**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**
**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**
**CARRERA DE INFORMÁTICA**

**LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

## LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**

**FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES**

**CARRERA DE INFORMÁTICA**

# TESIS DE GRADO

"SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO BASADO EN LÓGICA DIFUSA"

PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: Univ. Tania Milenka SANCHEZ CHURA

TUTOR METODOLÓGICO: Lic. Grover RODRÍGUEZ RAMÍREZ

REVISOR: Lic. Manuel Ramiro FLORES ROJAS

LA PAZ – BOLIVIA

2015

# DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por darme salud, sabiduría y una linda familia, además de guiarme y cuidarme.

A mis padres Hernan Sanchez y Alicia Chura, por darme la posibilidad de estudiar apoyándome siempre hasta la conclusión de mis estudios.

A mi bebe Ariadne Nicol por darle alegría a mi vida y las fuerzas para concluir mis estudios.

A mi esposo Juan Carlos Valverde, por estar  a mi lado en los buenos y malos momentos, apoyándome hasta el final.

A mis hermanas  Sandra, Gabriela, Viviana y Patricia que estuvieron apoyándome para que siga adelante, además a Juan Valverde e Irma Lopez mis padres políticos por brindarme su apoyo hasta la conclusión de mis estudios.

A mis amigos y amigas con los que compartimos experiencias en nuestra querida Universidad por aceptarme como soy, por compartir tantos momentos inolvidables.

# AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial y sincero a mi Tutor Metodológico Lic. Grover Alex Rodríguez Ramírez, por brindarme su apoyo, sus conocimientos, su experiencia y sus consejos, que me han servido en gran manera durante el desarrollo de la presente tesis.

De igual forma un agradecimiento sincero y desde lo más profundo a mi Asesor Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas, por guiarme en las diferentes etapas de mi tesis, por su asesoramiento y consejos, por u paciencia y buena voluntad, en los momentos de elaboración de la presente tesis.

También debo agradecer a los docentes de la Carrera de informática por inculcarme sus conocimientos, sabiduría y valores durante el transcurso de mi vida universitaria.

A los señores bibliotecarios que siempre me brindaron su colaboración y su buen humor.

Al Centro Integral de Educación Sexual (CIES's) por toda la colaboración y confianza que me brindo la información y ayuda necesaria.

Agradezco desde el alma la amistad brindada por los compañeros de la Carrera de Informática, con quienes compartimos momentos buenos y malos.

## RESUMEN

En este trabajo se pretende mostrar las bondades de la lógica difusa como una herramienta de apoyo a la medicina, y a la vez, estimular a la comunidad estudiantil a seguir investigando sobre el desarrollo de esta técnica de la Inteligencia Artificial.

Los sistemas expertos son programas de computación diseñados para actuar como un experto humano emulando su conocimiento en un dominio particular o área de conocimiento y se han utilizado para poyar al usuario en la toma de decisiones.

En el presente trabajo se desarrolla un sistema experto para el diagnostico tratamiento del CÁNCER DE CUELLO UTERINO, el cual utiliza como herramienta de desarrollo la lógica difusa, que tiene almacenado el conocimiento del medico especialista en ginecología.

Viendo de esta manera que el sistema experto, no intenta sustituir al medico especialista en su función, sino mas bien pueda apoyarlo e dar un diagnostico confiable y con ms rapidez.

En el primer capitulo se encuentran los aspectos generales de la investigación y los alcances del mismo.

El segundo capitulo comprende el marco teórico necesario para la realización de la tesis, también todo acerca del cáncer de cuello uterino, plasmado así las dos etapas de la misma en el prototipo elaborado.

El tercer capitulo muestra el diseño metodológico para el desarrollo del sistema experto, siguiendo de esta manera la metodología Buchanan en sus respectivas fases.

El cuarto capitulo nos muestra los resultados de la hipótesis planteada, llegando a demostrarla con la distribución de la normal.

El quinto capitulo nos muestra las conclusiones y recomendaciones obtenidas concluyendo de esta forma todo el trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

**CONTENIDO**

**CAPITULO I – MARCO INTRODUCTIVO**
1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 ANTECEDENTES 2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 5
1.4 OBJETIVOS 6
1.4.1OBJETIVO GENERAL 6
1.4.2OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
1.5 HIPOTESIS 7
1.6 JUSTIFICACIÓN 8
1.6.1JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA 8
1.6.2JUSTIFICACIÓN SOCIAL 8
1.6.3JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA 9
1.7 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 9
1.7.1ESPECIALISTA MEDICO 9
1.8 ALCANCES y LIMITES 10
1.9 APORTES 11

**CAPITULO II - MARCO TEÓRICO**
2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL 12
2.2 SISTEMAS EXPERTOS 13
2.3 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO 14
2.3.1 EL EXPERTO HUMANO 15
2.3.2 INGENIERO DE CONOCIMIENTO 16
2.3.3 ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO 16
2.3.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO 16
2.3.5 BASE DE CONOCIMIENTO (B.C.) 16
2.3.6 BASE DE DATOS (B.D.) 17
2.3.7MOTOR DE INFERENCIA 17
2.3.7.1MECANISMO DE RAZONAMIENTO 17
2.3.7.2REGLAS DE INFERENCIA 17
2.3.8 INTERFAZ DE USUARIO 20
2.3.9 CONOCIMIENTO POCO PRECISO 20
2.3.10 APRENDIZAJE DE LA EXPERIENCIA 21
2.3.11 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS 21
2.4 FASES PARA DESARROLLAR UN SISTEMA EXPERTO 22

2.4.1 IDENTIFICACIÓN 22
2.4.2 CONCEPTUALIZACIÓN 22
2.4.3 FORMALIZACIÓN 23
2.4.4 IMPLEMENTACIÓN 23
2.4.5 COMPROBACIÓN 24
2.5 LÓGICA DIFUSA 25
2.5.1 INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIFUSA 26
2.5.2 CONJUNTOS DIFUSOS 27
2.5.3 FUNCIONES DE PERTENENCIA 29
2.5.4 VARIABLES LINGÜÍSTICAS 29
2.5.5 INFERENCIA DIFUSA 31
2.5.5.1 INFERENCIA DE MAMDANI 31
2.5.5.2 REGLAS DIFUSAS 33
2.5.5.3 IMPLICACIÓN DIFUSA 34
2.6 CÁNCER DE CUELLO UTERINO 35
2.6.1 ¿QUÉ ES EL CÁNCER? 35
2.6.2 ¿QUE ES EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO? 37
2.6.3 LAS CAUSAS DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO 39
2.6.4 SÍNTOMAS DEL CÁNCER DE CUELLO UTERINO 41
2.6.5 DIAGNOSTICO DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO 42
2.6.6 PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO PARA MUJERES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO 47
2.6.7¿COMO SE TRATA EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO? 50
2.6.8 CIRUGÍAS PARA EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO 52
2.6.8.1 Criocirugía 52
2.6.8.2 Cirugía láser 53
2.6.8.3 Conización 53
2.6.8.4 Histerectomía 54
2.6.8.5 Cervicectomía 54

**CAPITULO III - MARCO APLICATIVO**
3.1 INTRODUCCIÓN 55
3.2 IMPLEMENTACION DEL MODELO BUCHANAN 55
3.2.1 ETAPA I: IDENTIFICACION 56
3.2.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO 57
3.2.1.2 BASE DE CONOCIMIENTOS 58
3.2.1.3 BASE DE HECHOS 60
3.2.1.4 DOMINIO 62
3.2.2 ETAPA II: CONCEPTUALIZACIÓN 62
3.2.2.1 VARIABLES DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS 62

3.2.3 ETAPA III: FORMALIZACIÓN 65
3.2.3.1 DESCRIPCIÓN INFORMAL 65
3.2.3.2 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL MODELO 66
3.2.3.3 FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS 67
3.2.3.4 BASE DE REGLAS 72
3.2.3.5 REGLAS DE INFERENCIA 96
3.2.3.6 MECANISMOS DE INFERENCIA 97
3.2.3.7 DISEÑO DE ENTRADAS 97
3.2.3.8 DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS 100
3.2.4 ETAPA IV: IMPLEMENTACIÓN 102
3.2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO 103
3.2.4.2 REPRESENTACIÓN DE SALIDAS DEL PROTOTIPO 104

**CAPITULO IV - DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS**
4.1 INTRODUCCIÓN 109
4.2 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA 111
4.3 ANALISIS DE DATOS 113

**CAPITULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
5.1 CONCLUSIONES 115
5.2 RECOMENDACIONES 116
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
ANEXOS

# ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1.1** Operacionalizacion de variables……. 8
**Figura 2.1** Diagrama de conjuntos difusos…….. 28
**Figura 2.2** Anatomía del aparato reproductor femenino…… 38
**Figura 2.3** Examen pélvico……. 43
**Figura 2.4** Examen de Papanicolaou (Pap)……. 44
**Figura 2.5** Cervicectomia…… 54
**Figura 3.1** Componentes del sistema experto……. 56
**Figura 3.2** Componentes del Sistema Experto…… 58
**Figura 3.3** Base de Conocimiento……. 59
**Figura 3.4** Árbol AND/OR…….. 61
**Figura. 3.5** Conjuntos difusos de la variable dolor pélvico…… 67
**Figura 3.6** Conjuntos difusos de la variable anemia…….. 68
**Figura 3.7** Entorno PHP……. 103
**Figura 3.8** Entorno PHP……. 104
**Figura 3.9** Prototipo del Sistema…….. 105
**Figura 3.10** Registro de Nuevo Paciente…….. 106
**Figura 3.11** Preguntas de antecedentes al paciente…….. 107
**Figura 3.12** Preguntas de antecedentes al paciente…….. 107
**Figura 3.13** Resultado del diagnostico……. 108

# ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1.1** Relación de problemas Causa-Efecto…….. 6
**Tabla 3.1** Variables Lingüísticas…….. 65
**Tabla 3.2** Regla 1……... 72
**Tabla 3.3** Regla 2……... 73
**Tabla 3.4** Regla 3……... 73
**Tabla 3.5** Regla 4……... 74
**Tabla 3.6** Regla 5……... 74
**Tabla 3.7** Regla 6……... 75
**Tabla 3.8** Regla 7……... 75
**Tabla 3.9** Regla 8……... 76
**Tabla 3.10** Regla 9……. 76
**Tabla 3.11** Regla 10…….. 77
**Tabla 3.12** Regla 11…….. 77
**Tabla 3.13** Regla 12…….. 78
**Tabla 3.14** Regla 13…….. 78
**Tabla 3.15** Regla 14…….. 79
**Tabla 3.16** Regla 15…….. 79
**Tabla 3.17** Regla 16…….. 80
**Tabla 3.18** Regla 17…….. 80
**Tabla 3.19** Regla 18…….. 81
**Tabla 3.20** Regla 19…….. 81
**Tabla 3.21** Regla 20…….. 82
**Tabla 3.22** Regla 21…….. 82
**Tabla 3.23** Regla 22…….. 83
**Tabla 3.24** Regla 23…….. 83
**Tabla 3.25** Regla 24…….. 84
**Tabla 3.26** Regla 25…….. 84
**Tabla 3.27** Regla 26…….. 85
**Tabla 3.28** Regla 27…….. 85

**Tabla 3.29** Regla 28…….. 86
**Tabla 3.30** Regla 29…….. 86
**Tabla 3.31** Regla 30…….. 87
**Tabla 3.32** Regla 31…….. 87
**Tabla 3.33** Regla 32…….. 88
**Tabla 3.34** Regla 33…….. 88
**Tabla 3.35** Regla 34…….. 89
**Tabla 3.36** Regla 35…….. 89
**Tabla 3.37** Regla 36…….. 90
**Tabla 3.38** Regla 37……. 90
**Tabla 3.39** Regla 38……. 91
**Tabla 3.40** Regla 39……. 91
**Tabla 3.41** Regla 40……. 92
**Tabla 3.42** Regla 41……. 92
**Tabla 3.43** Regla 42……. 93
**Tabla 3.44** Regla 43……. 93
**Tabla 3.45** Regla 44……. 94
**Tabla 3.46** Regla 45……. 94
**Tabla 3.47** Regla 46……. 95
**Tabla 3.48** Regla 47……. 95
**Tabla 3.49** Variables de entrada para determinar el diagnostico…..... 99
**Tabla 3.50** Requerimientos mínimos de software…… 102
**Tabla 4.1** Diagnostico Experto Humano VS Sistema Experto…….. 110

# CAPITULO I
# INTRODUCCIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) es una disciplina científica-técnica que esta orientada al estudio del razonamiento humano y sus diversas formas de comportamiento para luego intentar reproducir mediante un modelo lógico la forma en que los seres humanos identifican estructuras, infieren resultados y problemas difíciles.

