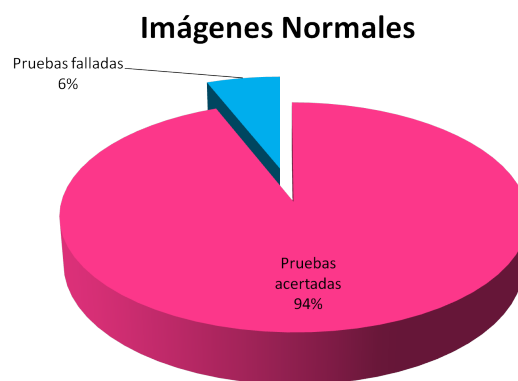


Figura 5.1. Resultados de las pruebas en Imágenes Normales.

## 5.3. Imágenes Compresas

- ★ Se realizaron un total de 50 exámenes; de las cuales 46 fueron exitosas al ser clasificadas correctamente, es por ello que se llego a un 92% de efectividad en el diagnósticos correctos en cuanto al nivel y patología y se obtuvo un 8% en el margen error pues se identificaron cuatro pruebas con una clasificación correcta de anomalías pero no así de niveles de afectación, la Figura 5.2 muestra los resultados.

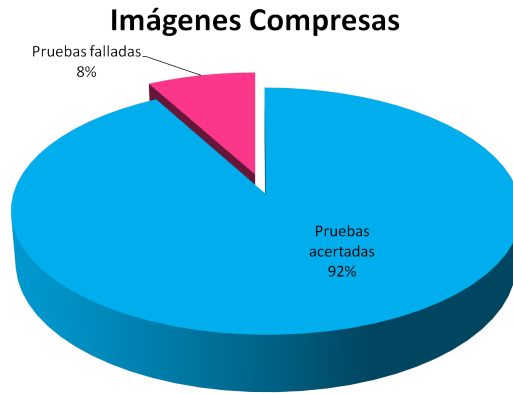


Figura 5.2. Resultado en Imágenes Compresas

Es de esta forma que se puede apreciar que mientras al tener un análisis de imágenes normales los resultados son mejores en cuestión de precisión en el diagnóstico con un 94 % y que al utilizar imágenes compresas se logra solventar el problema de almacenamiento pues solo se ocupa un 45 % de almacenamiento a comparación de las imágenes normales pero asu vez el margen de error es mayo dejando el parámetro de precision en un 92 %, así con base en estos resultados se podría debatir cual de estas dos técnicas de análisis es mejor o proyecta mejores resultados para la parte médica.

## 5.4. Resultados Ponencias

- ★ Se obtuvo una participación en el Congreso Internacional de **Academia Journals Celaya 2016** celebrado del 9 al 11 de Noviembre en Guanajuato, dónde se presento la siguiente ponencia: *Re-ingeniería al Sistema de pre-diagnóstico de Cáncer Cérvico: Colposystem*, la constancia se encuentra en el Apéndice Evidencias A.1.
- ★ Se modifico el articulo anterior para obtener una version mejorada, y someterce a juicio para una próxima publicación en la revista Exploratoris como puente del **Congreso Celaya 2016**, el articulo se titulo *Colposystem: Sistema para Pre-diagnóstico de Cáncer Cérrvico mediante re-ingeniería*, se muestra el *Resumen*: Se realizó la planeación de modelar una técnica que permita el análisis de imágenes colposcopicas para identificar cuando la imagen presenta signos de enfer-

medad, Colposystem hace uso de herramientas tecnológicas como base de datos, programación orientada con PHP para modelar una interfaz entendible y sencilla de operar, para el reconocimiento de las imágenes; se usa la técnica de segmentación de imágenes a color, algoritmo de máximos y mínimos y distancia euclidiana para realizar un etiquetado de objetos en áreas de interés con MatLab, en cuanto al análisis para el diagnóstico, se realizó la comparación de la imagen a procesar con imágenes patológicas almacenadas en una base de datos con un diagnóstico establecido, mediante esta comparación se hace el diagnóstico. Al sistema se le aplicó reingeniería en la que se le agregó un diseño más fresco y módulos de administración de usuarios y del repositorio de patologías; el artículo anterior se encuentra el Apéndice Evidencias A.2.

- ★ Se presentaron avances de Investigación en el congreso de la Maestría en Ciencias en el Centro Universitario UAEM **Texcoco** en el periodo 2015b, la constancia se encuentra en el Apéndice A.3.
- ★ Se presentaron avances de investigación en el marco del Simposio de investigación 2015 en el Centro Universitario UAEM **Valle de Chalco** 2015b, la constancia se encuentra en el Apéndice A.4.
- ★ Se presentaron avances de Investigación en el congreso de la Maestría en Ciencias en el Centro Universitario UAEM **Valle de Chalco** 2015b, la constancia se encuentra en el Apéndice A.5.
- ★ Se modelo **Colposystem** una aplicación para emisión de pre-diagnósticos de Cáncer Cérvico.
- ★ Se redactó el **Manual de instalación del sistema de pre-diagnóstico Colposystem** donde se detalla paso a paso el proceso de instalación del software requerido para el funcionamiento de Colposystem, el manual se encuentra en el apéndice B.1.
- ★ Se redactó el **Manual Técnico del sistema de pre-diagnóstico Colposystem** donde se detalla paso a paso cada uno de los aspectos técnicos en la construcción de cada una de las tareas, roles y procesos llevados a cabo la ejecución de Colposystem, el manual se encuentra en el apéndice C.1.

# Capítulo 6

## Conclusiones y Trabajos Futuros

En esta sección se mostraran las conclusiones finales de esta investigación además de tareas que se pueden realizar en un futuro próximo.

### 6.1. Conclusiones

1.  $\Rightarrow$  *Colposystem* Se desarrollo y agregaron módulos nuevos de administración para tener un mejor control de todas las tareas que se pueden hacer en ella.

1.1- El sistema en su etapa inicial solo contaba con la función del análisis, es por ello que se agregaron módulos como la administración de usuarios o del repositorio de patologías de la base de datos.

2.  $\Rightarrow$  *Colposystem* hace una gran contribución en cuanto al tiempo de entrega, pues los resultados del análisis son inmediatos y realiza un apropiado análisis en el pre-diagnóstico de patologías de CaCu.

2.1- La contribución que se hace con la aplicación es principalmente en la velocidad del procesamiento de imágenes y resultados del pre-diagnóstico, agilizando el tiempo de espera de las pacientes para la entrega de sus resultados, cuidando la el margen en la veracidad en los falsos positivos en el resultado.

3.  $\Rightarrow$  *Colposystem* fue desarrollado bajo el esquema **IWEB** dejando un código entendible y fácil de manejar para hacer modificaciones inmediatas, para enriquecer la aplicación y tener una versión más completa.

3.1- Se decidió utilizar la Ingeniería Web, primero porque su desarrollo se hizo bajo un entorno web, segundo esta metodología permite tener todo preparado para la incorporación inmediata de nuevas tareas y tercera la IWEB está orientada específicamente para obtener aplicaciones de alta calidad para la red.

4. ⇒ **Colposystem** fue probado para ver el nivel de precisión en el pre-diagnóstico de patologías de CaCu.

4.1- Esto se llevo acabo mediante las imágenes que ya se habían catalogado por un especialista en el tema, seguido a ello estas imágenes se introdujeron al sistema para tener un pre-diagnóstico para determinar si se identificaba el resultado correcto, el número de pruebas fueron 50 ya que no se cuenta con un abanico amplio en el repositorio patológico.

5. ⇒ **Colposystem** tiene funcionando cada una de las tareas que se modelaron para ser una herramienta de buena calidad.

5.1- El sistema del reconocimiento de iamegenes para hacer el pre-diagnóstico se realizo.

5.2- El sistema incorpora dos módulos para poder administrar mejor la aplicación: nuevos usuarios, nuevas patologías. 5.3- El sistema emite un pre-dignóstico claro y entendible para la paciente.

6. ⇒ **Colposystem** es el objetivo que se tenía planeado el modelo funcional de una herramienta de pre-diagnóstico.

6.1- Se logro modelar una técnica que ayude en el pre-diagnóstico y contribuya a la detección oportuna de esta enfermedad.

7. ⇒ El resultado del análisis en **Colposystem** es mejor en la determinación de falsos positivos y en velocidad dependiendo el tipo de imagen utilizada.

7.1- El sistema tiene una mejor efectividad en imágenes normales si se cuida el número de falsos positivos, pero muestra una mejor velocidad de pre-diagnostico si se utilizan imágenes compresas.

## 6.2. Trabajos Futuros

Concluido este trabajo de investigación se propone realizar las siguientes tareas a futuro:

- ⇒ Implementar el proceso de **Ingeniería Web** y agregar módulos nuevos al ***Sistema inteligente de reconocimiento de imágenes de Penescopia*** presentado por: Anabelem Soberanem Martín, Jesús David Anastasio Vázquez, Juan Manuel Sánchez Soto, con el fin de tener una aplicación de alta calidad.
- ⇒ Modelar técnicas diversas redes neuronales, métodos matemáticos como Fourier o sistemas expertos para denerar pre-diagnósticos para otras enfermedades, como cáncer de mama, pulmón entre otras.
- ⇒ Medir la eficiencia y veracidad del resultado de esta técnica con algunas otras de pre-diagnóstico para otras enfermedades.

# Apéndice A

## Evidencias

## A.1. Academia Journals Celaya 2016

N° 1783



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA



### CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN DE ACADEMIA JOURNALS.COM, CELAYA 2016

OTORGAN EL PRESENTE

## CERTIFICADO

A

URIEL GALICIA MONTES  
ANABELEM SOBERANES MARTÍN  
MAGALLY MARTÍNEZ REYES  
JOSÉ LUIS SÁNCHEZ RAMÍREZ  
JUAN MANUEL SÁNCHEZ SOTO

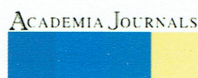
POR SU PARTICIPACIÓN CON LA PONENCIA TITULADA  
RE-INGENIERÍA AL SISTEMA DE PRE-DIAGNÓSTICO  
DE CÁNCER CÉRVICO: COLPOSYSTEM

LA CUAL FUE PRESENTADA LOS DÍAS 9, 10 Y 11 DE NOVIEMBRE DE 2016,  
EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CELAYA, GUANAJUATO, MÉXICO.  
PUBLICADA EN EL PORTAL DE INTERNET CELAYA.ACADEMIAJOURNALS.COM  
MEMORIA ONLINE CON ISSN 1946-5351, VOL. 8, NO. 5 Y LIBRO DIGITAL CON  
NÚMERO DE REGISTRO ISBN 978-1-939982-26-1, CON CÓDIGO DE BARRAS.

DR. RAFAEL MORAS  
EDITOR, ACADEMIAJOURNALS.COM  
PROFESOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y ADMINISTRATIVA  
ST. MARY'S UNIVERSITY, SAN ANTONIO, TX. EEUU

ING. ALEJANDRO ÁLVAREZ BARCENAS  
COORDINADOR GENERAL DEL  
CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
ACADEMIA JOURNALS, CELAYA 2016

CEL0671



## A.2. Memorias Congreso Academia Journals 2016



# Re-ingeniería al Sistema de Pre-diagnóstico de Cáncer Cérvico: Colposystem

Ing. Uriel Galicia Montes<sup>1</sup>, Dra. Anabelem Soberanes Martín<sup>2</sup>,  
Dra. Magally Martínez Reyes<sup>3</sup>, Dr. José Luis Sánchez Ramírez<sup>4</sup> y Mtro. Juan Manuel Sánchez Soto<sup>5</sup>

**Resumen**—Se realizó la planeación de modelar una técnicas que permita el análisis de imágenes colposcópicas para poder identificar cuando la imagen presenta signos de enfermedad, Colposystem hace uso de herramientas tecnológicas como base de datos, programación orientada con PHP para modelar una interfaz entendible y sencilla de operar, para el reconocimiento de las imágenes; se usa la técnica de segmentación de imágenes a color, algoritmo de máximos y mínimos y distancia euclidiana para realizar un etiquetado de objetos en áreas de interés con Matlab, en cuanto al análisis para el diagnóstico, se realizó la comparación de la imagen a procesar con imágenes patológicas almacenadas en una base de datos con un diagnóstico establecido, mediante esta comparación se hace el diagnóstico. Al sistema se le hizo aplicó reingeniería en la que se le agregó un diseño más fresco y módulos de administración de usuarios y del repositorio de patologías.

**Palabras clave**—Ingeniería de Software, Diagnóstico Asistido por Computadora, Reconocimiento de Imágenes.

## Introducción

El cáncer cervicouterino (CaCu), es un problema de salud pública, constituye la enfermedad neoplásica más frecuente y mortal en la población femenina, siendo la primera causa de muerte por neoplasias malignas en un grupo de 25 a 64 años (Vicuña, 2009). Los antecedentes de las descripciones de cáncer cervicouterino se remontan hasta los años 460 a.C. con Hipócrates, quien hace una amplia descripción del cáncer, en su “corpus Hipocraticum” (Lara Nava, García Gual, Lara Nava, & López Férez, 1983), sobre todo del cáncer de seno, útero y piel, a él se atribuye la paternidad del término cáncer para designar esta enfermedad. Es hasta 1925 que Hans Hinselmann, inventa el colposcopio, mientras que Schiller en 1933 introduce la prueba de lugol en el examen del cérvix uterino. El mérito de George Papanicolaou y su escuela fue haber sistematizado una técnica de diagnóstico con métodos de toma de muestra, fijación en fresco, tinción y nomenclatura de los diferentes tipos de alteración citológica relacionadas con el CaCu, publicando en 1954 su Atlas de Citología Exfoliativa (Romero, 2001).

El Sistema Nacional de Salud Mexicano brinda atención médica aproximadamente a 9.000 casos de CaCu invasor y se registran 4,000 muertes anuales (Walboomers, y otros, 1999). Se estima que en el año 2001 se hizo el reporte de 4,051 muertes en mujeres teniendo una tasa de mortandad de 8.8 por cada 100,000 mujeres. Para el año 2002 se registraron 4,323 casos con una tasa de 8.6 por cada 100,000 mujeres (México, 2002).

Hoy en día el cáncer es considerado como una de las enfermedades con mayor presencia en el cuerpo humano; se produce cuando en alguna parte del cuerpo las células manifiestan un crecimiento repentino y descontrolado; es decir, cuando se rompe el esquema del crecimiento celular normal; dicho esquema contempla un solo proceso, en el que las células normales crecen, se dividen formando nuevas células y mueren de manera ordenada. La diferencia primordial entre un crecimiento y otro radica esencialmente en que las células anormales (displasias) no mueren, continúan creciendo y formando nuevas células anormales; además, tienen la capacidad de propagarse e invadir otros tejidos, eventos que una célula normal no puede llevar a cabo. Una vez que se presentan ambos eventos en el cuerpo humano, se dice que se trata de células cancerosas.