Los sistemas expertos (SE) es un área de la Inteligencia Artificial que se encarga de estudiar los sistemas basados en conocimientos, son aplicados a numerosos campos tales como la medicina, estrategias militares, económicas financieras, ingeniería, derecho y otros, también se puede decir que tratan de imitar el razonamiento de un experto para resolver un problema de un tópico definido. Su comportamiento se basa en conocimientos previamente definidos y mediante estos conocimientos, los SE son capaces de calcular soluciones.

La idea básica de estos programas es capturar en una computadora la experiencia y el conocimiento de una persona experta en un área determinada del saber, del modo tal que otra persona llamada usuario pueda utilizarla y aprovechar esa información.

Un experto humano es una persona que es muy competente en un área determinada del conocimiento, es alguien que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar un consejo adecuado basado en sus conocimientos pasados, la experiencia solo se adquiere tras un lago proceso de aprendizaje y a base de mucha experiencia histórica.

El cáncer es una de las causas principales de muerte que puede afectar a todas las edades, inclusive a fetos, pero el riesgo de sufrir los más

comunes se incrementa con la edad, el cáncer causa cerca del 14 % de todas las muertes.

De acuerdo con la Sociedad Americana del Cáncer, 7,8 millones de personas murieron de cáncer en el mundo durante el 2012, el cáncer es un conjunto de enfermedades en las cuales el organismo produce un exceso de células malignas (conocidas como cancerígenas o cancerosas), con crecimiento y división más allá de los límites normales.

El cáncer de cuello uterino es el primer cáncer en incidencia en la mujer boliviana, en neoplasia es el cáncer que más mata a la mujer boliviana con un altísimo nivel de incidencia de entre 50 y 60 mujeres por 100 mil y con una mortalidad de 30 por 100 mil eso equivale a la posibilidad de que tengamos, entre tres y cinco mujeres que están muriendo diariamente por este mal.

Por lo tanto se plantea la presente Tesis de Investigación “Sistema Experto para el diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino”.

## 1.2 ANTECEDENTES

El cáncer de Cuello Uterino (CACU) también conocido como cáncer cervico-uterino o cáncer cervical, es un tipo frecuente de cáncer en mujeres, y consiste en una enfermedad en la que se encuentran células cancerosas en los tejidos del cuello uterino.

La mejor forma de combatir este mal es mediante la detección y síntomas en sus etapas iniciales, lo cual se identifico que muchas mujeres no las realizan por causa de vergüenza, falta de tiempo, falta de información y por costos de atención, trayendo estos como consecuencias una detección tardía de la enfermedad y causando malestar por la población femenina.

La Organización Mundial de la Salud estima que ocurren alrededor de 500.000 casos nuevos de cáncer de Cuello Uterino y cerca del 80% de estos son diagnosticados en países en vías de desarrollo, a su vez se calcula que cada año fallecen aproximadamente 270.000 mujeres por esta causa, siendo con mayor frecuencia en los países pobres. Esta diferencia se explica en parte por la ausencia o carencias en las medidas de prevención de este tipo de cáncer.

En Bolivia, según datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDSA 2010) y del Plan Nacional de Control del Cáncer de Cuello Uterino 2010 - 2012; el cáncer de cuello uterino constituye la principal causa de muerte en mujeres, especialmente en el grupo de 35 a 64 años. La incidencia del cáncer de Cuello Uterino es de 151,38 casos por cada 100 mil mujeres; significa que cada día 2 mujeres mueren por cáncer de Cuello Uterino y cada día se detectan 8 nuevos casos. La incidencia del cáncer de la mujer es mayor en los departamentos de Oruro y Potosí, cuyas tasas son de 60.9 y 93.5 respectivamente. Otros datos alarmantes son: 6 de cada 10 mujeres no han escuchado nunca sobre esta enfermedad y sólo el 12% de las mujeres en riesgo se han hecho pruebas para prevenir el cáncer de cuello uterino.

La incidencia del cáncer de cuello uterino en la mujer es mayor en los departamentos de Oruro y Potosí, cuyas tasas son de 60.9 y 93.5 respectivamente. En la ciudad de Sucre, un informe preliminar del año 2012 reporta que de 158 casos de cáncer, 106 fueron de mujeres (67%) y de éstos 31.8% fueron de cuello uterino y 16% de mama [Rodríguez Morales, J. - agosto 2010].

Un análisis comparativo realizado entre las poblaciones de las ciudades de La Paz y El Alto revela -tomando en cuenta todos los tipos de

cáncer- que la incidencia de cáncer de Cuello Uterino en la primera fue de 32.2% y de 43.8% en la segunda, esto probablemente por las condiciones de mayor pobreza y extracción social más deprimida de las mujeres de El Alto [Castro y Ríos Dalenz, 2001].

A nivel mundial, el cáncer de Cuello Uterino constituye la segunda causa de muerte en la mujer y en los últimos años se ha documentado la asociación estrecha que existe con la infección por virus papiloma humano serotipos oncogénicos y que se convierten en el principal factor de riesgo al coaccionar con otros factores inherentes al ambiente y/o al huésped. Se han descrito más de 130 serotipos capaces de infectar al ser humano y alrededor de 15 serotipos son considerados de alto riesgo oncogénico, entre estos últimos se destacan por su mayor prevalencia los serotipos 16 y 18, los cuales están relacionados con el cáncer cervical en el 70% de los casos.

La historia natural de la enfermedad nos enseña que la inmensa mayoría de las mujeres expuestas al virus papiloma desarrollan una infección transitoria, de duración variable, hasta un plazo de 2 años. En otro grupo de personas, el virus puede persistir latente por varios años denominándose infección persistente y que generalmente es producida por virus de alto riesgo oncogénico.

Últimamente se ha visto la incursión de sistemas informáticos en el área de la medicina que apoyan y ayudan a dar un diagnostico de una enfermedad determinada entre ellos podemos mencionar:

- Tesis de Grado “Sistemas Expertos para el Diagnostico y tratamiento de enfermedades neurológicas prevalentes”, se desarrollo un modelo computacional que integra una red neuronal artificial y el razonamiento basado en casos. Este modelo permite implementar Sistemas

Expertos para el diagnostico utilizado como fuente de conocimiento un conjunto representativo de problemas resueltos. (Aruni, 2008)

- Tesis de Grado “Sistemas Expertos para el Diagnostico y Tratamiento del Quiste Ovárico”, este utiliza La lógica difusa como modelo de inferencia para dar un diagnostico confiable e indicar su respectivo tratamiento. (Conde, 2009).

- Tesis de Grado “Sistemas Expertos para el Diagnostico y Tratamiento de Cáncer de Próstata”, utiliza Redes neuronales, lógica difusa para representar el conocimiento del especialista logrando que pueda inferir la red neuronal y desplegando un diagnostico e indicar su tratamiento. (Chambi, 2007).

Para ello se creara un Sistema Experto en el cual tendrá como finalidad determinar según una serie de síntomas el tipo de Cáncer de Cuello Uterino que el paciente pudiese llegar a presentar y el tratamiento que este debería seguir.

## 1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La pobreza es un factor muy importante para no acceder a un especialista.

La economía, falta de tiempo en los hogares influyen para que las personas no acudan a un especialista en ginecología, además de no dar importancia necesaria de ir a realizarse un examen cada cierto tiempo.

En algunos hospitales estatales no proveen suficiente información al paciente y si los dan son muy escasas, mas si son de condición humilde,

peor a los del área rural la dificultad es enorme tanto cultural como en la comunicación.

| Nº | CAUSA | EFECTO |
|---|---|---|
| 1 | La falta de profesionales en el área de ginecología en los centros de salud | No existe un sistema que realice el seguimiento para el control de ginecología |
| 2 | Bajo nivel de educación e información de parte de los gobiernos, profesionales y de la sociedad conjunta | Hace que las mujeres no tomen en cuenta o tengan interés acerca el cáncer de cuello uterino |
| 3 | Pocos accesos a servicios de salud ya sean públicos o privados. | Contribuye a que aparezcan otro tipo de enfermedades que inclusive causen la muerte. |

**Tabla 1.1** Relación de problemas Causa-Efecto
**Fuente:** Elaboración Propia

El principal problema que se pretende resolver con el desarrollo del presente trabajo es el siguiente:

¿El Sistema Experto de Diagnostico de Cáncer de Cuello Uterino proporcionara un diagnostico confiable en un 97 %, y brindara un tratamiento adecuado para el paciente?

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

"Desarrollar un Sistema Experto para proporcionar un diagnostico y tratamiento adecuado del Cáncer de Cuello Uterino que apoye a la toma de decisiones mediante el uso de lógica difusa basado en los síntomas y antecedentes que presente la paciente.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Teniendo los siguientes Objetivos Específicos:

- Construir el prototipo del sistema experto para el diagnostico del cáncer de Cuello Uterino el cual permitirá evaluar el sistema experto con el experto humano.
- Identificar los diversos problemas en el proceso de diagnóstico de cáncer de cuello uterino.
- Diseñar la base de conocimiento mediante lógica difusa y sus funciones correspondientes, a través del conocimiento del especialista y el ingeniero del conocimiento.
- Desarrollar una interfaz fácil de usar para el usuario
- Evaluar la confiabilidad del Sistema Experto, mediante el uso de casos reales.
- Construir la base de conocimiento mediante el árbol de decisiones para el diagnostico de Cáncer de Cuello Uterino.

## 1.5 HIPÓTESIS

"El Sistema Experto para el Diagnostico y Tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino utilizando lógica difusa proporcionara un diagnostico confiable en un 97 % para un tratamiento adecuado basado en los síntomas y antecedentes que presente el paciente".

### 1.5.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

En base a la hipótesis planteada, se puede identificar una variable independiente $V_i$, otra variable dependiente $V_d$, y una variable interviniente $V_{int}$, con la siguiente relación:

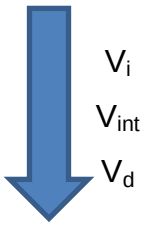


**Figura 1.1** Operacionalización de variables

**Fuente:** Elaboración Propia

## 1.6 JUSTIFICACIÓN

### 1.6.1 JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

Con el desarrollo del sistema experto se dará soporte de ayuda para realizar un diagnóstico temprano de cáncer de cuello uterino basado en los síntomas y antecedentes que presente la paciente, por ello el presente tema genera una propuesta innovadora que contribuye a la ciencia, presentando hechos reales, que sirven de alternativas para detectar de manera rápida y temprana. Este sistema será un sistema de fácil manejo y entendible por el usuario pudiendo facilitar su trabajo cubriendo sus principales necesidades laborales.

### 1.6.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En lo social, es importante, ya que el desarrollo del sistema experto ayudara en un diagnóstico temprano de un posible cáncer de cuello uterino, así se pueda detectar en etapas iníciales de esta enfermedad, se pueda dar un tratamiento adecuado y permitirá brindar una mejor atención a los pacientes y lo cual dará una mejor imagen y posicionamiento de la empresa en el sector.

### 1.6.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Desde el punto de vista económico con la inversión en el desarrollo del proyecto la institución del sector médico, podrá fácil y rápidamente aumentar los pacientes atendidos en el diagnóstico de cáncer de cuello uterino, la cual genera el incremento de sus ingresos, gracias a la mejora del proceso de atención que le brinde a los pacientes a través del uso de este sistema experto.

## 1.7 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Los métodos y técnicas utilizadas para alcanzar las metas propuestas en el desarrollo del presente proyecto son las siguientes:

El método científico que es muy importante para resolver los problemas en el área de salud aplicando diferentes principios y conceptos que clasifican la teoría a la practica, entre estas tenemos la observación, experimentación y entrevista, nuestra investigación se desarrolla bajo el método científico.

### 1.7.1 ESPECIALISTA MEDICO

La etapa contempla la búsqueda del especialista en Cáncer de Cuello Uterino. Encontrar al Experto Humano será una de las tareas mas importantes para el desarrollo del Sistema Experto, pues será el quien provea toda la información necesaria para el desarrollo del Sistema Experto aportando su conocimiento y experiencia.

## 1.8 ALCANCES y LIMITES

Existen una gran cantidad de tipos de cáncer como ser: el cáncer de Colon, cáncer de Pulmón, Cáncer del Riñón, Cáncer del Cuello uterino, Cáncer en los huesos y otros tipos de cáncer, este trabajo abarca en desarrollar el sistema experto en el diagnostico y tratamiento de forma que ayude al paciente a mejorar la situación o evolución en que se encuentre su cáncer.

El presente trabajo abarca el desarrollo de un Sistema Experto de Diagnostico Temprano de Cáncer de Cuello Uterino, que comprende el diseño y desarrollo de un sistema en base de reglas difusas para su posterior validación mediante un prototipo implementado en PHP, Mysql.

El diagnostico se realiza evaluando el nivel de gravedad de los síntomas y las pruebas adicionales presentados por el paciente con detección de cáncer de cuello uterino y obteniendo los resultados para su previo tratamiento mas optimo a seguir para el paciente.

A través del conocimiento del especialista se desarrollara y construirá un modelo que permitirá la construcción del Sistema Experto, lo que favorece al área de la ginecología y la inteligencia artificial.

Del área de informática se aplicara los conocimientos relacionados a los Sistemas Expertos, que son programas capaces de resolver problemas en un área determinada del conocimiento y que requiere de la inteligencia de un Experto humano, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos mas fácilmente

## 1.9 APORTES

El aporte del siguiente trabajo se encuentra en dar un diagnostico a los pacientes que sufren cáncer de cuello uterino por que muchas veces se comete errores en el diagnostico y esto puede comprometer las posibilidades de supervivencia del paciente así mismo se puede causar traumas psicológicos.

El diseñar una base de conocimiento con el conocimiento que tiene el especialista puede ser de mucha utilidad para que se pueda conocer mas acerca del tratamiento que se puede dar y de los medicamentos que se tienen, este sistema puede ser usado también para estudiantes de medicina que realizan la especialidad en el área de ginecología.

# CAPITULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2. MARCO TEÓRICO

En este capitulo haremos un estudio mas amplio en lo que concierne a los problemas que presenta el Cáncer de Cuello Uterino y sus características principales.

La Inteligencia Artificial y sus características, los Sistemas Expertos, su estructura y la metodología para el diseño del Sistema Experto.

### 2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia es la capacidad de generar respuestas a problemas complejos o comunes de un dominio determinado de forma sistemática.

Tener inteligencia es poseer la capacidad de aprendizaje o capacidad adaptativa, de resolver problemas no comunes o complejos en un dominio determinado de forma sistemática.

La Inteligencia Artificial estudia el comportamiento inteligente del ser humano y puede tomarse de dos puntos de vista acordes a la observación:

- **Científico**

Se refiere al estudio inteligente del comportamiento humano, y que tiene como objetivo principal, el de lograr una teoría mas aplicada de la inteligencia que explique la conducta que se va produciendo en seres naturales e inteligentes que puede ser un gran apoyo en la humanidad lo que concierne a la creación de varios entes artificiales que pueden ser capaces de alcanzar un proceder que sea de manera muy inteligente y muy capaz.

Tendremos que llegar a comprender y analizar la inteligencia humana para poder imitarla.

- **Ingeniería**

Se ocupa de los conceptos, la teoría y la parte práctica de como construir maquinas inteligentes; es decir, maquinas que resuelven problemas que coexistan que al resolverlos los seres humanos, estos sean tomados por inteligentes.

## 2.2 SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos es una de las ramas más importantes de la Inteligencia Artificial, se diría que es una de las aplicaciones mas extensas que tiene, en las últimas décadas viene cobrando un notable interés por su gran aplicabilidad de diversas áreas de la ciencia y la tecnología.

Los sistemas expertos son programas que capturan el conocimiento de un experto e imitan sus procesos de razonamiento cuando resuelven los problemas en un determinado dominio.

Un Sistema Experto es un sistema capaz de realizar una tarea que generalmente se considera que es difícil y que requiere cierto grado de experiencia humana.

Muchos de los sistemas expertos que han sido desarrollados en los últimos quince años han sido implantados como sistemas basados en reglas de producción. Una de las razones es que ciertos tipos de conocimiento experto pueden ser codificados muy fielmente como conjunto de reglas. [Frost, 1989].

Normalmente estas bases representan el conocimiento en forma de reglas que por lo regular son de forma **si – entonces**, permitiéndole contemplar el conocimiento heurístico incluyendo la intuición, el discernimiento, las inferencias y todos estos datos, no olvidemos, los

adquiere de un experto en el área. Por lo tanto los Sistemas Expertos como los Agentes Inteligentes, al tener la base de conocimiento puede razonar, hacer interfaces y determinar criterios.[Shadbolt, 1999].

## 2.3 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO

Los Sistemas Expertos son programas de computador diseñados para asistir a los expertos humanos en un dominio del mundo real, en el sentido de que sólo un experto puede resolver el problema, en tareas que requieran razonamiento. Este razonamiento se modela en un programa a partir del razonamiento del experto humano. Esto implica, sólo en el mejor de los casos, que el Sistema Experto daría las mismas prestaciones que los expertos humanos.

No sólo tiene representaciones del dominio sino que conservan a su vez representaciones de su estructura interna y funcionamiento y por tanto tienen alguna forma de autoconocimiento que les permite ya sea dar explicaciones de cómo resuelven los problemas, ya sean ampliaciones dinámicas del conocimiento.

- Interfaz usuario gráfico y de lenguaje natural, de modo que sean directamente utilizables por el experto.

- Arquitectura que separa claramente los conocimientos que usa el Sistema Experto, de los programas de inferencia y control que los maneja.

El Sistema Experto debe, además de resolver problemas, asumir otras funciones como es la de incrementar sus conocimientos, ya sea por contacto con otros expertos o por experiencia y poder así explicar el razonamiento seguido, para resolver el problema.

Estos conocimientos pueden ser de varios tipos:

- Conocimiento público: Es aquel que está dado en forma explícita y al alcance de cualquier persona que lo quiera encontrar. Es pues obtenible con relativa facilidad y podríamos describirlo como aquel que se obtendría por consulta de bibliotecas u otras formas explícitas.

- Conocimiento semipúblico: es igualmente explícito pero sólo capaz de entenderse por los ya iniciados en un dominio. Digamos que sería el obtenible en artículos especializados y actas de congresos.

- Conocimiento privado: No es explícito. Es interiorizado en los expertos; lo usan, pero difícilmente son capaces de hacerlo explícito. Es, por decirlo de alguna manera, "intuición experta" al que antes se había hecho referencia. El conocimiento privado es el fundamental para construir un Sistema Experto.

Este conocimiento sólo es obtenible después de largas sesiones entre el experto y el Ingeniero de Conocimiento, que en este caso es el encargado del diseño y conversión del conocimiento del experto en un conocimiento que sea de utilidad para que el sistema realice sus tareas.

### 2.3.1 EL EXPERTO HUMANO

Los expertos humanos son aquellos que suministran el conocimiento básico en el tema de interés, Los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el Sistema Experto pueda entender.

Por este lado se puede considerar al experto humano como el intermediario que transmite el conocimiento al sistema y el usuario que lo utiliza para resolver un problema con la eficacia del especialista.

### 2.3.2 INGENIERO DE CONOCIMIENTO

El Ingeniero de conocimiento debe ser capaz de estructurar y definir inicialmente la base de conocimiento utilizando solo una iteración mínima con el experto. El conocimiento recolectado por el Ingeniero de conocimiento debe ser lo mas preciso y completo posible.

### 2.3.3 ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO

Este punto se refiere a poder realizar el control mas ordenado y con la intención de detectar todas las imperfecciones y errores que existen para así poder corregir las mismas.

### 2.3.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO

El conocimiento abstracto se encarga de albergar los datos propios que corresponden a los problemas que se desea tratar. Con la ayuda del sistema, la cual es una especie de memoria de trabajo.

La base de hechos puede desempeñar el papel de una memoria auxiliar, la memoria de trabajo memoriza todos los resultados intermedios de los diferentes procesos que se llevan a cabo permitiendo conservar el rastro de los razonamientos llevados a cabo.

### 2.3.5 BASE DE CONOCIMIENTO (B.C.)

Hay que saber diferenciar entre los datos y los conocimientos. El conocimiento se refiere a afirmaciones de una validez general, tales como las reglas, distribuciones de probabilidad, etc.

Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular. En si contiene los elementos de conocimiento que se consideran

necesarios para resolver un determinado problema, lo que equivaldría a los algoritmos en programación algorítmica.

### 2.3.6 BASE DE DATOS (B.D.)

En ella se encuentra la información relevante del problema que se está tratando. Su contenido va variando según se va aplicando el conocimiento contenido en la base de conocimiento. En cada instante contendrá una descripción de la situación en la que se encuentra el proceso de resolución del problema. Corresponde a las variables, ficheros, bases de datos, de la programación algorítmica.

### 2.3.7 MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia se lo considera como el programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el Sistema Experto. Utilizando los datos que vayamos introduciendo, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución.

#### 2.3.7.1 MECANISMO DE RAZONAMIENTO

Cuando ya contamos con el conocimiento y se lo ha presentado, se necesita un mecanismo de razonamiento para obtener conclusiones a partir de la base de conocimientos, para las reglas **“Si - Entonces”**.

#### 2.3.7.2 REGLAS DE INFERENCIA

Para que las reglas de producción se utilicen tomamos los mecanismos de inferencia. Estos mecanismos de inferencia evalúan las reglas y el conocimiento en hechos que se pueden mostrar a continuación.
Existen dos formas básicas de evaluación de reglas:

A.- Encadenamiento hacia adelante.

B.- encadenamiento hacia atrás.

**A.- Encadenamiento hacia adelante.** Estrategia de inferencia que a partir de un conjunto de hechos, deriva nuevos hechos utilizando reglas cuya premisa coinciden con los hechos conocidos. Los hechos de la base de datos global (base de hechos), son considerados como disparadores de las reglas, son hechos establecidos. La exploración de las reglas en estas condiciones corresponde a un razonamiento, desde los hechos hacia los objetivos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no pueden obtenerse nuevos hechos.
(Russell y Norving 2004).

El motor de inferencia parte delos hechos para llegar a los resultados, es decir, no selecciona mas que reglas que verifiquen las condiciones de la parte izquierda (fase de detección filtrado).

La eficacia del motor de inferencia reside en la pertinencia de la decisión tomada (regla elegida) durante la fase de elección.

La regla elegida condiciona la rapidez con la que el sistema llegara a la solución lo cual determinara la eficacia del motor de inferencia.
Sin embargo, esta forma de razonamiento posee diversos inconvenientes:

- El sistema activa todas las reglas aplicables incluso aunque algunas no ofrezcan ningún interés.
- La base de hechos debe contener el suficiente número de hechos iniciales para que el sistema pueda llegar a una solución.
- Los usuarios deben suministrar al Sistema Experto todas las informaciones que poseen, incluso aunque algunas sean inútiles.

- En caso de rechazo, un solo hecho podría permitir llegar al objetivo, pero el usuario no esta informado, puesto que el proceso no es interactivo.
- Este método corre el riesgo de caer en la explosión combinatoria si el número de reglas y de hechos es importante, y sobre todo si el objetivo a alcanzar no es conocido, pues es necesario aplicar todas las reglas requeridas para reducir todo lo que se puede deducir. Tanto más motores de inferencia que razonan con encadenamiento hacia adelante trabajan con búsqueda en amplitud (aplicación de todas las reglas aplicables en un momento dado).

**B.- Encadenamiento hacia atrás.-** Comenzamos proponiendo una solución hipótesis del problema, entonces el algoritmo navega hacia atrás a través de las reglas en búsqueda de una conclusión que confirme dicha hipótesis. Si no se obtiene ninguna conclusión con la información existente, entonces el algoritmo fuerza a preguntar al usuario en busca de nueva información sobre los elementos que son relevantes para obtener información sobre la hipótesis objetivo. [Russell y Norving 2004].

El motor de inferencia parte de los hechos para llegar a los resultados, es decir no selecciona mas que reglas que verifiquen las condiciones de la parte izquierda (fase de detección filtrado).

Este proceso se repite hasta que todos los sub objetivos se hayan demostrado, o se alcance el objetivo final o hasta que no exista la posibilidad de seleccionar mas reglas.

La estrategia empleada es muy simple, puesto que consiste en utilizar la primera regla aplicable, en su orden de numeración para intentar a continuación, verificar uno tras otro los sub objetivos producidos (exploración con búsqueda en profundidad).

La exploración puede detenerse:

- Cuando el objetivo inicial se demuestra.
- Cuando se han explorado sin éxito todas las posibilidades.

El sistema puede entonces, consultar al usuario sobre los sub objetivos no resueltos.

El razonamiento hacia atrás tiene algunas ventajas:

- El sistema plantea cuestiones únicamente cuando es necesario y después de haber explorado todas las posibilidades.
- El árbol de búsqueda es normalmente mas pequeño que en el caso de encadenamiento hacia adelante.

Uno de los riesgos del encadenamiento hacia atrás es el meterse en un bucle: para demostrar A hay que demostrar B, para demostrar B hay que demostrar A.

### 2.3.8 INTERFAZ DE USUARIO

Es el componente que permite a una persona interactuar con el Sistema Experto. Ha de ser fácil de usar por personal no especializado. Debe interactuar principalmente con el motor de inferencia y con la base de datos para poder introducir el estado inicial y los intermedios que se pueden ir produciendo.