Existen dos formas fundamentales de detección del CaCu, llevadas a cabo mediante pruebas de laboratorio:

El examen de Papanicolaou (Pap) sigue siendo el examen de detección básico de los programas de control de

<sup>1</sup> El Ing. Uriel Galicia Montes es alumno de la Maestría en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma del Estado, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Estado de México [urigam-89@hotmail.com](mailto:urigam-89@hotmail.com)

<sup>2</sup> La Dra. Anabelem Soberanes Martín es profesora de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Estado de México [belemsoberanes@yahoo.com.mx](mailto:belemsoberanes@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Magally Martínez Reyes es profesora de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Estado de México [mmreyes@hotmail.com](mailto:mmreyes@hotmail.com)

<sup>4</sup> El Dr. José Luis Sánchez Ramírez es profesor de Ingeniería en Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Estado de México [jluissar@gmail.com](mailto:jluissar@gmail.com)

<sup>5</sup> El Mtro. Juan Manuel Sánchez Soto es profesor de Enfermería en la Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Estado de México [sotojmss@yahoo.com.mx](mailto:sotojmss@yahoo.com.mx)

cáncer de cérvix a la fecha. Consiste en el análisis al microscopio de las células tomadas sistemáticamente del cuello uterino y se evalúan los cambios morfológicos debidos a procesos de enfermedad, en busca de alteraciones cancerosas o precancerosas (Martínez, 2005).

La prueba de colposcopia, trata de un procedimiento ginecológico que se realiza a las pacientes una vez que se han practicado alguna de las diversas pruebas de tamizaje y en cuyos resultados se presentan anomalías. Dicha prueba es llevada a cabo con apoyo de un colposcopio, un microscopio de campo estereoscópico, binocular, de baja resolución, que cuenta con una fuente de iluminación potente y que se emplea para llevar a cabo un examen visual del cuello uterino (Sellors, 2003)

Para diagnosticar un cáncer se realiza diversas pruebas como, test de imagen, radiografías, ecografías o resonancias magnéticas, mediante estas pruebas se puede detectar zonas con alta sospecha tumoral. Sin embargo, estas imágenes no son fáciles de interpretar, lo que provoca que el profesional encargado de analizarlas, a pesar de su experiencia, no sea capaz de detectar en ellas un porcentaje importante de tumores “falsos negativos”. Una posibilidad para mejorar el diagnóstico y disminuir el número de falsos negativos es utilizar sistemas de diagnóstico asistido por computadora o computer-aided diagnosis (CAD).

Un sistema CAD analiza la imagen médica y trata de detectar zonas sospechosas de contener alguna anomalía, estas zonas son marcadas sobre la propia imagen con un doble objetivo: llamar la atención del profesional hacia la zona sospechosa y aportar una hipótesis posible respecto al diagnóstico (Azpitarte, Cortés, & Palacios, 2006).

Durante los últimos años, se han desarrollado métodos de diagnóstico asistido por computadoras, aplicados a la detección precoz de distintos tipos de cáncer. El sistema de CAD solo serviría en este caso como una segunda opinión para el especialista, mejorando la capacidad diagnóstica del especialista. Trabajos sobre diagnóstico asistido que ocupa el uso de redes neuronales para la “Detección de Nódulos Pulmonares” (Penedo, 1997), el sistema de que emite un diagnóstico para la detección de la “Retinopatía Diabética No Proliferativa” mediante el uso de una red neuronal de retropropagación (Velázquez González, 2011), o el sistema que hace la asistencia en el “Diagnóstico Oftalmológico” (Grande, 1994); como se ha mencionado el uso de sistemas de apoyo en el diagnóstico son ampliamente usados pues se han convertido en una buena herramienta de apoyo.

En 2014 en el Centro Universitario se comenzó a modelar Colposystem tiempo después se obtuvo la primer versión, sin embargo el sistema contaba con un diseño de estética pobre y administración; por lo cual se hizo una fase de reingeniería en la cual se implanto el uso de la Ingeniería web en lo que hasta en ese momento se tenía, pues solo se elaboró la aplicación en el plano funcional, se está consiente que este sistema puede mejorar y es por eso que se uso la ingeniería web es una metodología que permite tener aplicaciones para mejoras inmediatas.

### Descripción del Método

#### *Ingeniería Web*

El uso de una metodología de software es necesaria y útil en el desarrollo del sistema, al ser una disciplina en el marco de las ciencias de la computación, que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad que resuelven problemas de todo tipo, en este caso la metodología a ocupar fue la Ingeniería Web, la cual centra su uso para el desarrollo de aplicaciones que residen en la web pues utiliza diferentes metodologías sistemáticas, disciplinadas y cuantificables al desarrollo eficiente, operación y evolución de aplicaciones de alta calidad para la web (Pressman, 2002), esta metodología de desarrollo entrega sistemas de alta calidad debido a sus diferentes etapas de ejecución en la imagen 1 se presenta de manera grafica cada una de las etapas de ejecución, de manera sistemática con estas etapas se logró obtener un software de alta calidad para la web.

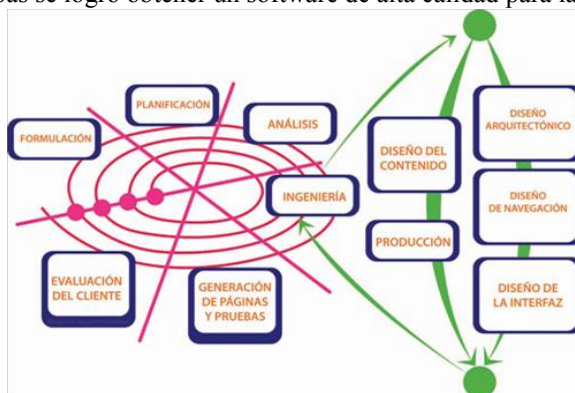


Imagen 1. Procesos en espiral de la IWEB (Pressman, 2002).

### *Re-ingeniería de Colposystem*

Como se presenta en la Imagen 1, los procesos de desarrollo de esta metodología de desarrollo para aplicaciones propias para la web, son precisos y tienen una sucesión en su ejecución para lo cual primero se tomo en cuenta cada una de ellas, el primer paso de esta metodología es formulara la tarea o la herramienta que se quiere obtener para poder dar inicio a la concepción de una herramienta de buena calidad, seguidamente se realizo la fase de planeación donde se tomaron en consideración un sinfin de situaciones que en un futuro se puedan presentar tanto como la parte de desarrollo en cuestión de software hasta la parte en cuales serian las mejoras que en un futuro se puedan realizar, dejando abierta la posibilidad de que el código sea lo más ajustable a las necesidades q en ese momento se necesiten, posteriormente se llevo la parte de analizar las tareas que el sistema hará desde la parte de configuración donde la aplicación residirá, la parte de navegabilidad del sistema que es muy importante tener esto claro pues de lo depende el desplazamiento del usuario en la aplicación, pasando por el análisis del contenido que se le presentara o pedirá al usuario introducir para la interacción, posteriormente se llevo a la parte de ingeniería donde se elaboraron las reglas de semántica de navegación para ver como cada tarea va a ser ejecutada, el diseño estético propio de la interfaz que sea capaz de atraer al usuario y continúe manejando el sistema pues el que el usuario este a gusto con tonalidades colores y demás aspectos visuales influye en gran parte a usar o no una aplicación, es así como se comienza a integra la parte del contenido, la arquitectura de navegación, la ejecución de roles o tareas para tener los primeros bocetos de la interfaz que se le mostrara al usuario, seguido de ello se comenzó a producir las primeras paginas cosa que fue un tanto sencilla pues ya se conocía la temática a seguir pues solo se realizó una reingeniería a las páginas que se tenían, para proceder con las pruebas y evaluación del resultado final de la aplicación.

### *Funcionamiento del Sistema*

Para este caso particular, se hizo uso del software Matlab para modelar o utilizar algunas de sus funciones, con el mismo se implementa la técnica de segmentación de imágenes a color, este caso particular se describe como la partición o división de imágenes en regiones, las cuales son homogéneas con respecto a alguna característica como intensidad o textura (Coto, 2003), el proceso de segmentación trata de distinguir si un píxel pertenece o no, a un objeto de interés, el algoritmo de máximos y mínimos y distancia euclidiana, además de hacer uso de un etiquetado de objetos o áreas de interés encontradas todas estas técnicas que se modelaron en el software Matlab.

Para comenzar con el desarrollo y hacer uso de la segmentación de imágenes, implica hacer una detección mediante procedimientos de etiquetado deterministas o estocásticos de las regiones de la imagen, basándose principalmente en la información de intensidad espacial, antes de comenzar con el proceso de segmentación fue importante poder definir las características o muestras representativas de interés, después de la segmentación es posible realizar procesamientos de filtrado para poder clasificar o determinar los objetos encontrados, por consiguiente el sistema solicitara que se le den 15 muestras representativas mismas que tomará como base para poder realizar la segmentación.

Después de conocer las muestras representativas, se realizó la búsqueda en toda la imagen recorriéndola pixel por pixel, buscando las características y creando grupos todo apoyado del algoritmo de Distancia Euclidiana, con el cual se calcula la distancia entre dos puntos de un espacio Euclídeo para ello se desarrolló una función en matlab llamada "DistEuclidiana", basada en el teorema de Pitágoras, de esta manera si encuentran dos pixeles con las mismas características se calcula la distancia entre ellos mismo que es comparada con una distancia preestablecida, si la distancia calculada es mayor a la preestablecida quiere decir que no pertenecen al mismo grupo y los asigna a un grupo diferente, en caso contrario los asigna en un mismo grupo; dicha función solicita dos argumentos, el componente de la media y el componente del pixel de la imagen que se va recorriendo.

Después de realizar el cálculo de las distancias se aplica el algoritmo de máximos y mínimos, apoyado de las función "max" propia de Matlab, la cual busca el valor máximo en cada serie de datos y "min" devuelve el valor mínimo de una serie, de esta manera se obtienen los valores máximos y mínimos de las muestras tomadas, para cada plano RGB.

Se recorre de nuevo la imagen pixel por pixel, si el pixel encontrado en el recorrido se encuentra entre el rango de máximos y mínimos del plano RGB, quiere decir que pertenece al objeto buscado entonces se coloca cada elemento en 255 para resaltar el objeto en blanco pues al colocarlo de este color se indica que es una muestra de interés, caso contrario si el pixel se encuentra fuera de rango el componente es resaltado con 0 de tal forma que se vea en negro la parte discriminante o de desinterés. El resultado de la segmentación satisfactoria de una imagen es el etiquetado del objeto correspondiente a un segmento determinado. El objetivo del etiquetado es asignar a cada objeto de una imagen el número de etiqueta o descripción del segmento al que pertenece.

### Diferencia entre versiones

El sistema Colposystem fue concebido con la finalidad de poder realizar diagnósticos de cáncer cérvico mas eficiente mente que los que realiza un experto humano en el área medica, sin embargo en su primera versión solo se busco la parte funcional y dejo de lado otros aspectos que son necesarios en esta segunda versión ya se hace uso de una ingeniería para modelar una aplicación para la web que sea de buena calidad utilizando los parámetros que dicta la ingeniería web es asi como en la Imagen 2 se pretende presentar de manera grafica los componentes que esta tenia.

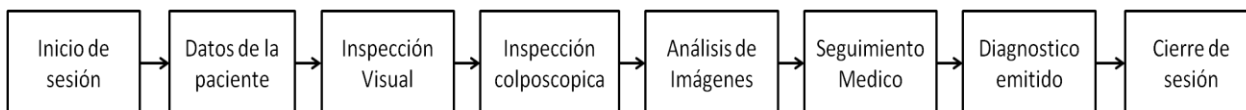


Imagen 2: Composición de las secciones por bloques de la primera versión de la aplicación Colposystem.

En la segunda etapa de Colposystem, se han agregado módulos de administración para la parte de usuarios y la parte administrativa del repositorio de patologías de CaCu, la Imagen 3 muestra la adición de estos módulos, aunque la reingeniería en este sentido no es muy notoria, la parte más significativa se tomo en la aplicación de la IWEB al en torno de lo que es el sistema.

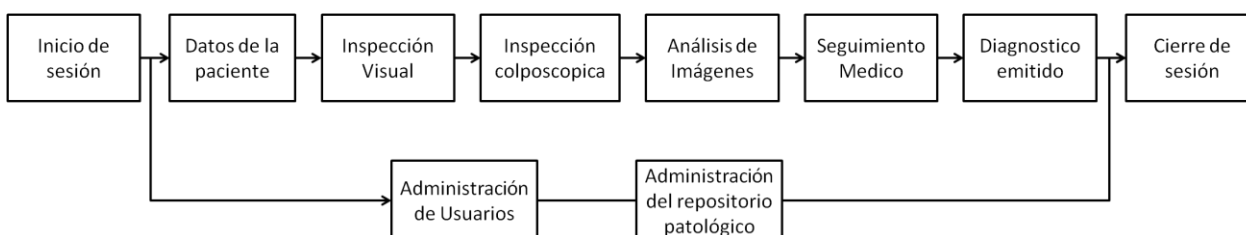


Imagen 3: Diagrama en bloques de los módulos de agregados a Colposystem en su segunda versión.

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Como resultados concretos se tiene un sistema funcional, con la aplicación de la IWEB para tener calidad en la aplicación, el sistema es capaz de emitir pre diagnósticos con base en la imagen que se esta analizando, el resultado de ese análisis se le presenta a la paciente mediante un informe que ella pueda entender, aun se continuan en la fase de pruebas para validar el grado de eficacia del sistema. La reingeniería de sistemas tiene la finalidad de reestructurar o transformar viejos sistemas en aplicaciones más fáciles en su manutención o funcionalidad, procurando utilizar entornos agradables integrados en la nueva plataforma de software.

Se trata de presentar una visión general de lo que implicó el proceso de reingeniería que se ha hecho con Colposystem, explicar cuáles son las actitudes que se ha tomado para modernizar el sistema, agregando módulos a la funcionalidad, aspecto y medir su grado de eficacia a la hora de emisión del diagnóstico.