### 2.3.9 CONOCIMIENTO POCO PRECISO

Cuando tenemos el conocimiento abstracto no esta definido de forma determinista o con total certeza, componentes aleatorios o información de tipo difusa. Es necesaria una base de conocimientos especial que permite almacenar este tipo de información.

### 2.3.10 APRENDIZAJE DE LA EXPERIENCIA

Se considera el aprendizaje de un sistema experto cuando, se lo forma en base a reglas según la base de conocimientos, es denominado aprendizaje estructural o si utiliza probabilidades se diría que tienen un aprendizaje perímetro.

### 2.3.11 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Se pueden clasificar a los Sistemas Expertos de acuerdo al tipo de conocimiento que se utiliza:

- Sistemas Expertos Basado en Reglas, se puede decir que la construcción de la fase de conocimiento es en base a las reglas, lo cual en algunos casos se elabora sencillamente la explicación de las conclusiones es simple. El motor de inferencia se realiza con algoritmos complejos, lo que se dice que es relativamente lento, también se puede decir que el aprendizaje estructural es complejo.
- Sistemas Expertos Basado en Probabilidades, se dice que la construcción de la base de conocimiento se lo hace en base a frecuencias, lo cual requiere de mucha y variada información, la explicación de las conclusiones puede llegar a ser un poco mas complejas.

Tenemos que emplear el conocimiento basado en reglas, por que la información que vamos a contar es de tipo determinístico. Ya que se ira recabando datos históricos, de proyectos que fracasaron así como de lo que lograron superar los obstáculos en las etapas iniciales del desarrollo de software.

## 2.4 FASES PARA DESARROLLAR UN SISTEMA EXPERTO

Para poder realizar un mejor desarrollo del Sistema Experto, se hará uso de la Metodología de Buchanan, las cuales nos dará toda las pautas necesarias para el apropiado desarrollo del Sistema Experto como también de la misma manera nos permitirá una correcta documentación en todo el proceso de desarrollo de un Sistema Experto [Martínez, 2009].

### 2.4.1 IDENTIFICACIÓN

Aquí se abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que este dispuesto a colaborar en la construcción del sistema, como también la definición de cuales son las funciones o tareas mas idóneas para ser realizadas por el sistema experto.

Estas tareas son importantes para determinar que lenguaje y que sistema se usara. El ingeniero de conocimiento debe sentirse razonablemente cómodo respecto del dominio del problema, como para conversar inteligentemente con el experto.

En síntesis se identifican: los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento, los objetivos y metas.

### 2.4.2 CONCEPTUALIZACIÓN

Se analizan los conceptos vertidos por el experto de campo con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente.

Significa que por medio de entrevistas con el experto, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto de campo y el ingeniero de conocimiento definen el alcance del sistema experto, es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto.

### 2.4.3 FORMALIZACIÓN

Una vez definido adecuadamente el problema el ingeniero de conocimiento empieza a determinar los principales conceptos del dominio que se requieren para realizar cada una de las tareas que va a resolver el sistema. Esto es para que la tarea de definición del sistema experto y para mantener una adecuada documentación del mismo, ya que es útil para la tarea de diseño, construcción y para posteriores modificaciones del sistema. El ingeniero de conocimiento debe prestar atención al experto de campo para encontrar la estructura básica que el experto utiliza para resolver el problema.

Esta formada por una series de mecanismos organizativos que el experto de campo usa para manejarse en ese dominio. Esta estructura básica de organización del conocimiento le permite al experto realizar ciertos tipos de inferencia.

El ingeniero de conocimiento además debe reconocer las estrategias básicas que usa el experto cuando desarrolla su tarea, que hechos establece primero, que tipo de preguntas realiza primero, si define supuestos inicialmente sin bases con información tentativa, como determina el experto que pregunta debe usar para refinar sus suposiciones y en que orden el experto prosigue con cada sub tarea y si ese orden varia según el caso.
La estructura del conocimiento indica que tareas y términos esta usando y la estrategia indica como y cuando el sistema experto debe establecerlas.

### 2.4.4 IMPLEMENTACIÓN

El ingeniero de conocimiento debe formalizar el conocimiento obtenido del experto. Esta tarea implica definir que arquitectura permitirá una mejor organización del conocimiento. Es necesario elegir la organización, lenguaje y medio ambiente de programación adecuados para la aplicación particular.

Se definen los conceptos primitivos, con la forma de representación elegida. Este es el primer paso hacia la implementación del prototipo.

El ingeniero de conocimiento deberá a medida que se desarrolla el prototipo seguir lo siguiente:

1) Que el formalismo usado sea el apropiado para reflejar los conceptos y el proceso de inferencia del experto.
2) Que las características particulares de construcción del lenguaje capturen exactamente los aspectos estructurales más importantes de los conceptos usados por el experto.
3) Que la estructura del control del lenguaje al activar las reglas refleje la estrategia usada por el experto.
4) Que las reglas reflejen asociaciones y métodos que:
    - Son los usados por el experto.
    - Son modelos aceptables de dichos métodos.

El ingeniero de conocimiento puede presentar las reglas definidas y en ocasiones los resultados obtenidos al usar las reglas, para que el experto manifieste su opinión sobre la representación y soluciones.

### 2.4.5 COMPROBACIÓN

En esta última fase del Sistema Experto, es poner a prueba con el fin de corregir los posibles errores e incluso podemos rediseñar la base del conocimiento o reformulación del problema. También es habitual realizar una evaluación global del comportamiento del programa.

### 2.4.6 REVISIÓN DEL PROTOTIPO

Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento dela base de conocimiento y la estructura delas inferencias, verificándose el desempeño del sistema.

## 2.5 LÓGICA DIFUSA

El término Lógica Difusa fue utilizado por primera vez en 1974 por Lofti A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkele. Actualmente se utiliza en un amplio sentido, agrupando la teoría de conjunto difusos, reglas **si-entonces**, aritmética difusa, cuantificadores.

Fue presentada como una forma de procesamiento de información en la que los datos podrían tener asociados un grado de pertenencia parcial a conjuntos. Fue a mediados de los 70 cuando esta teoría se aplicó a los sistemas de control (cuando los pequeños ordenadores empotrados tuvieron suficiente potencia como para permitir su ejecución).

El concepto de conjunto difuso permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con lógica precisa.

Como indica Zadeh, **"Cuando aumenta la complejidad, los enunciados precisos pierden su significado y los enunciados útiles pierden precisión**.", que puede resumirse como que "**los árboles no te dejan ver el bosque**".

La lógica difusa está teniendo, por lo tanto, bastante éxito en su utilización sobre los sistemas de control, aplicación que ya podría considerarse como rutinaria. Sin embargo, los investigadores buscan nuevos campos de aplicación de esta técnica.

La Lógica Difusa proporciona un mecanismo de inferencia que permite simular los procedimientos de razonamiento humano en sistemas basados en el conocimiento. La teoría de la lógica difusa proporciona un marco matemático que permite modelar la incertidumbre de los procesos cognitivos humanos de forma que pueda ser tratable por un computador. En este

capítulo se describirán los fundamentos y características de este mecanismo de representación de la incertidumbre.

### 2.5.1 INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA DIFUSA

En este documento trataremos de explicar una de las disciplinas matemáticas con mayor número de seguidores, la lógica difusa o borrosa.

Recientemente, la cantidad y variedad de aplicaciones de la lógica difusa han crecido considerablemente. La lógica difusa es una lógica alternativa a la lógica clásica que pretende introducir un grado de vaguedad en las cosas que evalúa. En el mundo en que vivimos existe mucho conocimiento ambiguo e impreciso por naturaleza. El razonamiento humano con frecuencia actúa con este tipo de información. La lógica difusa fue diseñada precisamente para imitar el comportamiento del ser humano.

La lógica difusa se puede aplicar en procesos demasiado complejos, cuando no existe un modelo de solución simple o un modelo matemático preciso. Es útil también cuando se necesite usar el conocimiento de un experto que utiliza conceptos ambiguos o imprecisos. De la misma manera se puede aplicar cuando ciertas partes de un sistema a controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma confiable y cuando el ajuste de una variable puede producir el desajuste de otras. No es recomendable utilizar la lógica difusa cuando algún modelo matemático ya soluciona eficientemente el problema, cuando los problemas son lineales o cuando no tienen solución

Un ejemplo para entender mejor el concepto de la lógica difusa o borrosa puede ser que una persona,  no es simplemente alta o baja, sino que depende de si esta por encima o por debajo de ciertas alturas la graduaremos de una u otra forma.

Una vez explicado este concepto, uno puede darse de cuenta que la lógica difusa o borrosa esta enraizada con la mayor parte de nuestros modos de pensar y de hablar, otra cosa es la valoración que cada persona haga a esa borrosidad existente.

Aunque ya se ha podido entender el concepto, antes de su admisión total deberán estudiarse:

- Los antecedentes históricos del concepto.
- La posibilidad de construcción de un lenguaje formal infinito valuado.
- Las consecuencias filosóficas y prácticas.

### 2.5.2 CONJUNTOS DIFUSOS

Zadeh propone en 1965 por primera vez la noción de **Conjunto Difuso**. Este hecho marca el principio de una nueva teoría denominada Teoría de Conjuntos Difusos.

La lógica difusa permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con información precisa. El problema principal surge de la poca capacidad de expresión de la lógica clásica.

Los conjuntos clásicos surgen por la necesidad del ser humano de clasificar objetos y conceptos. Estos conjuntos pueden definirse como un conjunto bien definido de elementos o mediante una función de pertenencia μ que toma valores de 0 ó 1 de un universo en discurso para todos los elementos que pueden o no pertenecer al conjunto.

Un conjunto clásico se puede definir con la función de pertenencia mostrada en la ecuación

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \notin A \\ 1 & \text{si } x \in A \end{cases}$$

La necesidad de trabajar con conjuntos difusos surge del hecho que existen conceptos que no tienen límites claros. Un conjunto difuso se encuentra asociado por un valor lingüístico que está definido por una palabra, etiqueta lingüística o adjetivo. En los conjuntos difusos la función de pertenencia puede tomar valores del intervalo entre 0 y 1, y la transición del valor entre cero y uno es gradual y no cambia de manera instantánea como pasa con los conjuntos clásicos.

Un conjunto difuso en un universo en discurso pude definirse como lo muestra la ecuación:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in U\}$$

Donde μA(x) es la función de pertenecía de la variable x, y U es el universo en discurso.

Cuando mas cerca este la pertenencia del conjunto A al valor de 1, mayor será la pertenencia de la variable x al conjunto A.

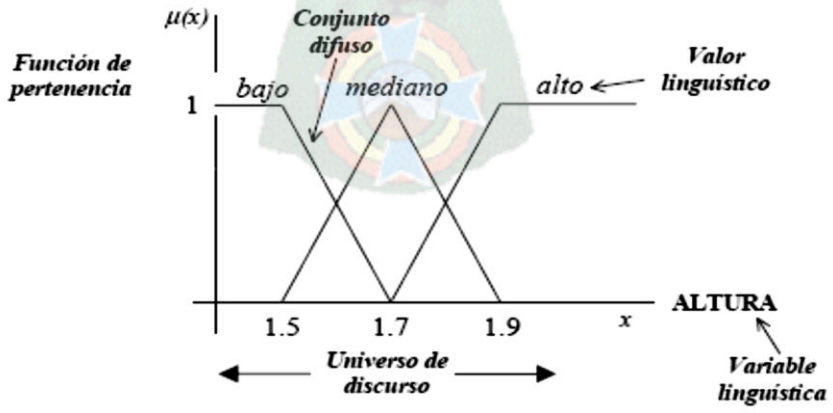


**Figura. 2.1** Diagrama de conjuntos difusos

**Fuente:** [Vargas, 2009]

### 2.5.3 FUNCIONES DE PERTENENCIA

Se puede decir que la función de pertenencia o característica proporciona una medida de grado muy similar a la de un elemento U con el conjunto difuso. La forma de una función de pertenencia utilizada, depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y puede variar en función de la cultura, geografía, época o punto de vista del usuario, la única condición que debe cumplir una función de pertenencia es que tome valores entre 0 y 1, con continuidad [Vargas, 2009].

### 2.5.4 VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Cuando una variable toma números para ser sus valores, se tienen un gran marco de trabajo bien formulado matemáticamente, pero cuando una variable toma palabras como sus valores no se tiene un marco de trabajo formal matemáticamente.

De aquí el concepto de variable lingüística se va introduciendo, si una variable puede tomar palabras en lenguaje natural como sus valores, esta es la llamada variable lingüística [Rolston, 1998].

Para representar el conocimiento en razonamiento aproximado tenemos que utilizar variables lingüísticas. Una variable lingüística es aquella cuyos valores son palabras o sentencias en un lenguaje natural o artificial. De esta forma, una variable lingüística sirve para representar cualquier elemento que sea demasiado complejo, o del cual no tengamos una definición concreta; es decir, lo que no podemos describir en términos numéricos.

Así, una variable lingüística está caracterizada por una quíntupla:

$$(X; T(_X); U; G; M)$$

- X es el nombre de la variable.
- $T(_X)$ es el conjunto de términos de X; es decir, la colección de sus valores lingüísticos (o etiquetas lingüísticas).
- U es el universo del discurso (o dominio subyacente). Por ejemplo, si la hablamos de temperatura “Cálida” o “Aproximadamente”, el dominio subyacente es un dominio numérico (los grados centígrados).
- G es una gramática libre de contexto mediante la que se generan los términos en $T(_X)$, como podrían ser ”muy alto”, ”no muy bajo”, ...
- M es una regla semántica que asocia a cada valor lingüístico de X su significado $M(_X)$ ($M(_X)$ denota un subconjunto difuso en U).

Los símbolos terminales de las gramáticas incluyen:

- **Términos primarios**: “bajo”, “alto”,...
- **Modificadores**: “Muy”, “más”,”menos”,”cerca de”,...
- **Conectores lógicos**: Normalmente NOT, AND y OR.

Normalmente se definen los conjuntos difusos de los términos primarios y, a partir de éstos, se calculan los conjuntos difusos de los términos compuestos (por ejemplo, con “muy” y “alto” construimos el término compuesto “muy alto”). Una etiqueta lingüística se forma como una sucesión de los símbolos terminales de la gramática: “Muy alto, no muy bajo...”.

Un uso habitual de las variables lingüísticas es en reglas difusas.

**Ejemplo:** IF duración-examen IS larga THEN probabilidad-aprobar IS small.

Por ejemplo, la variable lingüística velocidad podrías incluir conjuntos difusos como muy lento, lento, medio, rápido, muy-rápido.

Naturalmente cada uno de estos conjuntos representa un valor lingüístico que puede tomar la variable.

### 2.5.5 INFERENCIA DIFUSA

La inferencia difusa puede definirse como el proceso de obtener un valor de salida para un valor de entrada empleando la teoría de conjuntos difusos. Existen dos tipos de inferencia: el modelo de Mamdani y el de TSK (Takagi, Sugeno y Kang).

Se llama reglas difusas al conjunto de proposiciones IF-THEN que modelan el problema que se quiere resolver. Una regla difusa simple tiene la forma:

**“si u es A entonces v es B“**

dónde A y B son conjuntos difusos definidos en los rangos de “u” y “v” respectivamente.

Una regla expresa un tipo de relación entre los conjuntos A y B cuya función característica sería (*x*, *y*) A®B m y representa lo que conocemos como implicación lógica.

La elección apropiada de esta función característica esta sujeta a las reglas de lógica proposicional [Vargas, 2005].

#### 2.5.5.1 INFERENCIA DE MAMDANI

Es posiblemente el método más ampliamente utilizado, propuesto por Ebrahim Mamdani en 1975. El proceso se realiza en cuatro pasos:

1. Fuzzificación de las variables de entrada.
2. Evaluación de las reglas.

3. Agregación de las salidas de las reglas.
4. Defuzzificación.

Veamos a continuación las etapas de inferencia

- **Fuzzificación**. El primer paso consiste en tomar los valores de las entradas y determinar el grado de pertenencia de estas entradas a los conjuntos difusos asociados. El valor naturalmente estará limitado en el universo del discurso de la variable. En nuestro caso, x e y estarán limitadas al universo del discurso de X e Y respectivamente.

- **Evaluación de Reglas** Tomamos las entradas anteriores y se aplican a los antecedentes de las reglas difusas. Si una regla tiene múltiples antecedentes, se utiliza el operador AND u OR para obtener un único número que represente el resultado de la evaluación. Este número (el valor de verdad) se aplica al consecuente.

- **Agregación de las salidas** La agregación es el proceso de unificación de las salidas de todas las reglas; es decir, se combinan las funciones de pertenencia de todos los consecuentes previamente recortados o escalados, combinando para obtener un único conjunto difuso por cada variable de salida.

- **Defuzzificación** El resultado final habitualmente es necesario expresarlo mediante un valor en esta etapa se toma como entrada el conjunto difuso anteriormente obtenido para dar un valor de salida. Existen varios métodos de defuzzificación, pero probablemente el más ampliamente usado es el **centroide**; que calcula el punto donde una línea vertical divide el conjunto en dos áreas con igual masa.

### 2.5.5.2 REGLAS DIFUSAS

Una regla difusa base es un conjunto de reglas **SI-ENTONCES** que pueden ser expresadas de la siguiente forma:

$$\mathbf{R_m: SI\ u_1\ es\ A_{1m}}\ y\ \mathbf{u2\ es\ A_{2m}}\ y\mathbf{\ldots\ up\ es\ A_{pm},}$$

entonces **v** es **Bm** con m = 1,2,…,M

Y donde $A_{im}$ y $B_m$ son conjuntos difusos en $U_i$ÌÂ (números reales) y $V_{ÎÂ}$ respectivamente**:**

$$\mathbf{u = (u_1, u_2,\ldots, un)\ \hat{I}\ U_1\ x\ U_2\ x\ldots\ x\ U_n}$$

$$\mathbf{v\hat{I}_V,\ y\ x = x_1, x_2, \ldots, x_n\ \hat{I}\ U\ e\ y\ \hat{I}\ V}$$

son los valores numéricos concretos de u y v, también respectivamente.

Vemos que esta regla tiene además la particularidad de que es una regla multiantecedente; este tipo de reglas, que combina varias variables en el antecedente, es el más utilizado en el diseño de sistemas difusos. Un sistema difuso estará formado por varias reglas difusas base con diferentes consecuentes, ya que una regla con multiantecedente y multiconsecuente siempre podrá ser descompuesta en un conjunto de reglas base con multiantecedente pero un solo consecuente.

Existen dos caminos para obtener el conjunto de reglas correspondiente a un conjunto de datos numéricos:

- Dejar que los datos establezcan los conjuntos difusos que aparecen en los antecedentes y los consecuentes

- Predefinir los conjuntos difusos para antecedentes y consecuentes y luego asociar los datos a esos conjuntos

Para llegar a obtener el conjunto completo de reglas que modelan un problema se puede partir de considerar todas las combinaciones de reglas Pt que es posible establecer teóricamente, entre el número de antecedentes p y el número de conjuntos difusos de entrada $A_p$ considerados para cada antecedente. Así, para cada consecuente, el número teórico de reglas posibles será:

**Pt = P An** para **n = 1....p;**

Sin embargo entre estas Pt reglas teóricamente posibles para cada consecuente, habrá algunas que no tengan sentido físico y otras que no se ajusten a las características del problema a resolver. Se deberá pues seleccionar, de entre todas las reglas posibles, el conjunto de reglas más adecuadas al problema que se considera [Vargas, 2009].

#### 2.5.5.3 IMPLICACIÓN DIFUSA

El conectivo lógico ENTONCES representa la implicación entre antecedente y consecuente, para que se cumpla la equivalencia entre lógica proposicional o clásica y lógica difusa, se debe traducir por una t-norma, cuyos representantes más utilizados en el ámbito de la ingeniería son el mínimo y el producto algebraico ya que preservan la relación causa-efecto y el sentido físico.

En cada regla, la implicación se realiza de la siguiente manera:

- Si se elige el operador mínimo para realizar la implicación: ( ) = * *y* $B_m$ m mín. {”escalar resultado del antecedente”, (y) m $B_m$}

Es decir, el escalar resultante del antecedente modifica el conjunto difuso de salida (su función característica) y pasa de ser B a ser B*.

- Si se elige el operador producto

m prod {”escalar resultado del antecedente”, (*y*) m B m }

Cada regla define una superficie de implicación: para cada posible valor del antecedente, se puede obtener el conjunto difuso que resulta de realizar la implicación; la superposición de todos estos conjuntos difusos forma la superficie de implicación de esa regla. Todas las reglas que tienen el mismo consecuente, (elegido un operador para realizar la implicación), definirán la misma superficie de implicación ya que la superficie se construye para todos los valores que puede tomar el antecedente. Al particularizar la implicación para el antecedente resultante de cada regla, se obtiene el resultado concreto de esa regla, representado en la superficie de implicación por la intersección de esta superficie con el plano vertical que pasa por el valor del antecedente.

## 2.6 CÁNCER DE CUELLO UTERINO

### 2.6.1 ¿QUÉ ES EL CÁNCER?

El cuerpo está compuesto por millones de millones de células vivas. Las células normales del cuerpo crecen, se dividen para crear nuevas células y mueren de manera ordenada. Durante los primeros años de vida de una persona, las células normales se dividen más rápidamente para permitir el crecimiento. Una vez que se llega a la edad adulta, la mayoría de las células sólo se dividen para remplazar a las células desgastadas o a las que están muriendo y para reparar lesiones.

El cáncer se origina cuando las células en alguna parte del cuerpo comienzan a crecer de manera descontrolada. Existen muchos tipos de cáncer, pero todos comienzan debido al crecimiento sin control de unas células anormales.

El crecimiento de las células cancerosas es diferente al crecimiento de las células normales. En lugar de morir, las células cancerosas continúan creciendo y forman nuevas células anormales. En la mayoría de los casos, las células cancerosas forman un tumor. Las células cancerosas pueden también invadir o propagarse a otros tejidos, algo que las células normales no pueden hacer. El hecho de que crezcan sin control e invadan otros tejidos es lo que hace que una célula sea cancerosa.

Las células se transforman en células cancerosas debido a una alteración en el ADN. El ADN se encuentra en cada célula y dirige todas sus actividades. En una célula normal, cuando se altera el ADN, la célula repara la alteración o muere. Por el contrario, en las células cancerosas el ADN alterado no se repara, y la célula no muere como debería. En lugar de esto, esta célula persiste en producir más células que el cuerpo no necesita. Todas estas células nuevas tendrán el mismo ADN alterado que tuvo la primera célula anormal.

Las personas pueden heredar un ADN alterado, pero con más frecuencia las alteraciones del ADN son causadas por errores que ocurren durante la reproducción de una célula normal o por algún otro factor del ambiente. Algunas veces, la causa del daño al ADN es algo obvio, como el fumar cigarrillos. No obstante, es frecuente que no se encuentre una causa clara.

Las células cancerosas a menudo se trasladan a otras partes del organismo donde comienzan a crecer y a formar nuevos tumores que

remplazan al tejido normal. Ocurre cuando las células cancerosas entran al torrente sanguíneo o a los vasos linfáticos de nuestro organismo.

Independientemente del lugar hacia el cual se propague el cáncer, siempre se le da el nombre (y se trata) según el lugar donde se originó. Por ejemplo, el cáncer de seno que se extiende al hígado sigue siendo cáncer de seno, y no cáncer de hígado. Asimismo, el cáncer de seno que se extendió a los huesos sigue siendo cáncer de seno, y no cáncer de huesos.

Los diferentes tipos de cáncer se pueden comportar de manera muy distinta. Cada tipo de cáncer crece a velocidad distinta y responde a distintos tratamientos. Por esta razón, las personas con cáncer necesitan un tratamiento que sea específico para el tipo particular de cáncer que les afecta.

No todos los tumores son cancerosos. A los tumores que no son cancerosos se les llama tumores *benignos*. Los tumores benignos pueden causar problemas, ya que pueden crecer mucho y ocasionar presión en los tejidos y órganos sanos. Sin embargo, estos tumores no pueden crecer (invadir) hacia otros tejidos. Debido a que no pueden invadir otros tejidos, tampoco se pueden propagar a otras partes del cuerpo. Estos tumores casi nunca ponen en riesgo la vida de una persona.

### 2.6.2 ¿QUE ES EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO?

El cáncer de cuello uterino 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*. El feto crece en el cuerpo del útero (la parte superior). El cuello uterino conecta el cuerpo del útero con la vagina (el canal por donde nace el bebé). La parte del cuello uterino más cercana al cuerpo del útero se llama *endocérvix*. La parte próxima a la vagina, es el exocérvix

(o ectocérvix). Los dos tipos principales de células que cubren el cuello del útero son las células escamosas (en el exocérvix) y las *células glandulares (en el* 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 y si da a luz.