En este sentido el sistema está estructurado en su totalidad, realiza las funciones como el reconocimiento de imágenes para el diagnostico de la enfermedad, el reporte en formato PDF con una nomenclatura o resultado fácil de interpretar para la paciente, la base de datos la conforman de alrededor de 20 imágenes de patologías de esta enfermedad que fueron valoradas por especialistas médicos, aunado a esto el sistema en su primera versión realiza toda la parte funcional, dejando de lado la parte estética y algunos módulos que se necesitarían en un futuro inmediato, se agrego la parte de administración de repositorio de imágenes y la administración de usuario, recientemente se ha hecho mejoras al sistema Colposystem, lo que coloca al sistema en su segunda versión en donde se le ha puesto en ejecución un diseño estético más fresco y no tan arcaico. Por el momento son las mejoras que se les ha hecho al sistema aunque no se descarta que en un futuro próximo se puedan agregar un sin número más de funciones.

### Conclusiones

El aporte de esta investigación hasta el día de hoy es brindar una herramienta que realiza el análisis de imágenes con las aquellas previamente almacenadas en la base de datos, el sistema es capaz de dar el resultado de pre-diagnóstico mediante un archivo PDF, la base de datos de imágenes contiene las patologías y resultado de las mismas para la emisión del resultado, como trabajos futuros se considera hacer mejoras al sistema para que el sistema tenga un mejor resultado, además se plantea que en un futuro próximo este sistema pueda ser implantado en el sector salud del Estado de México para contribuir en la detección y apoyar en disminuir la tasa de decesos femeninos que la enfermedad cobra anualmente.

## Referencias

- Azpitarte, R. L., Cortés, D. J., & Palacios, D. R. (2006). Aportaciones al Diagnóstico de Cáncer Asistido por Ordenador. *Doctoral dissertation, Tese de Doutoramento. Universidad Politécnica de Valencia.*
- Coto, E. (2003). Métodos de segmentación de imágenes médicas. *Universidad Central de Venezuela: Lecturas en Ciencias de la Computación, 1*, 9-15.
- Grande, C. F. (1994). DACO: Sistema de diagnóstico asistido por ordenador en oftalmología. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 66*(2), 87-90.
- Lara Nava, M. D., García Gual, C., Lara Nava, M., & López Férrez, J. &. (1983). *Juramento. Tratados Hipocráticos*. Madrid, 65-83.: Biblioteca Clásica, Gredos SA.
- Martínez, S. V. (2005). Citología cervical. *Rev Med Hondur.*, 73, 131-136.
- México, S. P. (2002). Estadísticas de mortalidad en México: Muertes registrada en2001.
- Penedo, M. F. (1997). Diagnóstico asistido por ordenador. Aplicación de redes neuronales artificiales en la detección automática de nódulos pulmonares. *Doctoral dissertation, Universidade de Santiago de Compostela.*
- Pressman, R. S. (2002). *Ingeniería del software. Un enfoque práctico*. España: 5ta Edición. Editorial McGraw-Hill.
- Romero, N. (2001). Reseña histórica de la citopatología y los orígenes del Papanicolaou. *In Anales de la Facultad de Medicina*, 342-346.
- Sellers, J. W. (2003). La colposcopia y el tratamiento de la neoplasia intraepitelial cervical: manual para principiantes. *International Agency for Research on Cancer.*
- Velázquez González, J. S. (2011). Sistema Diagnóstico Asistido por Computadora para la detección de la Retinopatía Diabética No Proliferativa usando la Red Neuronal de Retropropagación. *Doctoral dissertation.*
- Vicuña, N. C. (2009). Cáncer cérvicouterino. *In Anales de Radiología, México*, 61-79.
- Walboomers, J., Jacobs, M., Manos, M., Bosch, F., Kummer, J., & al, S. K. (1999). HUMAN PAPILLOMAVIRUS IS A NECESSARY CAUSE OF INVASIVE CERVICAL CANCER. *WORLDWIDE. J. pathol*, 189:12-9.

## Notas Biográficas

El **Ing. Uriel Galicia Montes** obtuvo su título de Ingeniero en Computación y curso la Maestría en Ciencias de la Computación en la Universidad Autónoma del Estado de México en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

La **Dra. Anabelem Soberanes Martin** obtuvo su título de Doctora en Ciencias de la Educación en el Colegio de Posgrado de la Ciudad de México, la Maestría en Educación en la Universidad de las Américas, curso la Maestría en Ciencias de la Computación en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y la Licenciatura en Sistemas de Computación Administrativa en la Universidad del Valle de México, es profesora de tiempo completo en la carrera de Ingeniería en computación en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

La **Dra. Magally Martínez Reyes** es Licenciada en Matemáticas por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Maestra en Ciencias, con Especialidad en Matemáticas por el Instituto de Matemáticas de la UNAM. Doctora en Ciencias, con Especialidad en Matemática Educativa por el CINVESTAV del IPN, es profesora de tiempo completo en la carrera de Ingeniería en computación en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

El **Dr. José Luis Sánchez Ramírez** es Ing. en Computación por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del IPN. Maestro en Ciencias de Ingeniería en Microelectrónica por la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME-IPN y Doctor en Comunicaciones y Electrónica por la SEPI-ESIME del Instituto Politécnico Nacional. Profesor Investigador, Integrante del Cuerpo Académico de Cómputo Aplicado, es profesor de tiempo completo en la carrera de Ingeniería en computación en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

El **Mtro. Juan Manuel Sánchez Soto** es Licenciado en Químico Farmacéutico Biólogo de la UNAM, estudió una especialidad en Docencia en el UNITEC y la Maestría en Biotecnología en la UAM-I, fue Director de Investigación y Desarrollo de Grupo Bioalquim, posteriormente, Director de Laboratorio de Centro Engels, Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

## A.3. Coloquio UAEM Texcoco 2015B



# UAEM

Universidad Autónoma  
del Estado de México

CUTex

## Centro Universitario UAEM Texcoco

Otorga el presente

### RECONOCIMIENTO

A: Galicia Montes Uriel

Por su participación como ponente en el Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación, emisión 2015B, efectuado el día 8 de diciembre de 2015

*Patria, Ciencia y Trabajo*



DIRECCIÓN

**DR. EN DER. RICARDO COLIN GARCÍA**

Director del Centro Universitario UAEM Texcoco

## A.4. Simposio UAEM Valle de Chalco 2015B



Otorgan la Presente:

*Constancia*

*A: Uriel Galicia Montes*

Por su participación como Expositor, en el marco del Simposio Académico de Ciencia, Investigación y Tecnología 2015. Celebrado en el Auditorio y Explanadas de los Edificios “A” y “B” del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco.

Valle de Chalco, Estado de México a 26 de Noviembre de 2015.

Dra. Magally Martínez Reyes  
Directora del Centro Universitario

CENTRO UNIVERSITARIO



VALLE DE CHALCO  
DIRECCIÓN

CENTRO UNIVERSITARIO  
UAEM



Dra. Anabelem Soberanes Martín  
Subdirectora Académica del C. U. DIRECCIÓN ACADÉMICA

## A.5. Coloquio UAEM Valle de Chalco 2014B



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México

A través del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco  
Otorga la presente

# Constancia

**A: Galicia Montes Uriel**

Por su participación en el “XI Coloquio de Investigación de la Maestría en Ciencias de la Computación 2014B” llevado a cabo el día 13 de Noviembre de 2014.

“PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO”  
“2014, 70 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM”

CENTRO UNIVERSITARIO



**Dr. René G. Cruz Flores**  
Coordinador de Investigación y  
Estudios Avanzados, Valle de Chalco

**Dra. Magally Martínez Reyes**  
Encargada del despacho de la dirección del  
Centro Universitario UAEM Valle de Chalco

**Dr. Samuel Olmos Peña**  
Coordinador de la M.A. C. S. C. O  
DIRECCIÓN Valle de Chalco

# Apéndice B

## Manual de Instalación

## B.1. Manual de instalación de Colposystem



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO

MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE  
PRE-DIAGNÓSTICO



DRA. EN C.E. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD

DICIEMBRE 2016



# Índice general

<b>1. Manual de Instalación</b>	<b>5</b>
1.1. Instalación del sistema . . . . .	6
1.2. Instalación de servidor Xampp . . . . .	6
1.3. Instalación del Adobe Reader . . . . .	9
1.4. Instalación de Colposystem Parte 1 . . . . .	10
1.5. Instalación de Colposystem Parte 2 . . . . .	11
1.6. Inicio de Servicios . . . . .	13
1.7. Instalar Base de Datos . . . . .	13
1.8. Obtener la version actual . . . . .	14
1.9. Acceso al Sistema . . . . .	14
1.10. Uso del sistema . . . . .	15

# Índice de figuras

1.1. Estructura del directorio de instalación. . . . .	6
1.2. Señalización del archivo de instalación. . . . .	6
1.3. Asistente de instalación. . . . .	7
1.4. Asistente el cual muestra el inicio de instalación de Xampp. . . . .	7
1.5. Ventana de instalación (al iniciar el administrador realiza algunas sugerencias). . . . .	7
1.6. Recomendación para desactivar el <i>Control de cuentas de usuario</i> . . . . .	8
1.7. Interfaz de bienvenida y menú de selección . . . . .	8
1.8. Interfaz para seleccionar la ruta de instalación. . . . .	8
1.9. Asistente de Instalación y Asistente de Adobe. . . . .	9
1.10. Enseguida avisará sobre la instalación de un parche, sólo se elije <i>Actualizar</i> . . . . .	9
1.11. Inmediatamente comenzará la instalación, donde al finalizar, indicará que la instalación a concluido satisfactoriamente. . . . .	9
1.12. Asistente de instalación para Colposystem parte 1. . . . .	10
1.13. Asistente de Colposystem. . . . .	10
1.14. Extracción e instalación de archivos. . . . .	11
1.15. Asistente de instalación. . . . .	11
1.16. Instalación de la parte 2. . . . .	12
1.17. Extracción de archivos. . . . .	12
1.18. Asistente de instalación MySQL y Apache. . . . .	13
1.19. Asistente para cargar la base de datos. . . . .	13
1.20. Sustitución de directorio. . . . .	14
1.21. Interfaz de inicio donde hay que introducir los datos de inicio de sesión. . . . .	14
1.22. Nuevas opciones para el administrador. . . . .	15

1.23. Interfaz de captura de los datos de identificación de la paciente. . . . .	15
1.24. Mensaje de confirmación exitosa. . . . .	15
1.25. Interfaz de captura de antecedentes visuales. . . . .	16
1.26. Interfaz de captura de hallazgos de la inspección. . . . .	17
1.27. Interfaz de captura de hallazgos de la inspección de la imagen a analizar. .	18
1.28. Interfaz de análisis y apertura de MATLAB, con mensaje de confirmación de carga. . . . .	19
1.29. Interfaz de selección de puntos. . . . .	20
1.30. Resultados del análisis. . . . .	20
1.31. Al presionar <i>Aceptar</i> la interfaz retornara, para capturar otros parámetros necesarios para continuar. . . . .	21
1.32. Interfaz anterior donde hay que capturar la zona de análisis, un diagnóstico hecho por el médico y la cita próxima de la paciente. . . . .	21
1.33. Interfaz final donde se guarda toda la información y genera reporte PDF. .	22

# Capítulo 1

## Manual de Instalación

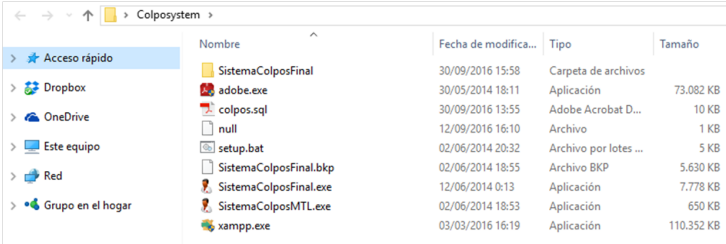
El presente documento está dirigido a entregar las pautas de operación del Sistema “Colposystem”. Este sistema permite la gestión de resultados de Colposcopia mediante el uso de técnicas tecnológicas para hacer el análisis de imágenes y pre diagnosticar el grado de afectación en la paciente. La gestión del soporte en cualquier ámbito de los sistemas de información (tanto si se trata de soporte interno o para usuarios externos), requiere del uso de herramientas apropiadas que permitan hacer un seguimiento de los procesos y tareas, realizar acciones de control, así como documentar adecuadamente las acciones realizadas.

Este manual describe detalladamente el manejo del sistema mediante la interfaz de la aplicación web, el sistema inteligente para el diagnóstico del Cáncer Cervico-Uterino, “Colposystem” fue creado en aulas del C.U. UAEM Valle de Chalco con el objetivo de brindar otra opción a los médicos que realizan estudios de colposcopia, agilizando los resultados de dicho estudio.

Es de importancia consultar este manual, antes y/o durante la instalación y uso del sistema, ya que lo guiará paso a paso en el manejo del mismo.

## 1.1. Instalación del sistema

La carpeta de instalación se encuentra estructurada como lo muestra la Figura 1.1, la cual contiene los paquetes necesarios para el funcionamiento correcto del sistema, y los paquetes que integran el sistema:



Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
SistemaColposFinal	30/09/2016 15:58	Carpeta de archivos	
adobe.exe	30/05/2014 18:11	Aplicación	73.082 KB
colpos.sql	30/09/2016 13:55	Adobe Acrobat D...	10 KB
null	12/09/2016 16:10	Archivo	1 KB
setup.bat	02/06/2014 20:32	Archivo por lotes ...	5 KB
SistemaColposFinal.bkp	02/06/2014 18:55	Archivo BKP	5.630 KB
SistemaColposFinal.exe	12/06/2014 0:13	Aplicación	7.778 KB
SistemaColposMTL.exe	02/06/2014 18:53	Aplicación	650 KB
xampp.exe	03/03/2016 16:19	Aplicación	110.352 KB

Figura 1.1. Estructura del directorio de instalación.

La Figura 1.2 muestra cual archivo es el que ejecutaremos para comenzar con la instalación:

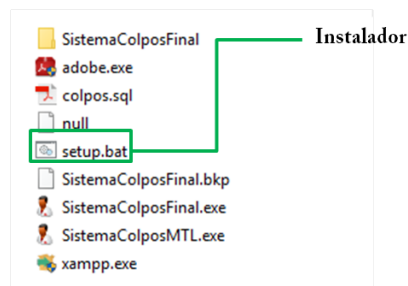


Figura 1.2. Señalización del archivo de instalación.

## 1.2. Instalación de servidor Xampp

A partir de esta parte el asistente te guiara durante la instalación, pues sólo basta con presionar **Enter** para comenzar la instalación, tal como lo muestra la Figura 1.3, básicamente el asistente te guiara a través de esta tarea.