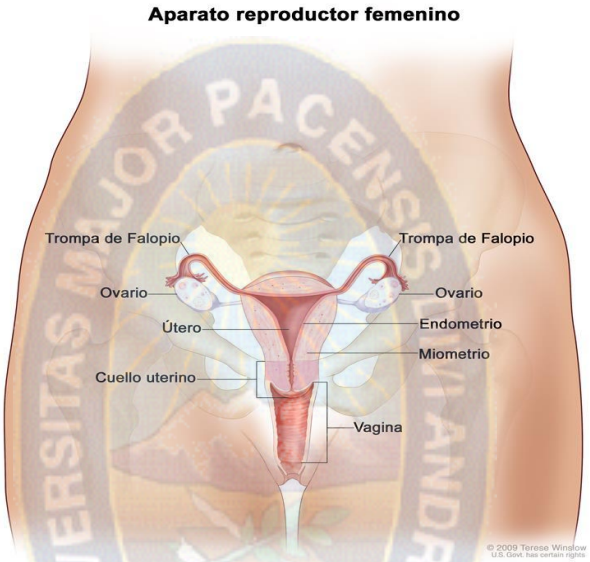


**Figura. 2.2** Anatomía del aparato reproductor femenino

**Fuente:** [CIES, 2015]

La mayoría de los cánceres de cuello uterino se originan en las células de la zona de transformación. Estas células no se tornan en cáncer de repente, sino que las células normales del cuello uterino primero se transforman gradualmente con cambios precancerosos, los cuales se convierten en cáncer. Los doctores usan varios términos para describir estos cambios precancerosos, incluyendo neoplasia intraepitelial cervical (CIN, por sus siglas en inglés), lesión intraepitelial escamosa (SIL) y displasia. Estos cambios se pueden detectar mediante la prueba de Papanicolaou y se pueden tratar para prevenir el desarrollo de cáncer.

Los cánceres de cuello uterino y los precánceres se clasifican de acuerdo con el aspecto que presentan bajo el microscopio. Los dos tipos más comunes de cánceres de cuello uterino son el *carcinoma de células escamosas* y el *adenocarcinoma*.

La mayoría (9 de 10 casos) de los cánceres de cuello uterino son carcinomas de células escamosas. Estos cánceres se originan de células en el exocérvix y las células cancerosas tienen características de las células escamosas cuando se observan con un microscopio. Los carcinomas de células escamosas se originan con mayor frecuencia en la zona de transformación (donde el exocérvix se une al endocérvix).

Con menor frecuencia, el cáncer de cuello uterino tiene características tanto de los carcinomas de células escamosas como de los adenocarcinomas. Estos tumores se llaman *carcinomas adenoescamosos* o carcinomas mixtos.

Aunque los cánceres cervicales se originan de células con cambios precancerosos, sólo algunas de las mujeres con precánceres de cuello uterino padecerán cáncer. Por lo general toma varios años para que un pre cáncer de cuello uterino cambie a cáncer de cuello uterino, aunque esto puede ocurrir en menos de un año. En la mayoría de las mujeres, las células precancerosas desaparecerán sin tratamiento alguno. Aun así, en algunas mujeres los precánceres se convierten en cánceres verdaderos (invasivos). El tratamiento de todos los precánceres de cuello uterino puede prevenir casi todos los cánceres verdaderos.

### 2.6.3 LAS CAUSAS DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO

En los últimos años, los científicos han progresado mucho en el conocimiento de lo que ocurre en las células del cuello uterino cuando se

origina el cáncer. Además, han identificado varios factores de riesgo que aumentan las probabilidades de que una mujer pueda padecer cáncer de cuello uterino.

El desarrollo de las células humanas normales depende principalmente de la información contenida en los cromosomas de las células. Los cromosomas son moléculas grandes de ADN (conocido en inglés como DNA). El ADN es la estructura química que porta las instrucciones para casi todo lo que hacen nuestras células. Por lo general nos parecemos a nuestros padres porque ellos son la fuente de nuestro ADN. Sin embargo, el ADN afecta algo más que nuestra apariencia externa.

Algunos genes (contenedores de nuestro ADN) tienen las instrucciones para controlar cuándo crecen y se dividen nuestras células. Ciertos genes que promueven la división celular se denominan *oncogenes*. Otros que retardan la división celular o que hacen que las células mueran en el momento apropiado se llaman *genes supresores de tumores*. Los cánceres pueden ser causados por mutaciones (defectos en los genes) del ADN que activan a los oncogenes o desactivan a los genes supresores de tumores.

El Virus de Papiloma Humano (VPH) causa la producción de dos proteínas conocidas como E6 y E7, las cuales desactivan a algunos genes supresores de tumores. Esto podría permitir que las células que recubren el cuello uterino crezcan demasiado y desarrollen cambios en genes adicionales, lo que en algunos casos causará cáncer.

Sin embargo, el VPH no explica completamente qué causa el cáncer de cuello uterino. La mayoría de las mujeres con VPH no padecen cáncer de cuello uterino, y otros factores de riesgo (como fumar e infección con VIH)

influyen en qué mujeres expuestas a VPH son más propensas a padecer cáncer de cuello uterino.

### 2.6.4 SÍNTOMAS DEL CÁNCER DE CUELLO UTERINO

Las mujeres con cánceres de cuello uterino en etapa temprana y precánceres usualmente no presentan síntomas. Los síntomas a menudo no comienzan hasta que un cáncer se torna invasivo y crece hacia el tejido adyacente. Cuando esto ocurre, los síntomas más comunes son:

- Sangrado vaginal anormal, tal como sangrado después del coito vaginal, sangrado después de la menopausia, sangrado y manchado entre periodos y periodos menstruales que duran más tiempo o con sangrado más profuso de lo usual. También puede ocurrir sangrado después de una ducha vaginal o después del examen pélvico.

- Una secreción vaginal inusual (la secreción puede contener algo de sangre y se puede presentar entre sus periodos o después de la menopausia).

Otros síntomas que se presentan son:

- Pérdida del apetito.
- Pérdida de peso
- Fatiga
- Dolor pélvico
- Descarga vaginal acuosa
- Dolor en las piernas
- Fiebre
- Inflamación en una sola pierna
- Frecuencia y urgencia de orinar

- Hemorragia postcoito.
- Deshidratación
- Hinchazón en los ganglios inguinales
- Boca muy seca
- Estreñimiento
- Cambios en la menstruación
- Escalofríos
- Astenia (Falta de ganas de hacer las cosas)
- Descarga vaginal acuosa
- El sangrado después de una ducha vaginal o después del examen pélvico
- Sangrado o secreción inusual
- Anemia
- Sangrado después de la menopausia
- Secreción vaginal continua, que puede ser pálida, acuosa, rosada, marrón o de olor fétido
- Sangrado vaginal anormal entre períodos,
- Hipertensión (presión sanguínea alta).

Estas señales y síntomas también pueden ser causados por otras condiciones que no son cáncer de cuello uterino. Por ejemplo, una infección puede causar dolor o sangrado.

### 2.6.5 DIAGNOSTICO DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO

Se pueden utilizar los siguientes procedimientos:

- **Examen físico y antecedentes** : examen del cuerpo para revisar el estado general de salud, como identificar cualquier signo de enfermedad, como nódulos o cualquier otra cosa que parezca inusual. También se toman datos sobre los hábitos de salud del

paciente, así como los antecedentes de enfermedades y los tratamientos aplicados en cada caso.

- **Examen pélvico** : examen de la vagina, el cuello uterino, útero, las trompas de Falopio, los ovarios y el recto. El médico o el enfermero introducen uno o dos dedos cubiertos con guantes lubricados en la vagina, mientras que con la otra mano ejerce una ligera presión sobre la parte inferior del abdomen para palpar el tamaño, la forma y la posición del útero y los ovarios. También se introduce un espéculo en la vagina y el médico o el enfermero observan la vagina y cuello uterino para detectar signos de enfermedad. Habitualmente se lleva a cabo una prueba de Papanicolaou del cuello uterino. El médico o el enfermero también introduce un dedo enguantado y lubricado en el recto para palpar masas o áreas anormales.

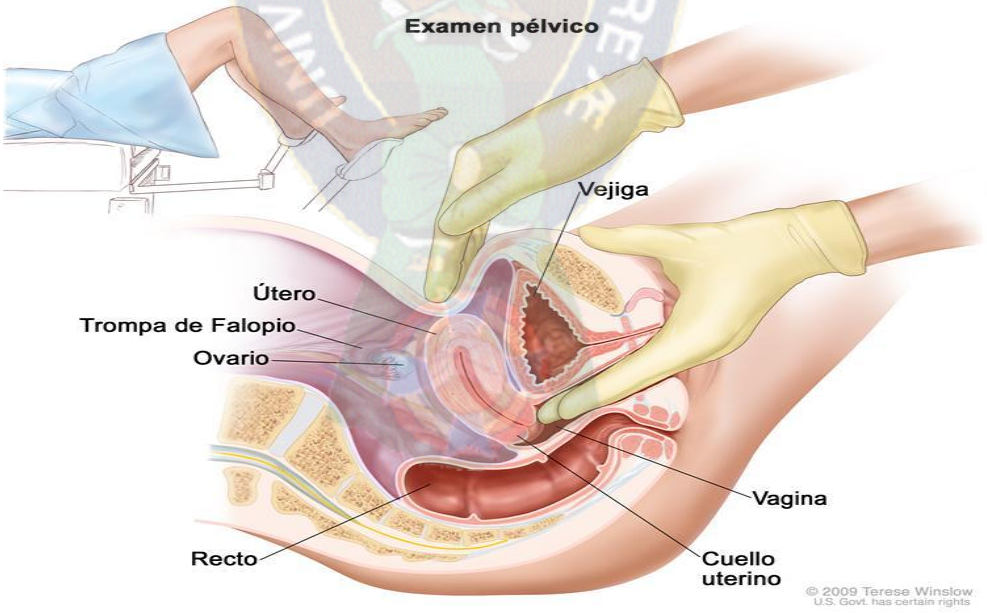


**Figura. 2.3** Examen pélvico

**Fuente:** CIES, 2015

- **Prueba de Papanicolau (Pap)**: procedimiento para recoger células de la superficie del cuello uterino y la vagina. Se utiliza un trozo de algodón, un cepillo o una paleta de madera para raspar suavemente las células del cuello uterino y la vagina. Las células se examinan bajo un microscopio para determinar si son anormales. Este procedimiento también se llama prueba Pap.

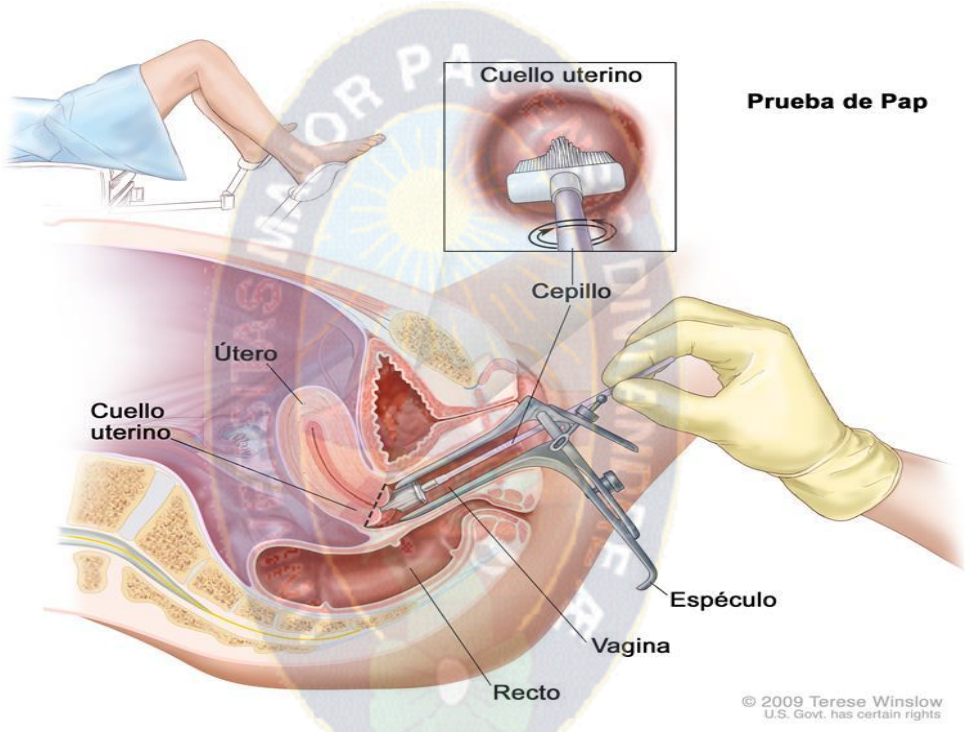


**Figura. 2.4** Examen de Papanicolaou (Pap)

**Fuente:** CIES, 2015

- **Prueba del virus del papiloma humano (VPH)** : prueba de laboratorio en la que se analiza el ADN o el ARN para determinar si hay ciertos tipos de infección por el VPH. Se extraen células del cuello uterino y del ADN o ARN y se revisan para ver si la causa de la infección es algún tipo de VPH que está relacionado con el cáncer de cuello uterino. Esta prueba se puede llevar a cabo con el uso de las muestras de células que se extraen durante una prueba de Pap. Esta

prueba también se hace si los resultados de la prueba de Pap muestran ciertas células anormales en el cuello uterino.

- **Legrado endocervical** : procedimiento para el que se recogen células o tejidos del canal del cuello uterino mediante una cureta (instrumento en forma de cuchara con un borde cortante). Se pueden extraer muestras de tejido y observarlas bajo un microscopio para determinar si hay signos de cáncer. Algunas veces, este procedimiento se lleva a cabo al mismo tiempo que la colposcopia.

- **Colposcopia:** Si presenta ciertos síntomas que sugieren la presencia de un cáncer, o si la prueba de Papanicolaou muestra células anormales, será necesario realizarle una prueba llamada *colposcopia*. Usted se acuesta en una camilla como lo hace cuando se hace el examen pélvico. Se coloca un espéculo en la vagina para ayudar al médico a observar el cuello uterino. El doctor usará el colposcopio para examinar el cuello uterino. Este instrumento que permanece fuera del cuerpo, tiene lentes de aumento como los binoculares.

  El colposcopio permite que el doctor vea de cerca y claramente la superficie del cuello uterino. Por lo general, el médico aplicará a su cuello uterino una solución diluida de ácido acético (parecida al vinagre) para que sea más fácil ver cualquier área anormal.

- **Biopsias cervicales:** Se pueden usar varios tipos de biopsias para diagnosticar los cánceres o los precánceres de cuello uterino. Si la biopsia puede extirpar completamente todo el tejido anormal, éste puede que sea el único tratamiento necesario.

- **Biopsia colposcópica.** Para este tipo de biopsia, se examina primero el cuello uterino con un colposcopio para detectar áreas anormales. Se utilizan unas pinzas de biopsia para extirpar una pequeña sección (de aproximadamente 1/8 de pulgada) del área anormal en la superficie del cuello uterino. El procedimiento de biopsia puede causar dolor con calambres leve o dolor de breve duración y es posible que presente posteriormente un ligero sangrado. Algunas veces, se usa un anestésico local para anestesiar el cuello uterino antes de la biopsia.

- **Curetaje endocervical (raspado endocervical):** Algunas veces, la zona de transformación (el área en riesgo de infección con VPH y precáncer) no se puede ver con el colposcopio y se tiene que hacer un procedimiento adicional para examinar esa área y determinar si hay cáncer. Esto significa hacer un raspado en el endocérvix al insertar un instrumento estrecho (la *cureta*) en el canal endocervical (la parte del cuello uterino más cercana al útero). La cureta se usa para raspar el interior del canal y extraer algo de tejido que luego se envía al laboratorio para un examen. Después de este procedimiento, las pacientes pueden sentir retorcijones y también pueden presentar algo de sangrado.

- **Biopsia de cono:** En este procedimiento, también conocido como *conización*, el doctor extrae del cuello uterino un fragmento de tejido en forma de cono. La base del cono está constituida por el exocérvix (la parte externa del cuello uterino), y la punta o ápice del cono está formada por el canal endocervical. El tejido que se extirpa en el cono incluye la zona de transformación (el límite entre el exocérvix y el endocérvix, donde hay más probabilidad de que los cánceres y los precánceres se originen).

Una biopsia de cono también se puede usar como tratamiento para extirpar por completo muchos precánceres, así como tumores cancerosos en etapas muy tempranas. Realizar una biopsia de cono no evitará que la mayoría de las mujeres queden embarazadas, pero si se les extirpa una gran cantidad de tejido, pueden tener un mayor riesgo de partos prematuros.

### 2.6.6 PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO PARA MUJERES CON CÁNCER DE CUELLO UTERINO

Si una biopsia muestra que hay cáncer, su médico puede ordenar ciertas pruebas para determinar cuánto se propagó el cáncer. Muchas de las pruebas que se describen a continuación no son necesarias para cada paciente. La decisión de usar estas pruebas se basa en los resultados del examen físico y la biopsia.

**Cistoscopia, proctoscopia y examen bajo anestesia**

Estos procedimientos se hacen con más frecuencia en mujeres que tienen tumores grandes. Los mismos no son necesarios si el cáncer es detectado a tiempo.

En la cistoscopia se introduce en la vejiga a través de la uretra un tubo delgado con una lente y una luz. Esto permite al médico examinar su vejiga y uretra para ver si el cáncer está creciendo en estas áreas. Se pueden extraer muestras de biopsia durante la cistoscopia para realizar pruebas patológicas (microscópicas). La cistoscopia se puede hacer usando anestesia local, pero algunas pacientes pudieran requerir anestesia general. Su médico le indicará qué esperar antes y después del procedimiento.

La proctoscopia es una inspección visual del recto a través de un tubo iluminado para determinar si el cáncer de cuello uterino se ha propagado al recto. Su médico también puede realizar un examen de la pelvis mientras usted está bajo los efectos de la anestesia para determinar si el cáncer se ha propagado más allá del cuello uterino.

**Estudios por imágenes**

Si su doctor encuentra que usted tiene cáncer de cuello uterino, se podrían realizar ciertos estudios por imágenes. Éstos incluyen imágenes por resonancia magnética (MRI, por sus siglas en inglés) y tomografía computarizada (CT, por sus siglas en inglés). Estos estudios pueden mostrar si el cáncer se ha propagado fuera del cuello uterino.

**Radiografía de tórax**

Para determinar si el cáncer se propagó a los pulmones, puede que se le haga una radiografía del tórax. Esto es muy poco probable a menos que el cáncer esté bastante avanzado. Si los resultados son normales, probablemente no tenga cáncer en los pulmones.

**Tomografía computarizada**

La tomografía computarizada (*computed tomography*, CT) es un procedimiento de rayos X que produce imágenes transversales detalladas del cuerpo. En lugar de tomar una fotografía, como con una radiografía convencional, un tomógrafo toma varias imágenes a medida que gira alrededor de usted. Luego una computadora combina estas fotografías en una imagen de una sección de su cuerpo (imagine las rebanadas que forman una barra de pan). La máquina toma muchas imágenes de la parte de su

cuerpo bajo estudio. Esta prueba puede ayudar a determinar si su cáncer se ha propagado a los ganglios linfáticos en el abdomen y la pelvis.

El tomógrafo computarizado que se utiliza para este estudio consiste en un anillo similar a una rosca (dona) grande, con una camilla estrecha que se encuentra en la abertura central. Usted tendrá que acostarse inmóvil sobre la camilla mientras se realiza el examen. Las tomografías computarizadas toman más tiempo que las radiografías convencionales, y usted puede sentirse un poco confinado por el anillo mientras se toman las fotografías.

Algunas veces, las tomografías computarizadas se pueden usar para guiar con precisión la aguja de una biopsia hacia un área donde se sospecha propagación del cáncer. Para este procedimiento, llamado *biopsia con aguja guiada por tomografía computarizada,* usted permanece en la camilla de CT, mientras un radiólogo hace avanzar una aguja de biopsia hacia la ubicación de la masa. Las tomografías computarizadas se repiten hasta que los médicos estén seguros de que la aguja se encuentra en la masa. Una muestra fina de la biopsia con aguja (un pequeño fragmento de tejido) o una muestra de biopsia por punción con aguja gruesa (un tejido delgado cilíndrico de aproximadamente media pulgada de largo y menor a un octavo de pulgada de diámetro) es extraída y examinada con un microscopio.

**Imágenes por resonancia magnética**

Las imágenes por resonancia magnética (*magnetic resonance imaging*, MRI) utilizan ondas de radio e imanes muy potentes en lugar de rayos X para obtener las imágenes. La energía de las ondas de radio es absorbida y luego liberada en un patrón formado por el tipo de tejido y por determinadas enfermedades. Una computadora traduce el patrón de las ondas de radio generado por los tejidos en una imagen muy detallada de las

partes del cuerpo. Las imágenes por resonancia magnética no sólo producen imágenes transversales del cuerpo al igual que la tomografía computarizada, sino que también producen secciones a lo largo de su cuerpo.

Los exámenes de MRI son muy útiles para examinar los tumores pélvicos. En algunos centros se proporcionan audífonos para escuchar música y bloquear estos ruidos. Un sedante suave puede ayudar a algunas personas.

### 2.6.7 ¿COMO SE TRATA EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO?

El tratamiento depende del estado en que se encuentre el cáncer. Si el cáncer está confinado a la capa más externa del cérvix (carcinoma in situ), a menudo se puede eliminar el cáncer por completo extrayendo parte del cérvix con un bisturí o mediante escisión electro quirúrgica. Este tratamiento tiene la ventaja de no alterar la capacidad de tener hijos. Pero ya que es posible que el cáncer recidiva, los médicos aconsejan que las mujeres se realicen revisiones y Pap cada 3 meses durante el primer año y cada 6 meses a partir de este momento. Si una mujer tiene un carcinoma in situ y no desea tener hijos, es recomendable la extirpación del útero (histerectomía).

Si el cáncer está en un estadio más avanzado, es necesario realizar una histerectomía más una extracción de estructuras adyacentes (histerectomía radical) y de ganglios linfáticos. Los ovarios, si son normales y funcionan correctamente, no se extirpan cuando las mujeres son jóvenes. La radioterapia también es muy efectiva para el tratamiento del cáncer cervical avanzado que no se ha extendido más allá de la región pélvica. A pesar de que causa pocos o ningún problema inmediato, puede provocar irritación en el recto y la vagina. Las lesiones en la vejiga y el recto pueden producirse incluso tiempo después, y los ovarios, en general, dejan de funcionar.

Cuando el cáncer se ha extendido más allá de la pelvis, a veces se debe recurrir a la quimioterapia. Sin embargo, sólo es eficaz en el 25 al 30 por ciento de los casos tratados y los efectos habitualmente son temporales. Dependiendo del tipo y la etapa del cáncer, puede que necesite más de un tipo de tratamiento.

Los médicos en su equipo de atención al cáncer pueden incluir:

- **Un ginecólogo**: médico que trata enfermedades del sistema reproductor femenino.
- **Un oncoginecólogo:** médico especializado en los cánceres del sistema reproductor femenino.
- **Un oncólogo especialista en radioterapia:** un médico que usa radiación para tratar el cáncer.
- **Un médico oncólogo:** un médico que usa quimioterapia y otras medicinas para tratar el cáncer.

Puede que muchos otros especialistas también participen en su atención, incluyendo enfermeras practicantes, enfermeras, sicólogos, trabajadores sociales, especialistas en rehabilitación y otros profesionales de la salud.

Los tipos de tratamientos del cáncer de cuello uterino comunes incluyen:

- Cirugía
- Radioterapia
- Quimioterapia (quimio)
- Terapia dirigida

Para las etapas más tempranas del cáncer de cuello uterino, se puede emplear cirugía o radiación combinada con quimioterapia. Para las etapas

más avanzadas, usualmente se emplea radiación combinada con quimioterapia como tratamiento principal. A menudo, la quimioterapia se usa (por sí sola) para tratar el cáncer de cuello uterino avanzado.

Casi siempre es buena idea buscar una segunda opinión, especialmente con médicos experimentados en el tratamiento de cáncer de cuello uterino. Una segunda opinión puede proporcionarle más información y le ayudará a sentir más confianza al seleccionar un plan de tratamiento. Algunas compañías de seguro médico requieren una segunda opinión antes de aprobar el pago de ciertos tratamientos. Casi todas pagarán por una segunda opinión. Aun así, puede que primero usted quiera verificar su cobertura para que sepa si tiene que pagar por la consulta.

Es importante hablar con el médico sobre todas sus opciones de tratamiento, incluyendo sus objetivos y posibles efectos secundarios, para ayudarle a tomar las decisiones que mejor se ajusten a sus necesidades.

### 2.6.8 CIRUGÍAS PARA EL CÁNCER DE CUELLO UTERINO

#### 2.6.8.1 Criocirugía

Se coloca una sonda de metal enfriada con nitrógeno líquido directamente en el cuello uterino. Esto destruye las células anormales mediante congelación. Esto se puede hacer en un consultorio médico o en una clínica. Después de la criocirugía, usted puede presentar mucha secreción acuosa de color café durante algunas semanas.

La criocirugía se usa para tratar el carcinoma in situ del cuello uterino, pero no el cáncer invasivo.

#### 2.6.8.2 Cirugía láser

Se usa un rayo láser enfocado (a través de la vagina) para vaporizar (quemar) las células anormales o extirpar una porción pequeña de tejido para estudiarlo. Este procedimiento se puede realizar en el consultorio del médico o en la clínica usando una anestésico local (medicina que se usa para adormecer el área).
La cirugía por láser se emplea para tratar el carcinoma in situ del cuello uterino. No se usa en el tratamiento del cáncer invasivo.

#### 2.6.8.3 Conización

Se extrae del cuello uterino un pedazo de tejido en forma de cono. Este procedimiento se hace utilizando un bisturí quirúrgico o bisturí láser (biopsia de cono con bisturí frío) o utilizando un alambre delgado calentado mediante electricidad (procedimiento electro quirúrgico, LEEP o LEETZ).