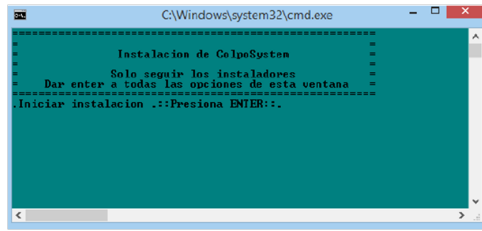


Figura 1.3. Asistente de instalación.

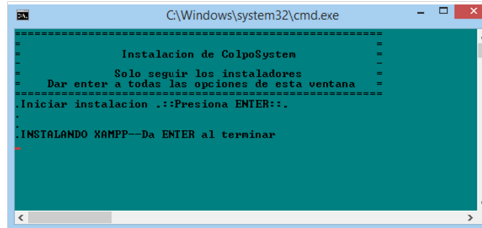


Figura 1.4. Asistente el cual muestra el inicio de instalación de Xampp.

A continuación en la Figura 1.5, se comenzara con la instalación del servidor XAMPP, el cual cuenta con su propio asistente, el cual te guiara durante la estación (el instalador de XAMPP te pedirá permisos de ejecución, seleccionamos **Yes** para iniciar).

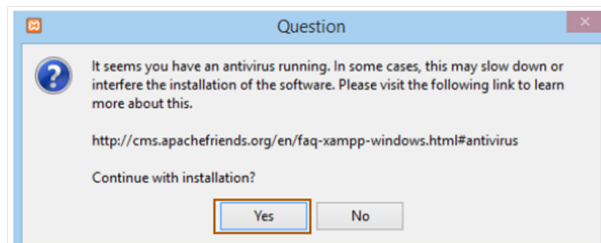


Figura 1.5. Ventana de instalación (al iniciar el administrador realiza algunas sugerencias).

A continuación en la Figura 1.6, se nos hace una segunda recomendación, en la cual para no causarle problemas a la instalación es recomendable desactivar el *Control de cuentas de usuario*.

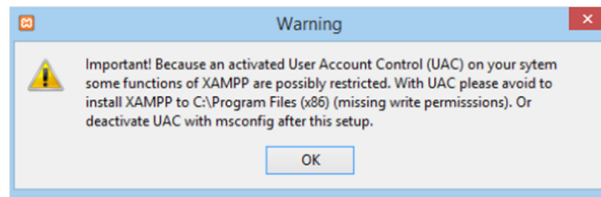


Figura 1.6. Recomendación para desactivar el *Control de cuentas de usuario*.

A continuación el asistente dará la ventana de bienvenida donde se procede a dar clic a **Next**, y enseguida elegir los componentes a instalar, se elijen los que vienen por default y se presiona clic en **Next**, como se aprecia en la Figura 1.7.

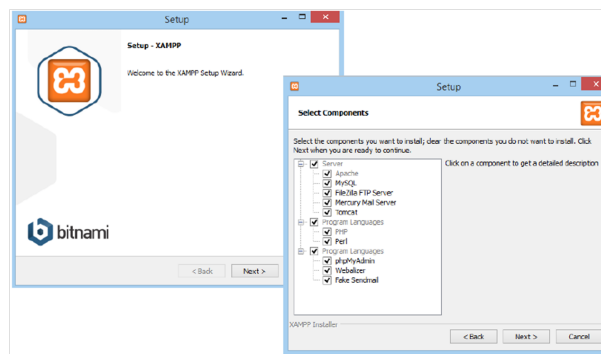


Figura 1.7. Interfaz de bienvenida y menú de selección

Enseguida se debe indicar el path de instalación, donde es importe dejar la ruta predefinida "**c:\xampp**", si es cambiada el sistema no funcionará, tal como lo muestra la Figura 1.8.

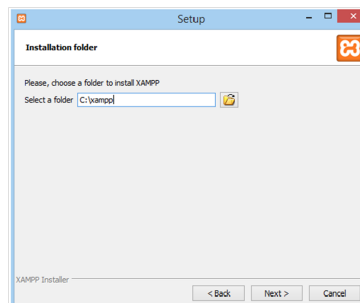


Figura 1.8. Interfaz para seleccionar la ruta de instalación.

### 1.3. Instalación del Adobe Reader

Una vez terminada la instalación del servidor XAMPP, el asistente continúa con la instalación de Adobe Reader. Se iniciará automáticamente el asistente de adobe, que en primera instancia realiza la extracción de archivos para iniciar la instalación, tal como lo ilustran la Figura 1.9, 1.10, 1.11.

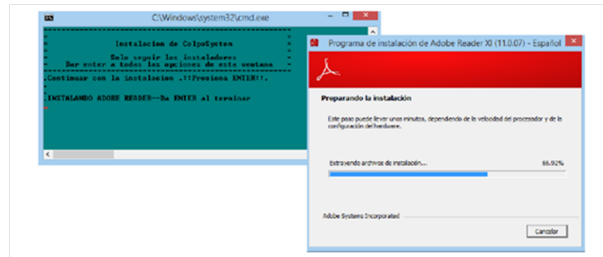


Figura 1.9. Asistente de Instalación y Asistente de Adobe.

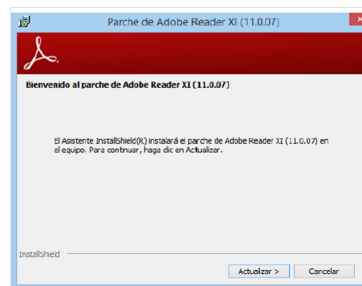


Figura 1.10. Enseguida avisará sobre la instalación de un parche, sólo se elije *Actualizar*.

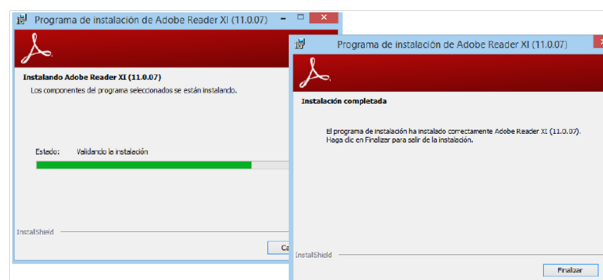


Figura 1.11. Inmediatamente comenzará la instalación, donde al finalizar, indicará que la instalación a concluido satisfactoriamente.

## 1.4. Instalación de Colposystem Parte 1

Regresar al instalador y dar Enter para continuar con la instalación, enseguida se instalará el Sistema inteligente para el diagnóstico del Cáncer Cervico-uterino; este también cuenta con su asistente de instalación.

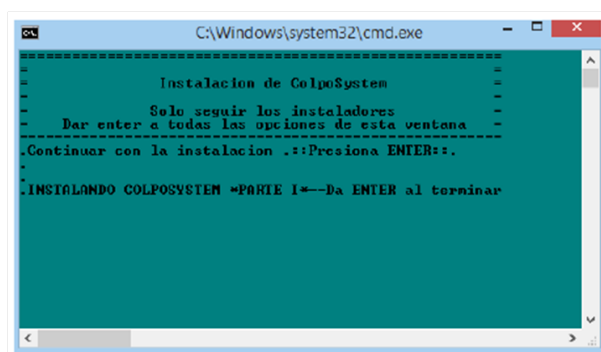


Figura 1.12. Asistente de instalación para Colposystem parte 1.

Al iniciar el asistente, muestra información sobre el sistema y el equipo de desarrollo, dar clic en **Aceptar** para continuar con la instalación, esto lo muestra la Figura 1.12.

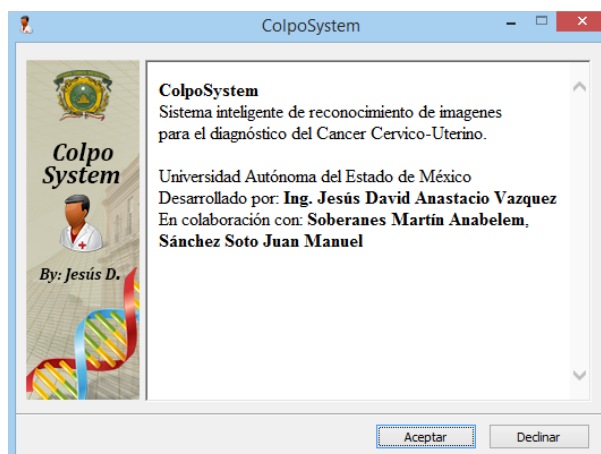


Figura 1.13. Asistente de Colposystem.

A continuación, en modo de información indica los requisitos necesarios para su funcionamiento, también se debe indicar la ruta donde será instalado, es de suma importancia dejar el path por defecto, ya que, si este es cambiado, el funcionamiento del sistema es imposible, dar clic en **Extraer**, enseguida realiza la instalación y se cierra automática-

mente la ventana de progreso, tal como lo muestra la Figura 1.14.

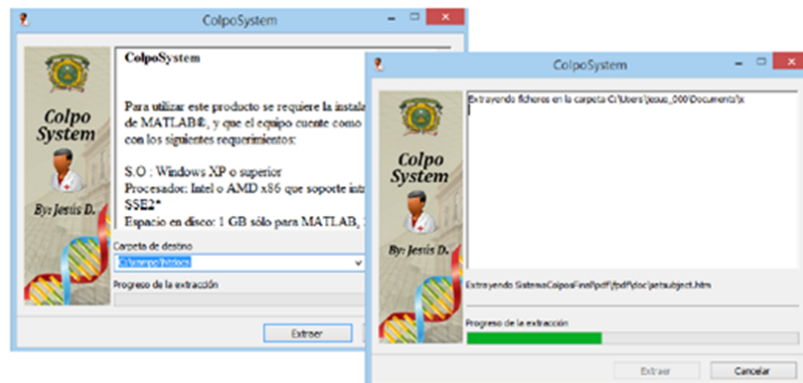


Figura 1.14. Extracción e instalación de archivos.

## 1.5. Instalación de Colposystem Parte 2

Al finalizar el asistente regresará a la instalación y continuar con la misma pero en su segunda parte.

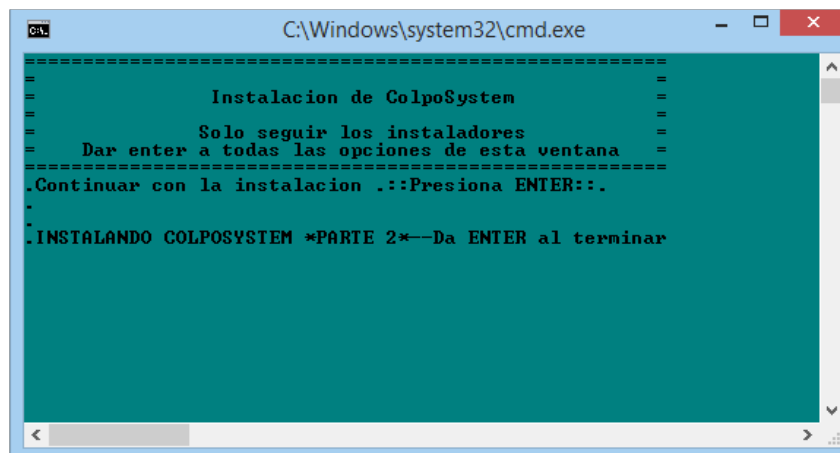


Figura 1.15. Asistente de instalación.

Al iniciar el asistente, muestra información sobre el sistema y el equipo de desarrollo, dar clic en Aceptar para continuar con la instalación, tal como lo ilustra la Figura 1.16.

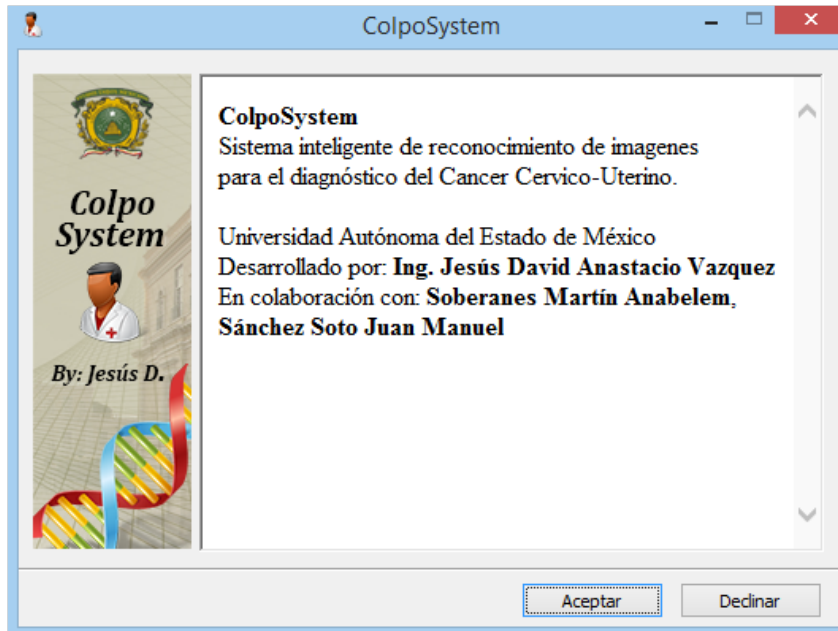


Figura 1.16. Instalación de la parte 2.

A continuación se debe indicar la ruta donde será instalado el sistema, es importante dejar el path por defecto, si este es cambiado, se imposibilita el funcionamiento del sistema, dar clic en **Extraer**, enseguida realiza la instalación y se cierra automáticamente la ventana de progreso, tal cual se aprecia en la Figura 1.17.



Figura 1.17. Extracción de archivos.

## 1.6. Inicio de Servicios

En la Figura 18, el instalador regresa a una sección anterior, después de ello dar Enter para iniciar los servicios de Apache y MySQL.

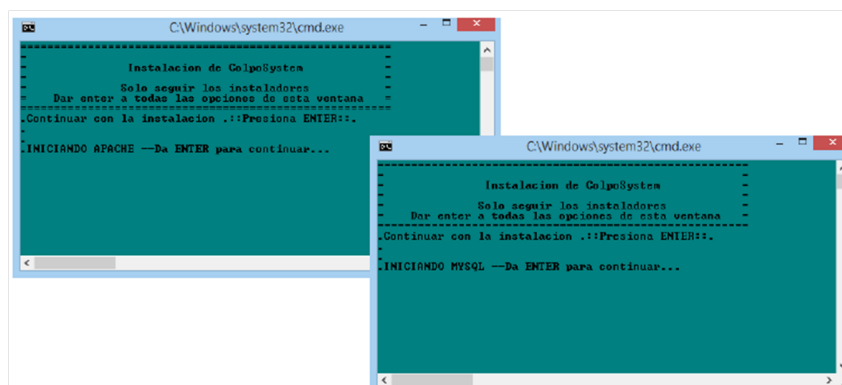


Figura 1.18. Asistente de instalación MySQL y Apache.

## 1.7. Instalar Base de Datos

Al continuar con la carga de base de datos, el asistente solicitará una contraseña, se deja en blanco y se presiona Enter, enseguida aparecerá el cursor parpadeando pidiendo una entrada por teclado, entonces se presiona por última ocasión Enter y la ventana se cerrará, terminando la instalación, como la Figura 1.19 lo ilustra.

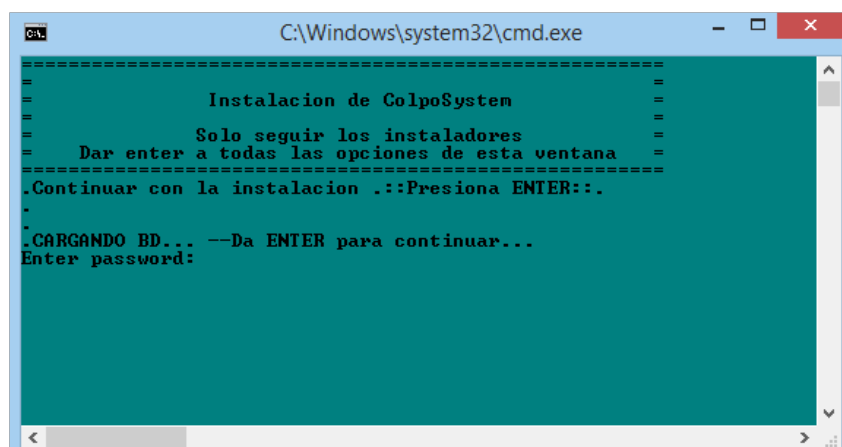


Figura 1.19. Asistente para cargar la base de datos.

## 1.8. Obtener la version actual

La Figura 1.20, muestra la carpeta donde están los archivos, se selecciona la carpeta **SistemaColposFinal**, y se dirige a la dirección C:\xampp\htdocs y se sustituye la carpeta **SistemaColposFinal** por la que se ha copiado en el directorio de instalación.

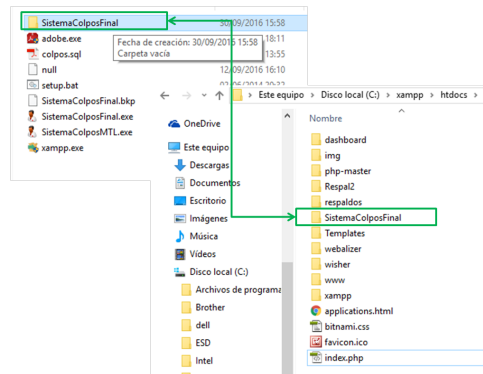


Figura 1.20. Sustitución de directorio.

## 1.9. Acceso al Sistema

Para ingresar al sistema se recomienda hacer uso del explorador Google Chrome para una mejor experiencia; abrir explorador y escribir en la barra de direcciones la siguiente ruta: <http://localhost/SistemaColposFinal>. Introducir los datos 9685 en la caja Número de Empleado y 123 en la caja Contraseña.



Figura 1.21. Interfaz de inicio donde hay que introducir los datos de inicio de sesión.

## 1.10. Uso del sistema

Una vez que se ingresa al sistema, al usuario se le brindan nuevas opciones.

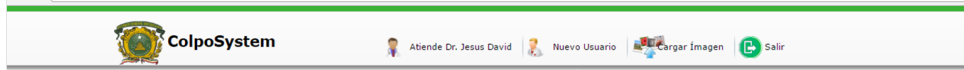


Figura 1.22. Nuevas opciones para el administrador.

A web form titled 'Datos de Identificación'. It contains several input fields: 'PACIENTE' (Gumerinda de los Santos Aldama), 'EDAD' (56), 'ESTADO CIVIL ACTUAL' (Casada), 'DOMICILIO' (La Cericienta 67 Del. Tlahuac), and 'NÚMERO TELEFÓNICO' (59081738). Below these fields are three checkboxes for 'PRESENTA ALGUNOS DE LOS SIGUIENTES CASOS': 'ALCOHOLISMO', 'TABAQUISMO', and 'TOXICOMANIAS'. A green 'GUARDAR' button is at the bottom of the form area.

Figura 1.23. Interfaz de captura de los datos de identificación de la paciente.

Al presionar **GUARDAR** aparecerá un mensaje de confirmación, para después regresar a la pantalla anterior y ahora presionar el botón **CONTINUAR** enviará al formulario donde se capturaran los antecedentes de la paciente.

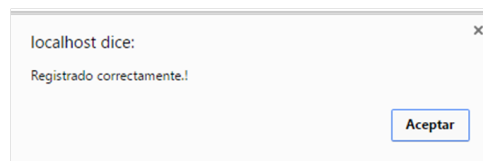


Figura 1.24. Mensaje de confirmación exitosa.

Se muestra la interfaz de captura de datos de los antecedentes sexuales del paciente, y los hallazgos de la inspección visual. Es importante cargar la primera imagen de la inspección visual, de lo contrario el sistema no dejara avanzar, en esta parte se capturan datos como

fecha de última menstruación, de inicio de vida sexual, número de parejas y la inspección visual de la parte de la vagina por mencionar algunos.

**ColpoSystem** | Atiende Dr. Jesus David | Nuevo Usuario | Cargar Imagen | Salir

### Datos de Identificación

#### Antecedentes Ginecológicos de Gumercinda de los Santos Aldama

MENARCA	PERIODICIDAD
IVSA	18/05/2001
FUM	27/09/2016
GESTAS	4
PARAS	0
ABORTOS	<input checked="" type="checkbox"/>
CESAREAS	<input checked="" type="checkbox"/>
NÚMERO DE PAREJAS SEXUALES	2

HISTERECTOMIA:  SI  No

MOTIVO:

ANTECEDENTES ONCOLÓGICOS FAMILIARES:

#### Hallazgos de la inspección visual de Gumercinda de los Santos Aldama

VELLO PÚBLICO:  DISTRIBUCIÓN UNIFORME  
 ALOPECIA  
 PRESENCIA DE LADILLAS  
 SIMETRÍA  
 OTRO

¿CUAL?:

SUBIR IMAGEN:  real.BMP

Powered by Ing. Unel Galicia

Figura 1.25. Interfaz de captura de antecedentes visuales.

La siguiente interfaz es la continuación de los resultados de la inspección visual, es muy importante cargar la segunda imagen de la inspección visual, de lo contrario el sistema no dejara avanzar, si hay presencia de secreciones los datos son capturados caso contrario los campos se dejan vacíos.





Figura 1.27. Interfaz de captura de hallazgos de la inspección de la imagen a analizar.

En el siguiente apartado es importante, se cargará la imagen que será analizada, sólo basta con elegir y subir la imagen, y dar clic en *analizar* para abrir el sistema desarrollado en MATLAB, y el asistente te va guiando en el proceso.



Figura 1.28. Interfaz de análisis y apertura de MATLAB, con mensaje de confirmación de carga.

Al cargar el sistema encargado del análisis de imágenes, se muestra la imagen elegida en la cual se deben definir 15 muestras representativas del área a buscar; el cursor cambia a un cursor en forma de cruz las muestras se definen dando un solo clic en el área de importancia.

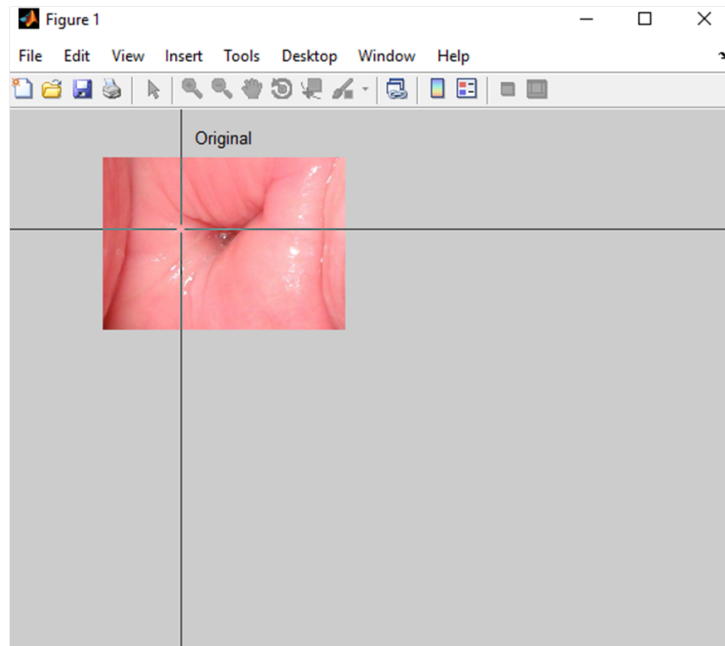


Figura 1.29. Interfaz de selección de puntos.

Una vez terminada la toma de las 15 muestras representativas, el sistema continuará con el análisis de forma automática; mostrándonos datos importantes del análisis, al terminar el análisis se cerrará automáticamente.

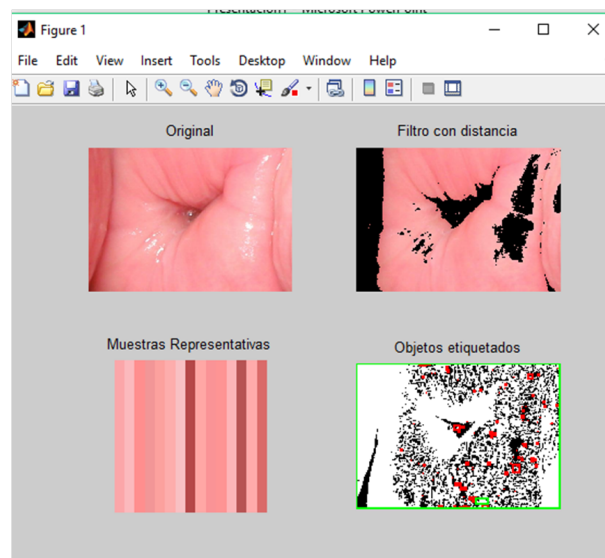


Figura 1.30. Resultados del análisis.

Después de este proceso la interfaz cambiara en el transcurso que se realiza el análisis.

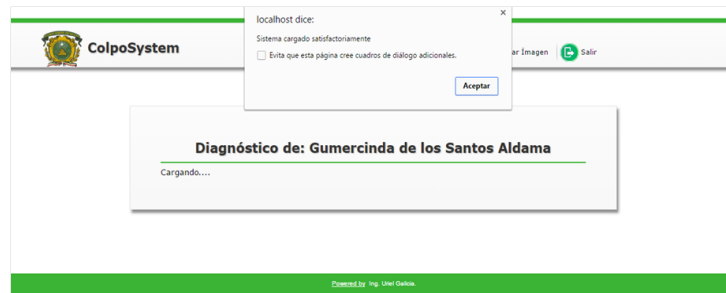


Figura 1.31. Al presionar *Aceptar* la interfaz retornara, para capturar otros parámetros necesarios para continuar.

Se regresa al formulario para concluir con la captura. Se debe definir la zona de donde se tomó la muestra, así como el diagnóstico y la próxima cita, ya que, si se deja en vacío el sistema no puede continuar.

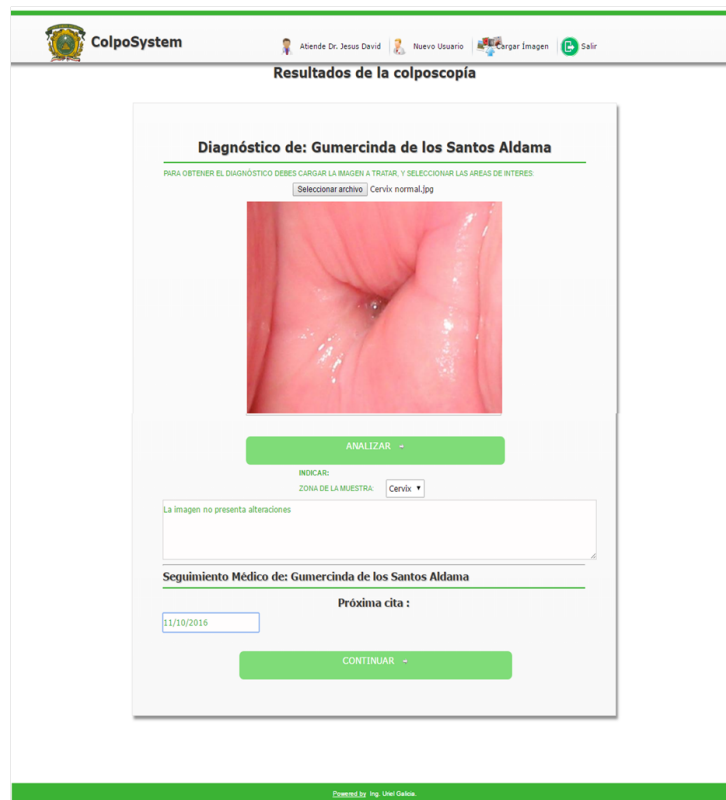


Figura 1.32. Interfaz anterior donde hay que capturar la zona de análisis, un diagnóstico hecho por el médico y la cita próxima de la paciente.

En la última pantalla nos da solo la opción de generar reporte. Este paso es importante, porque al dar clic en *Guardar* y generar *Reporte* se registrará la información en la Base

de datos.



Figura 1.33. Interfaz final donde se guarda toda la información y genera reporte PDF.

# Apéndice C

## Manual Técnico

## C.1. Manual técnico de Colposystem



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



---

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM VALLE DE CHALCO

MANUAL TÉCNICO DEL SISTEMA DE  
PRE-DIAGNÓSTICO



“COLPOSYSTEM”

AUTORES:

ING. URIEL GALICIA MONTES

DRA. EN C.E. ANABELEM SOBERANES MARTÍN

VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD

DICIEMBRE 2016



# Índice general

<b>1. Manual Técnico</b>	<b>5</b>
1.1. Objetivos de este manual . . . . .	5
1.2. Análisis de Requerimientos . . . . .	6
1.3. Requerimientos de Software y Hardware . . . . .	6
1.4. Arquitectura del sitio web . . . . .	6
1.4.1. MySQL . . . . .	7
1.4.2. Arquitectura de desarrollo de sistema . . . . .	7
1.5. Estructura lógica de diseño y físico de la base de datos. . . . .	8
1.5.1. Entidades de la base de datos . . . . .	9
1.5.2. Actores y Escenarios . . . . .	10

# Índice de figuras

1.1. Esquema Cliente-Servidor. . . . .	6
1.2. Funcionamiento de MVC. Figura tomada de: Bahit, E. POO y MVC en PHP. . . . .	8
1.3. Modelo Entidad Relacion de Colposystem. . . . .	9
1.4. Caso de uso del escenario Ingresar al sistema. . . . .	11
1.5. Diagrama de secuencia del ingreso del sistema. . . . .	11
1.6. Caso de uso del escenario Capturar datos generales de la paciente. . . . .	12
1.7. Diagrama de secuencia para el escenario Capturar datos generales de la paciente. . . . .	13
1.8. Caso de uso del Escenario captura Antecedentes Ginecologicos . . . . .	14
1.9. Diagrama de Secuencias del escenario captura Antecedentes Ginecologicos . . . . .	14
1.10. Caso de uso del escenario captura de hallazgos de la inspección visual. . . . .	15
1.11. Diagrama de secuencia del escenario captura de hallazgos de la inspección visual. . . . .	16
1.12. Caso de uso del escenario hallazgos de la Colposcopia. . . . .	17
1.13. Diagrama de secuencia del escenario hallazgos de la Colposcopia. . . . .	17
1.14. Caso de uso del escenario Cargar imagen para diagnóstico de la Imagen. . . . .	18
1.15. Diagrama de secuencia del escenario Cargar imagen para diagnóstico de la Imagen. . . . .	18
1.16. Caso de uso del análisis de imagen en MATLAB. . . . .	19
1.17. Caso de uso del escenario cargar Imagen parte II. . . . .	20
1.18. Diagrama de secuencia del escenario cargar Imagen parte II. . . . .	21

# Lista de Tablas

1.1. Actividades del escenario ingresar sistema. . . . .	12
1.2. Actividades del escenario Captura de datos generales de la paciente. . . . .	13
1.3. Actividades del escenario captura Antecedentes Ginecologicos. . . . .	15
1.4. Actividades del escenario hallazgos de la inspección visual. . . . .	16
1.5. Actividades del escenario hallazgos de la Colposcopia. . . . .	17
1.6. Sección del escenario cargar imagen para diagnóstico. . . . .	19
1.7. Sección del análisis de imagen en MATLAB. . . . .	20
1.8. Tabla de sucesión de tareas de la tarea diagnóstico parte II. . . . .	21

# Capítulo 1

## Manual Técnico

La finalidad de cualquier manual técnico es proporcionar al lector la lógica que se ha desarrollado para una aplicación, la cual sabemos que es propia para cada programador y/o desarrollador, por lo que es necesario ser documentado.

Aclarando que este manual no pretende ser un curso de aprendizaje de cada una de las herramientas utilizadas en el desarrollo del sitio web, si no el documentar el desarrollo de la misma, para un mayor detalle se hace mención de las herramientas utilizadas, forma de operación en cada una de las tareas que esta herramienta realiza.

### 1.1. Objetivos de este manual

Este manual tiene como objetivo brindar al lector una concepción técnica del Sistema inteligente para el diagnóstico del cáncer cervicouterino, especialmente en los siguientes tópicos:

- Análisis de requerimientos.
- Requerimientos de software y Hardware.
- Arquitectura de sitio web.
- Arquitectura de desarrollo del sistema.
- Estructura lógica de diseño y físico de la base de datos.

## 1.2. Análisis de Requerimientos

La construcción del modelo Colposystem, se construyó en términos de entidades y relaciones, en la cual se puede definir a una entidad como el ambiente de trabajo de los usuarios, una vez establecida la entidad es necesario identificar relaciones que existen entre ellas y a esto se le llama relación.

## 1.3. Requerimientos de Software y Hardware

- 1– Se requiere como mínimo una computadora con un procesador Intel, Core i3, con una velocidad de 2.53Ghz o superior, con memoria RAM mínima de 2.00 GB o superior.
- 2– Contar con el Software MATLAB R2012b o en su defecto la version más reciente.
- 3– Contar con la version actual de Google Chrome para una mejor experiencia en el funcionamiento..

## 1.4. Arquitectura del sitio web

El sistema se encuentra desarrollado en un ambiente web, bajo la tecnologia PHP y MySQL, cumpliendo la arquitectura básica de un esquema cliente servidor como lo muestra la Figura 1.1.

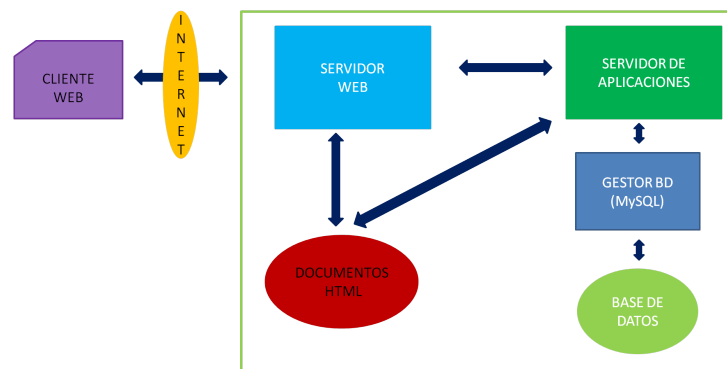


Figura 1.1. Esquema Cliente-Servidor.

## **PHP**

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. PHP está enfocado principalmente a la programación de scripts del lado del servidor, por lo que se puede hacer cualquier cosa que pueda hacer otro programa CGI, como recopilar datos de formularios, generar páginas con contenidos dinámicos, o enviar y recibir cookies. Aunque PHP puede hacer mucho más, el desarrollo de la parte web del sistema se encuentra programado en PHP, lo que lo hace multiplataforma.

### **1.4.1. MySQL**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, fue creada por la empresa sueca MySQL AB, la cual posee el copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca. MySQL es un software de código abierto, licenciado bajo la GPL de la GNU, aunque MySQL AB distribuye una versión comercial, en lo único que se diferencia de la versión libre, es en el soporte técnico que se ofrece, y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que de otra manera, se vulneraría la licencia GPL.

### **1.4.2. Arquitectura de desarrollo de sistema**

Pensando en la reutilización de código y la separación de conceptos, para obtener un fácil desarrollo y posterior mantenimiento del sistema, se utilizó un patrón de arquitectura de software, Modelo Vista Controlador(MVC), en el cual se separan los datos y la lógica de negocios de la interfaz de usuario, esto se ilustra en la Figura 1.2 .

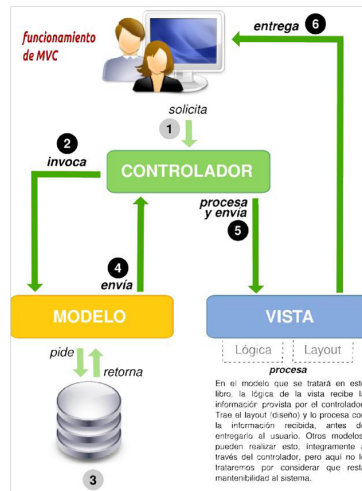


Figura 1.2. Funcionamiento de MVC. Figura tomada de: Bahit, E. POO y MVC en PHP.

## 1.5. Estructura lógica de diseño y físico de la base de datos.

A continuación la Figura 1.3 muestra las principales tablas que conforma el sistema, útiles para la elaboración de un prediagnóstico mediante la aplicación.



Figura 1.3. Modelo Entidad Relacion de Colposystem.

### 1.5.1. Entidades de la base de datos

1. Formulación: En esta etapa se ha identificado que una adecuada alternativa puede ser un sistema web; el cual realice el análisis de imágenes colposcópicas para hacer un pre-diagnóstico de CaCu, así cumplir con el objetivo de contar con una herramienta

que ayude a los especialistas médicos con la emisión de un pre-diagnóstico de esta enfermedad..

2. Datos de la paciente: Esta tabla almacena cada uno de los datos personales de la paciente tales como nombre, apellidos, dirección entre otros datos más útiles para la localización de la paciente.
3. Antecedentes Ginecológicos: Esta tabla almacena datos de importancia pues en ella se almacena información relevante que puede ser de vital importancia en el diagnóstico, son indicadores importantes de que pueda haber presencia previa en familiares cercanos a la paciente, teniendo así un antecedente genético.
4. Inspección Visual: Esta tabla almacena datos de inspección visual que hace el médico en parte del cérvix, la apariencia del cérvix, la distribución del vello, si se encuentran anomalías en la piel o demás.
5. Colposcopia: Esta tabla almacena datos propios de la colposcopia, como la posible enfermedad, inspección visual de la colposcopia en ácido o Yodo, la zona de inspección, cuadrantes afectados entre otras.
6. Diagnóstico: Esta tabla almacena las rutas donde se alojan las imágenes del diagnóstico hecho por la herramienta Matlab, mismas que almacena las imágenes del análisis, la zona afectada en imagen negro y color, zona de análisis, área de afectación y próxima cita de la paciente.
7. RepoImag: Esta tabla almacena la ruta de cada patología de imágenes y que hace el diagnóstico de la paciente, con base en ellas es como se realiza el pre-diagnóstico.

### **1.5.2. Actores y Escenarios**

En el caso de actores se identificó al Administrador primordialmente aunque el Usuario Secundario pasa a segundo plano pues no interviene en el uso, el administrador es quien maneja totalmente la aplicación a lo largo del análisis y captura de información y como escenario se encontró el Ingreso a sistema, Captura de antecedentes visuales, Hallazgo de la colposcopia, Diagnóstico de la imagen y Reportes PDF.

## Ingreso al Sistema

En este escenario Figura 1.4 el administrador tiene que identificarse para tener control de la aplicación, el administrador tiene que ingresar su numero de identificación y password para asi ingresar a nuevas opciones.

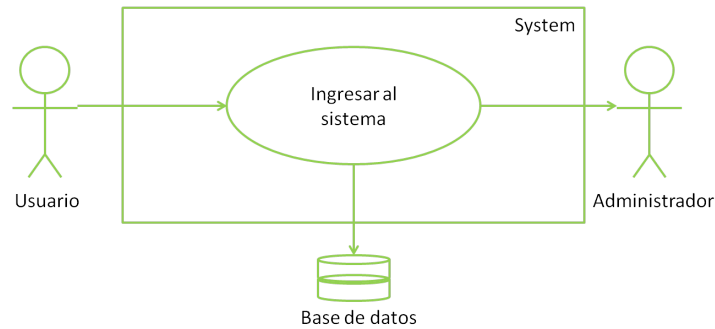


Figura 1.4. Caso de uso del escenario Ingresar al sistema.

La Figura 1.5 muestra el diagrama de secuencia de las acciones que se tienen que hacer para la apertura del sistema, pasando por un proceso de validación de datos introducidos.

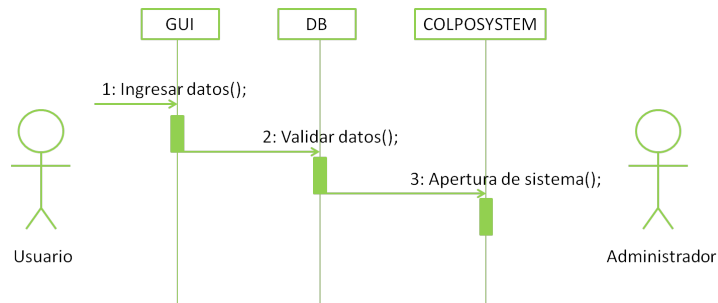


Figura 1.5. Diagrama de secuencia del ingreso del sistema.

La Tabla 1.1 muestra muestra como se realiza la transacción de actividades de este escenario, se presentan los posibles mensajes y/o acciones que pueda desencadenar en el proceso.

Caso de Uso:	Ingresar al sistema.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador/Base de datos.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previa:	Tener cuenta de acceso.
Operaciones	
1	Ingresar datos.
2	Validar datos.
3	Entrar al sistema.
Extensiones	
2.A.1:	Si el administrador no esta en la BD, enviar mensaje de error.
2.A.2:	Si el password es incorrecto, enviar mensaje de verificar el password.
3.A.1:	Enviar a la pagina de captura de datos de paciente.

Tabla 1.1. Actividades del escenario ingresar sistema.

### Ingresar datos generales de paciente

Este es el escenario para capturar los datos generales de la paciente Figura 1.6 en el cual solo el administrador el administrador puede hacer la captura de esta informaci3n.

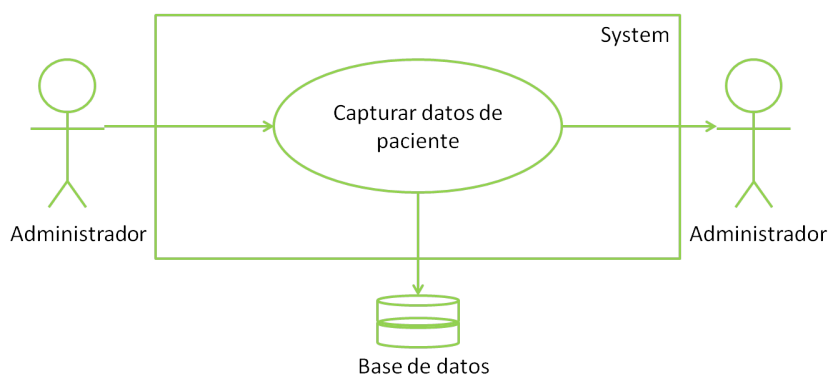


Figura 1.6. Caso de uso del escenario Capturar datos generales de la paciente.

La Figura 1.7 muestra el diagrama de secuencias en las tareas que se realiza en este escenario.

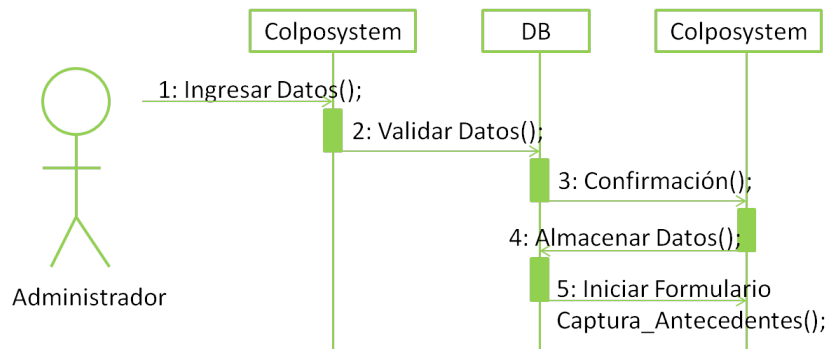


Figura 1.7. Diagrama de secuencia para el escenario Capturar datos generales de la paciente.

Ahora en la Tabla 1.2 muestra el proceso de transacciones que este escenario realiza.

Caso de Uso:	Capturar datos generales de la paciente.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador/Base de datos.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuanta de acceso
Operaciones	
1	Ingresar datos.
2	Validar datos.
3	Confirmación.
4	Almacenar Datos .
5	Enviar al formulario siguiente.
Extensiones	
2.A.1:	Si algún dato no cumple los parámetros enviar mensaje de advertencia.
4.A.1:	Enviar mensaje de datos guardados.
5.A.1:	Iniciar formulario Captura de Antecedentes Ginecologicos.

Tabla 1.2. Actividades del escenario Captura de datos generales de la paciente.

### Capturar Antecedentes Ginecologicos

Este escenario realiza la tarea de recabar los datos de la inspección y características necesarias durante el análisis de imagen que se le hace a la imagen final, apartir de este momento los datos son recabados para al final guardarse e ir paso a paso en el analisis con la Figura 1.8 se inicia este proceso.



Figura 1.8. Caso de uso del Escenario captura Antecedentes Ginecológicos

La Figura 1.9 de secuencia muestra las transacciones de este escenario.

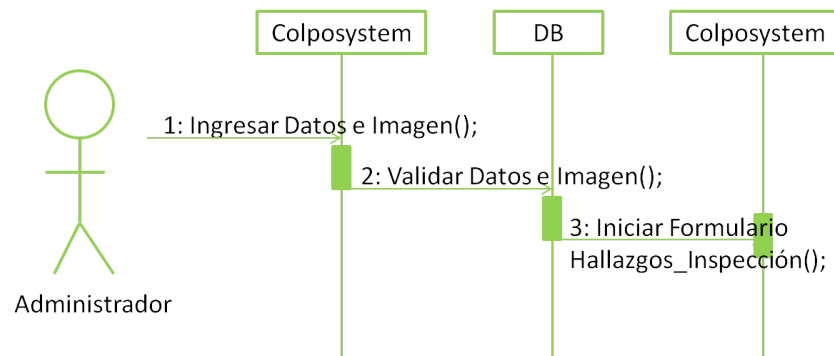


Figura 1.9. Diagrama de Secuencias del escenario captura Antecedentes Ginecológicos

La Tabla 1.3 muestra el orden de precedencia en cada una de las tareas a realizar en este escenario.

Caso de Uso:	Captura de antecedentes ginecologicos.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada.
Operaciones	
1	Ingresar datos.
1.A.1	Cargar Imagen.
2	Validar datos.
2.A.1	Validar imagen.
3	Enviar al formulario siguiente.
Extensiones	
2.A.1:	Si algún dato no cumple los parámetros enviar mensaje de advertencia.
2.A.2:	Enviar mensaje de error si la imagen no es cargada.
3.A.1:	Iniciar Formulario de Hallazgos de la inspección.

Tabla 1.3. Actividades del escenario captura Antecedentes Ginecologicos.

### Captura de Hallazgos de la Inspección Visual

Este escenario hace la captura de hallazgos de la Inspección visual, esta sección recaba información para el análisis de la imagen, se muestra su diagrama caso de uso en la Figura 1.10.



Figura 1.10. Caso de uso del escenario captura de hallazgos de la inspección visual.

La Figura 1.11 muestra el diagrama de secuencia de este escenario.

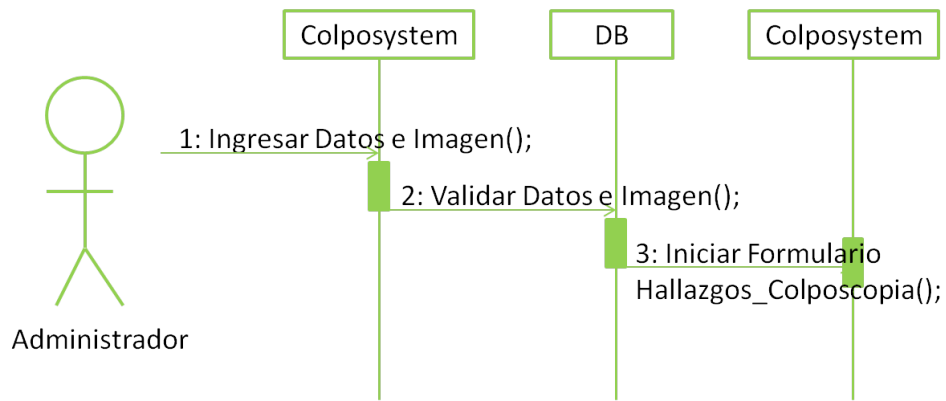


Figura 1.11. Diagrama de secuencia del escenario captura de hallazgos de la inspección visual.

La Tabla 1.4 muestra la sucesión de actividades de este escenario.

Caso de Uso:	Captura de Hallazgos de la Inspección Visual.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada.
Operaciones	
1	Ingresar datos.
1.A.1	Cargar Imagen.
2	Validar datos.
2	Validar Imagen.
3	Enviar al formulario siguiente.
Extensiones	
2.A.1:	Si algún dato no cumple los parámetros enviar mensaje de advertencia.
2.A.2:	Enviar mensaje de error si la imagen no es cargada.
3.A.1:	Iniciar Formulario de los hallazgos de la colposcopia.

Tabla 1.4. Actividades del escenario hallazgos de la inspección visual.

## Hallazgos de la Colposcopia

Este escenario pretende hacer la captura de hallazgos de la Colposcopia en esta sección se empiezan a tomar los aspectos visuales que la imagen colposcopia datos tales como indicio de alguna enfermedad, datos del análisis clínico de la imagen entre otras, el caso de uso de este escenario se muestra en la Figura 1.12.

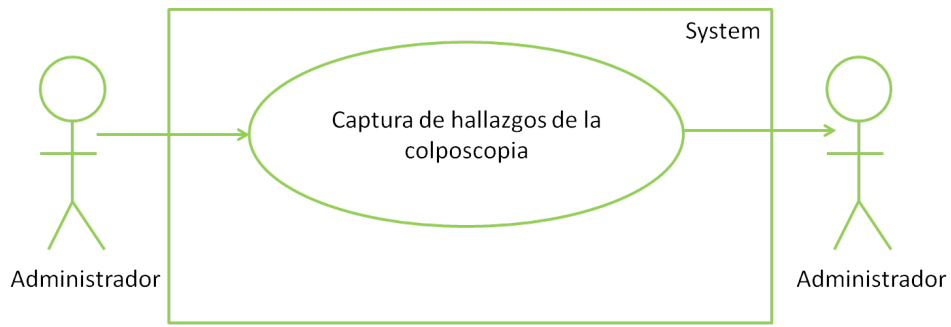


Figura 1.12. Caso de uso del escenario hallazgos de la Colposcopia.

La Figura 1.13 muestra el diagrama de secuencia de este escenario.

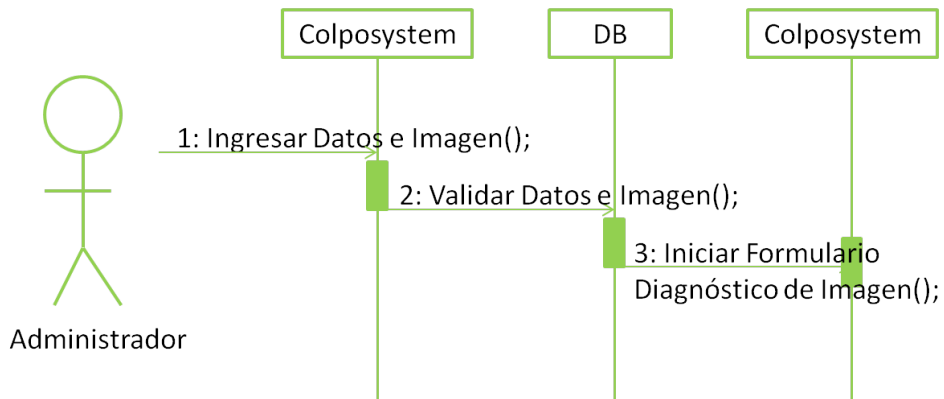


Figura 1.13. Diagrama de secuencia del escenario hallazgos de la Colposcopia.

La Tabla 1.5 siguiente muestra la sucesión de actividades de este escenario.

Caso de Uso:	Hallazgos de la colposcopia.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada.
Operaciones	
1	Ingresar datos.
1.A.1	Cargar Imagen.
2	Validar datos.
2	Validar Imagen.
3	Enviar al formulario siguiente.
Extensiones	
2.A.1:	Si algún dato no cumple los parámetros enviar mensaje de advertencia.
2.A.2:	Enviar mensaje de error si la imagen no es cargada.
3.A.1:	Iniciar Formulario Diagnóstico de Imagen.

Tabla 1.5. Actividades del escenario hallazgos de la Colposcopia.

## Cargar imagen para diagnóstico

Este escenario pretende hacer la captura de la imagen analizar para proceder a entrar a la parte del sistema en MATLAB, posteriormente de hacer las actividades dentro de MATLAB la interfaz retornara para capturar los ultimos datos, el caso de uso de este escenario se muestra en la Figura 1.14.

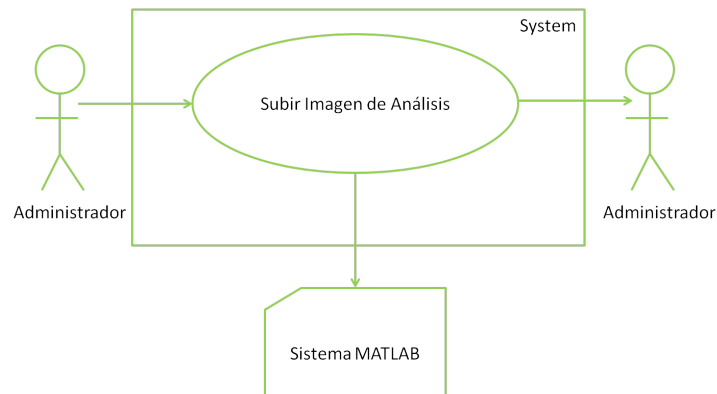


Figura 1.14. Caso de uso del escenario Cargar imagen para diagnóstico de la Imagen.

La Figura 1.15 muestra el diagrama de secuencia de esta sección del escenario.

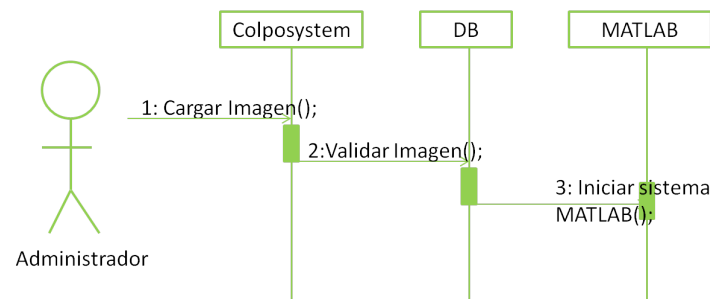


Figura 1.15. Diagrama de secuencia del escenario Cargar imagen para diagnóstico de la Imagen.

La Tabla 1.6 muestra la sucesión de actividades de esta sección.

Caso de Uso:	Cargar imagen para diagnóstico.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada.
Operaciones	
1	Cargar Imagen.
2	Validar Imagen.
3	Enviar al formulario siguiente.
Extensiones	
2.A.1:	Enviar mensaje de error si la imagen no es cargada.
3.A.1:	Iniciar la apertura de sistema MATLAB.

Tabla 1.6. Sección del escenario cargar imagen para diagnóstico.

### Análisis de imagen en MATLAB

En esta sección se comienza con el análisis de imagen, haciendo la selección de puntos y derivando en el análisis con el filtro de la imagen, la toma de muestras y etiquetado de objetos esto lo ilustra la Figura 1.16.

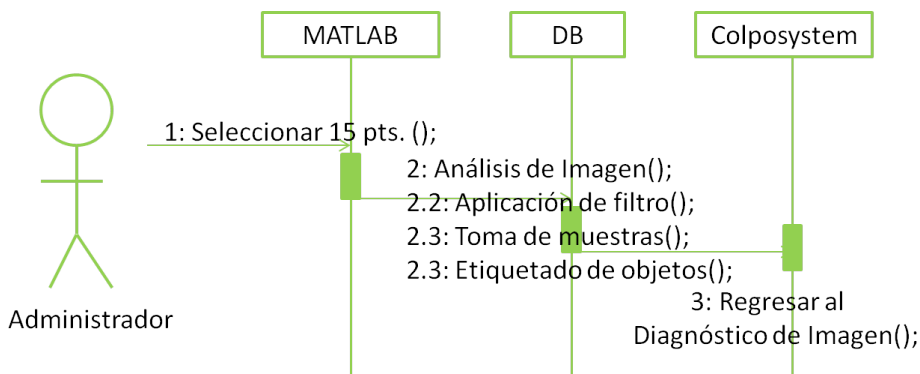


Figura 1.16. Caso de uso del análisis de imagen en MATLAB.

Ahora la Tabla 1.7 muestra la sucesión de tareas que se hace en esta sección.

Caso de Uso:	Análisis de imagen en MATLAB.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada, Cargar imagen a analizar .
Operaciones	
1	Seleccionar 15 puntos.
2	Análisis de imagen.
2.2	Aplicación de Filtro.
2.2	Toma de muestras.
2.3	Etiquetado de objetos.
3	Regresar al formulario de carga.
Extensiones	
2.A.1:	Cargar el análisis y con ello las demás secciones .
3.A.1:	Regresar al formulario de carga de imagen.

Tabla 1.7. Sección del análisis de imagen en MATLAB.

## Cargar imagen para diagnóstico parte II

En esta sección se regresa al formulario donde cargamos la imagen solo para cargar la fecha cita próxima y un diagnóstico hecho por el especialista médico, esto se ve en la Figura 1.17.

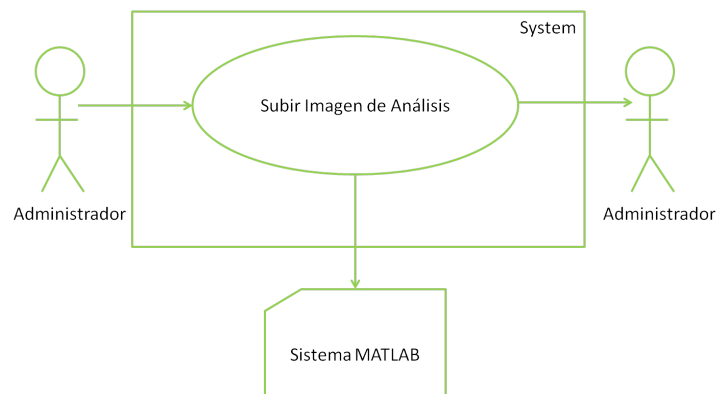


Figura 1.17. Caso de uso del escenario cargar Imagen parte II.

Ahora se muestra en la Figura 1.18 el diagrama de secuencia de esta sección.

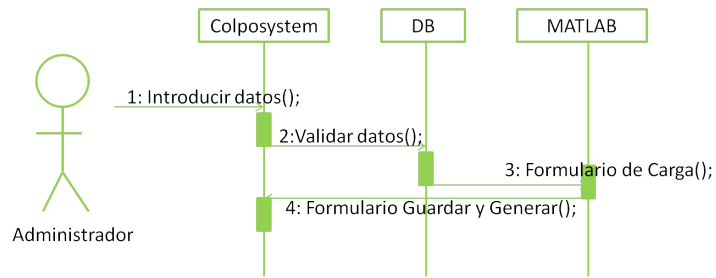


Figura 1.18. Diagrama de secuencia del escenario cargar Imagen parte II.

Seguidamente tenemos la suceción de tareas de esta parte.

Caso de Uso:	Cargar imagen para diagnóstico parte II.
Actor primario:	Administrador.
Sistema:	Colposystem.
Participantes:	Administrador.
Nivel:	Administrador.
Condiciones previas:	Tener cuenta aperturada, Haber analizado la imagen con MATLAB .
Operaciones	
1	Introducir datos faltantes.
2	Validar datos.
3	Enviar Formulario de carga si ha finalizado.
3	Enviar a formulario Cargar y Guardar.
Extensiones	
3.A.1:	Enviar formulario de carga si se ha finalizado la captura de datos.
4.A.1:	Enviar a formulario de Generar y Guardar.

Tabla 1.8. Sucesión de tareas de la tarea diagnóstico parte II.

# Apéndice D

## Reporte Colposcopico

# D.1. Reporte Colposcópico



Universidad Autónoma del Estado de México  
UAEM

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco



## REPORTE DE COLPOSCOPIA

### DATOS DE IDENTIFICACION

Fecha: 12-12-16  
Folio :19

Nombre del paciente: Miarna Diogenes Toriz  
Edad: 60  
Estado civil: Casada  
Direccion: Calle Pino suarez Chalco estado de Mexico  
Telefono: 5578813716  
Alcoholismo ( )  
Tabaquismo (x)  
Toxicomanias ( )

### ANTECEDENTES GINECOLOGICOS

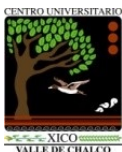
Menarca	Periodicidad		
IVSA	01/01/1993	Abortos	( )
FUM	09/12/2016	Cesareas	(x)
Gestas	5		
Paras	1	Numero de parejas sexuales:	1

ITS Previas  
Histerectomía Si( ) Motivo:  
No(x)

Antecedentes oncológicos familiares:

### HALLAZGOS DE LA INSPECCION VISUAL

Vello púbico  
(x) Distribución uniforme  
( ) Alopecia  
(x) Presencia de ladillas  
(x) Simetría  
( ) Otro Cual



Av. Hermenegildo Galeana No.3, Col. Ma. Isabel, Valle de Chalco, C.P. 56615, Edo. De Mexico, Tel: (55) 59714940, 59787577 y 30921763  
Pagina: <http://cux.uaemex.mx>



Piel

Presencia de:

- Falta de integridad
- Zonas escleróticas blanquecinas
- Dermatitis
- Lunares
- Ulceraciones
- Papulas
- Condiloma
- Otro

Cual



Presencia de:

Secrecion: Si  No

Coloracion:

Cantidad:

Olor:

Densidad:

Viscosidad:

- Prurito
- Resequedad

### HALLAZGOS DE LA COLPOSCOPIA

Presencia de:

- Sin lesión
- Virus de Papiloma Humano
- Condilomas
- Polipo Cervical
- Eversión Glandular
- Union Escamosa
- Cervicitis
- Leucoplasia
- Cambios Gestacionales
- Fistula

Localizacion:

Cervix





Aplicacion de acido acetico de 5%:

Positivo

Negativo

Aplicacion de solucion yodoyodurada de Lugol:

Positivo

Negativo

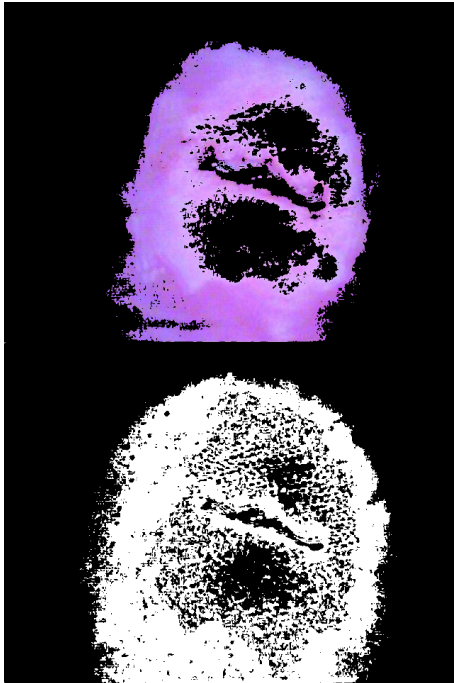
Si la inspeccion es positiva, ¿Cuantos cuadrantes estan afectados por la lesion?:

Uno

Dos

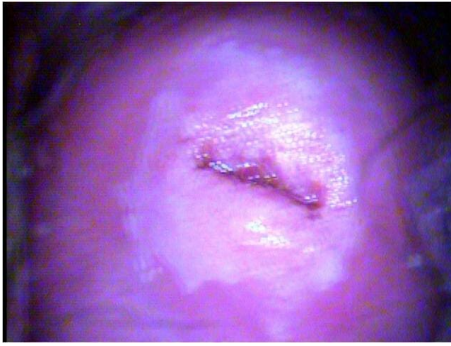
Tres

Cuatro



Segmentacion en color de la zona afectada del 'cervix'

Filtrado y aislamiento de el area con mayor afectacion del 'cervix', con area de 110443 puntos.



Se encontro una area de afectación de 110443 puntos aproximados, por lo cual se estima que esta en el nivel: 'Tres' grado de afectacion; el siguiente diagnóstico se obtuvo al hacer una comparación rapida en nuestra base de datos, aproximandose al diagnóstico pertinente con una diferencia de:107443 puntos.

Diagnóstico: Virus de Papiloma

Seguimineto medico en existencia de alteracion: Presencia de papiloma

Proxima cita: 13/12/2016

Realizado por: Dr.(a) Uriel Galicia Montes

# Referencias

- Alvarez, M., Rivas, M., y Rukoz, M. (2001). Segmentación de imágenes biomédicas mediante el crecimiento de regiones. *Acta Científica Venezolana*, 52, 192–198.
- Andrade, A. Z., Zaragoza, J. Z., Blanco, B. R., y Marañón, F. R. T. (2001). Evaluación del papanicolaou y la colposcopia en el diagnóstico de la infección por el virus del papiloma humano. *Rev Fac Med UNAM*, 44(1).
- Azpitarte, R. L., Cortés, D. J. C. P., y Palacios, D. R. P. (2006). *Aportaciones al diagnóstico de cáncer asistido por ordenador* (Tesis Doctoral no publicada). Tese de Doutorado. Universidad Politécnica de Valencia.
- Báez Rojas, J., Guerrero, M., Conde Acevedo, J., Padilla Vivanco, A., y Urcid Serrano, G. (2004). Segmentación de imágenes de color. *Revista Mexicana de Física*, 50(006).
- Barrio, D., Manrique, D., Ríos, J., y Vilarrasa, A. (1999). Detección automática de regiones de interés en mamografías digitalizadas para el diagnóstico asistido por ordenador. *Facultad de Informática (UPM). Campus de Montegancedo, Madrid. Recuperado el, 20.*
- Belzunce, P. M. (s.f.). Procesamiento digital de señales mediante la teoría de wavelets.
- Bray, F., Ferlay, J., Parkin, D. M., y Pisani, P. (2001). Globocan 2000: cancer incidence, mortality and prevalence worldwide. En *Globocan 2000: cancer incidence, mortality and prevalence worldwide* (pp. 1–CD).
- Calderón, A. A., Sánchez, J. G. D., Ouani, J. G. Z., y Ohara, G. B. (2005). Nueva técnica colposcópica para la prevención del cáncer cervicouterino. *Rev Fac Med UNAM*, 48(2), 47–51.
- Cortés, J. A., Garzón, H. B. C., y Chaves, J. A. (2007). Del análisis de fourier a las wavelets-transformada continua wavelet (cwt). *Scientia et Technica*, 1(37).
- Cortiñas, P., Ríos, K., y Lander, J. S. (2008). Citología cervical como pesquisa: factores

- para mejorar la sensibilidad. *Gac. méd. Caracas*, 116(1), 37–40.
- Coto, E. (2003). Métodos de segmentación de imágenes médicas. *Universidad Central de Venezuela: Lecturas en Ciencias de la Computación*, 1, 9–15.
- Cuevas, E., Zaldívar, D., y Pérez, M. (2010). Procesamiento digital de imágenes con matlab y simulink. *Alfaomega Ra-Ma (México)*.
- De Azevedo Marques, P. M. (2001). Diagnóstico auxiliado por computador na radiologia. *Radiologia Brasileira*, 34.
- Díaz, M. P., Montero, S., y Aedo, I. (2005). Ingeniería de la web y patrones de diseño. *Pearson. Prentice Hall*.
- Eggleston, K. S., Coker, A. L., Das, I. P., Cordray, S. T., y Luchok, K. J. (2007). Understanding barriers for adherence to follow-up care for abnormal pap tests. *Journal of Women's Health*, 16(3), 311–330.
- Flores, Y., Shah, K., Lazcano, E., Hernández, M., Bishai, D., Ferris, D. G., ... Salmerón, J. (2002). Design and methods of the evaluation of an hpv-based cervical cancer screening strategy in mexico: The morelos hpv study. *salud pública de méxico*, 44(4), 335–344.
- García, C. R. (2013). *Guía técnica de ingeniería web*.
- Hassan, Y., Martín Fernández, F. J., y Iazza, G. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. *Hipertext. net*(2).
- Herold-García, S., y Escobedo-Nicot, M. (2007). Segmentación de imágenes médicas con la aplicación de snakes. *Ciencia en su PC*(4), 12–22.
- Hidalgo-Martínez, A. C. (2006). El cáncer cérvico-uterino, su impacto en México y el porqué no funciona el programa nacional de detección oportuna. *Rev Biomed*, 17, 81–84.
- Ho, G. Y., Burk, R. D., Klein, S., Kadish, A. S., Chang, C., Palan, P., ... Romney, S. (1995). Persistent genital human papillomavirus infection as a risk factor for persistent cervical dysplasia. *Journal of the National Cancer Institute*, 87(18), 1365–1371.
- Instituto de Salud del Estado de México. (2016). <http://salud.edomexico.gob.mx/html/article.php?sid=1011>, 28 de Noviembre de 2016.
- Lazcano-Ponce, E., Palacio-Mejia, L. S., Allen-Leigh, B., Yunes-Diaz, E., Alonso, P.,

- Schiavon, R., y Hernandez-Avila, M. (2008). Decreasing cervical cancer mortality in Mexico: effect of Papanicolaou coverage, birthrate, and the importance of diagnostic validity of cytology. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 17(10), 2808–2817.
- Li, L., Tong, C.-S., y Choy, S.-K. (2010). Texture classification using refined histogram. *Image Processing, IEEE Transactions on*, 19(5), 1371–1378.
- Mitchell, M. F., Cantor, S. B., Ramanujam, N., Tortolero-Luna, G., y Richards-Kortum, R. (1999). Fluorescence spectroscopy for diagnosis of squamous intraepithelial lesions of the cervix. *Obstetrics & Gynecology*, 93(3), 462–470.
- Morris, D. P., S. (2000). Cómo conseguir una buena web en una semana. *Aplicaciones Web*.
- Murugesan, S., Deshpande, Y., Hansen, S., y Ginige, A. (2001). Web engineering: A new discipline for development of web-based systems. En *Web engineering* (pp. 3–13). Springer.
- Neto, G. H., Ribeiro, G. C., y Valeri, F. V. (2004). Processamento e segmentação de imagens colposcópicas digitais. En *Sociedade brasileira de informática em saúde (org.), anais, xii congresso brasileiro de informática em saúde* (pp. 125–131).
- Noreña, T., y Romero, E. (2013). Compresión de imágenes médicas. *Biomédica*, 33(1), 137–151.
- Organization, W. H., y cols. (1995). The world health report 1995?bridging the gaps. world health organization.
- Parkin, D., Pisani, P., y Ferlay, J. (1993). Estimates of the worldwide incidence of eighteen major cancers in 1985. *International journal of cancer*, 54(4), 594–606.
- Pete, I., Toth, V., y Bösze, P. (1997). The value of colposcopy in screening cervical carcinoma. *European journal of gynaecological oncology*, 19(2), 120–122.
- Pressman, R. (2002). *S. 2002, ingeniería de software: Un enfoque práctico*. Madrid: McGraw Hill.
- Sellers, J. W., y Sankaranarayanan, R. (2003). *La colposcopia y el tratamiento de la neoplasia intraepitelial cervical: manual para principiantes*. International Agency for Research on Cancer.
- Tamayo, M., y cols. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.
- Taringa.net. (2015). *Redes Neuronales sobre redes*. Descargado 2015-05-30,

de <http://www.taringa.net/post/ciencia-educacion/19362757/Sobre-redes-neuronales.html>

Valarezo, E., y Luján, S. (2014). Aplicaciones web-formulación y planeación para ingeniería web (1). *Aplicaciones Web*.

Van Raad, V., y Bradley, A. P. (2004). Emerging technologies, signal processing and statistical methods for screening of cervical cancer in vivo: Are they good candidates for cervical screening? En *Proceedings of ieee-iee second international conference on advances in medical signal and information processing (medsip'04)* (Vol. 1, pp. 210–217).