Después del procedimiento, el tejido extirpado (el cono) se examina con un microscopio. Si los márgenes (bordes más externos) del cono contienen células cancerosas (o precáncer), lo que se conoce como márgenes positivos, es posible que algo de cáncer (o precáncer) haya quedado de modo que se necesita tratamiento adicional.

Una biopsia de cono se puede usar para diagnosticar el cáncer antes del tratamiento adiciona con cirugía o radiación. También se puede usar como el único tratamiento en las mujeres con cáncer en etapa temprana que quieren preservar su capacidad para tener hijos (fertilidad).

### 2.6.8.4 Histerectomía

Esta cirugía se hace para extirpar el útero (tanto el cuerpo del útero como el cuello uterino), pero no las estructuras próximas al útero (parametrio y ligamentos uterosacros). Ni la vagina ni los ganglios linfáticos de la pelvis se extirpan. Los ovarios y las trompas de Falopio usualmente se dejan en su lugar a menos que haya otra razón para extirparlos.

### 2.6.8.5 Cervicectomía

La mayoría de las mujeres con cáncer de cuello uterino en etapa IA2 y etapa IB son tratadas con histerectomía. Otro procedimiento, conocido como cervicectomía radical, permite a las mujeres ser tratadas sin perder la capacidad de tener hijos. En este procedimiento se extirpa el cuello uterino y la parte superior de la vagina, pero no el cuerpo del útero. El cirujano coloca una sutura "en bolsa de tabaco" para que funcione como abertura artificial del cuello uterino dentro de la cavidad uterina.

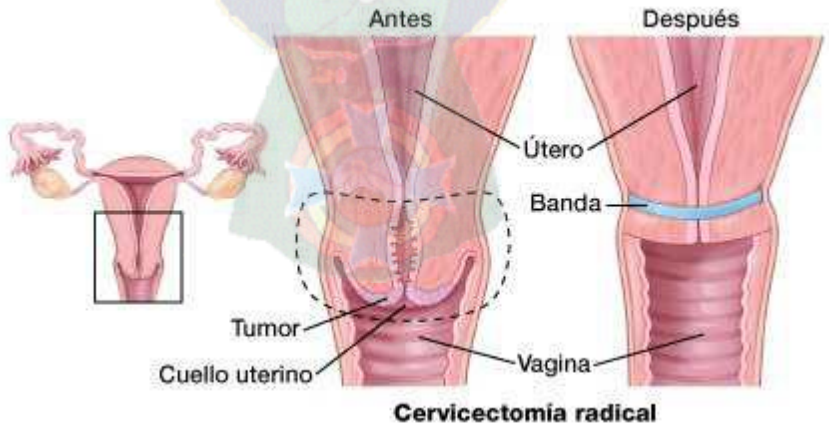


**Figura. 2.5** Cervicectomia

**Fuente:** [Cies, 2015]

# CAPITULO III
# MARCO APLICATIVO

# 3. MARCO APLICATIVO

## 3.1 INTRODUCCIÓN

En este capitulo se presenta el diseño del sistema experto propuesto para el diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino, se describe la metodología utilizada, la construcción en la base de conocimiento, la descripción informal y la formalización.

La construcción de un sistema experto no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas, cada una de las cuales aporta para que el sistema experto a desarrollar sea fácil de usar y mantener.

En nuestra vida diaria encontramos muchas situaciones complejas gobernadas por reglas: sistema de control de tráfico, sistema de seguridad, transacciones bancarias, etc.

Los sistemas basados en reglas son una herramienta eficiente para tratar estos problemas. Las reglas de producción constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en sistemas expertos. La base de conocimiento contiene el conjunto de reglas que definen el problema, y el motor de inferencia saca las conclusiones aplicando la lógica clásica a estas reglas.

## 3.2 IMPLEMENTACION DEL MODELO BUCHANAN

Para logar la certidumbre de las variables lingüísticas se aplica lógica difusa estableciéndolas de acuerdo al trabajo que se realizo con el experto.

El modelo que se propone para el desarrollo del Sistema Experto para el Diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino basado en lógica

difusa es el siguiente que se desarrollo mediante un estudio de las variables que actúan en el hecho de interpretar síntomas.

Según lo descrito de esta metodología en el capitulo 2 procederemos a continuación a desarrollar las etapas del modelo.

### 3.2.1 ETAPA I: IDENTIFICACION

En esta etapa identificamos al equipo de desarrollo que esta compuesto por un grupo de personas las cuales se encuentra el experto medico (ginecólogo), el ingeniero de conocimiento (programador), el usuario (paciente), como un elemento referencial de estudio.

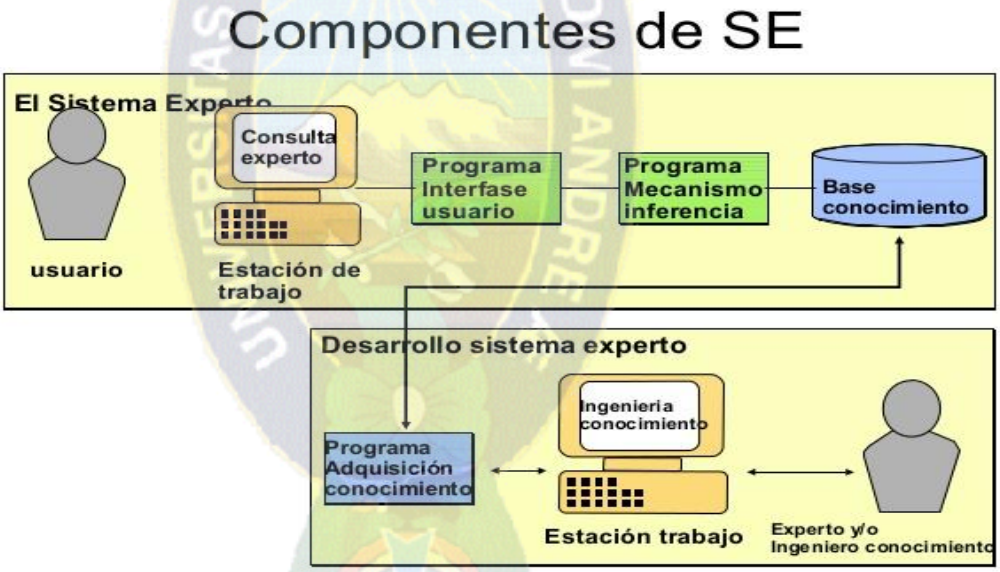


**Figura 3.1** Componentes del sistema experto

**Fuente:** Elaboración Propia

- El paciente se encarga de dar ideas al sistema ejemplificando en que deberá ser aplicado el sistema experto.
- El experto en ginecología, da todo su conocimiento especializado en la atención de los pacientes.

- El ingeniero de conocimiento esta encargado de estructurar el conocimiento, plantea las preguntas a responder por el experto, formaliza el conocimiento y de implementarlas en la base de conocimientos.
- El sistema experto es el elemento final que se va construyendo en función del conocimiento adquirido del paciente, experto medico y el desarrollo del ingeniero de conocimiento.

El desarrollo de un sistema experto se basa en la construcción de la base de conocimiento, el diseño de motor de inferencia y la aplicación de lógica difusa para tratar los datos que en este presentan.

No debemos de dejar de lado el objetivo que es de desarrollar un prototipo del sistema experto para el diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino basado en lógica difusa que permite mostrar si tiene cáncer o no la paciente.

#### 3.2.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura del sistema experto (Figura 3.2), propuesta en este trabajo esta basada en la arquitectura del sistema experto mencionado en el capitulo 2, cuya función es la de proporcionar un diagnostico y tratamiento confiable de la enfermedad.

El desarrollo de un sistema experto se basa en la construcción de la base de conocimiento (almacenamiento de conocimiento en forma de hechos y reglas), el diseño del motor de inferencia (inferencia de nuevos conocimientos a partir de conocimientos existentes) y la aplicación de lógica difusa para tratar los datos que en este caso presentan incertidumbre.

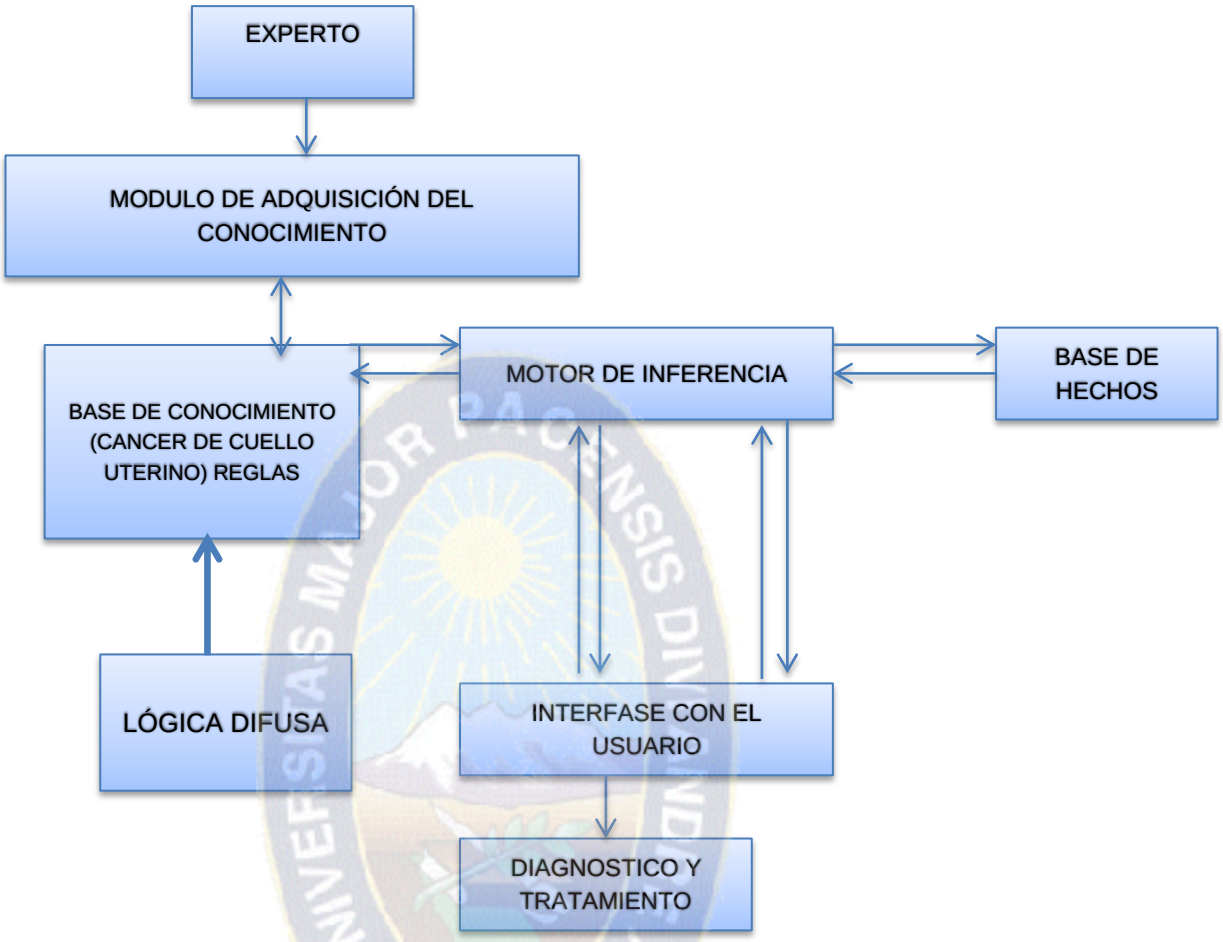


**Figura. 3.2** Componentes del Sistema Experto

**Fuente:** Elaboración Propia

Los componentes del sistema experto propuestos que se puede apreciar en la figura 3.2 ya mencionada están definidos bajo los siguientes criterios:

#### 3.2.1.2 BASE DE CONOCIMIENTOS

La base de conocimiento contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en que se trabaja.

La base de conocimiento tiene todos los hechos, las reglas y los procedimientos del dominio de aplicación que son importantes para la solución del problema. Generalmente la base de conocimiento es una descripción de los conocimientos del experto, por lo tanto requiere de mecanismos que obtenga las inferencias adecuadas para resolver el problema, alguien que seleccione las reglas según corresponda y las vaya ejecutando, ese alguien llegaría a ser el motor de inferencia.

- **COMPONENTES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO**

La base de conocimiento (Figura 3.3), contiene todos los hechos y reglas del dominio de aplicación, para realizar un análisis de tales hechos y reglas se debe previamente contar con hechos concretos, los cuales se obtienen a través de la entrevista medica que sostienen el medico y el paciente.

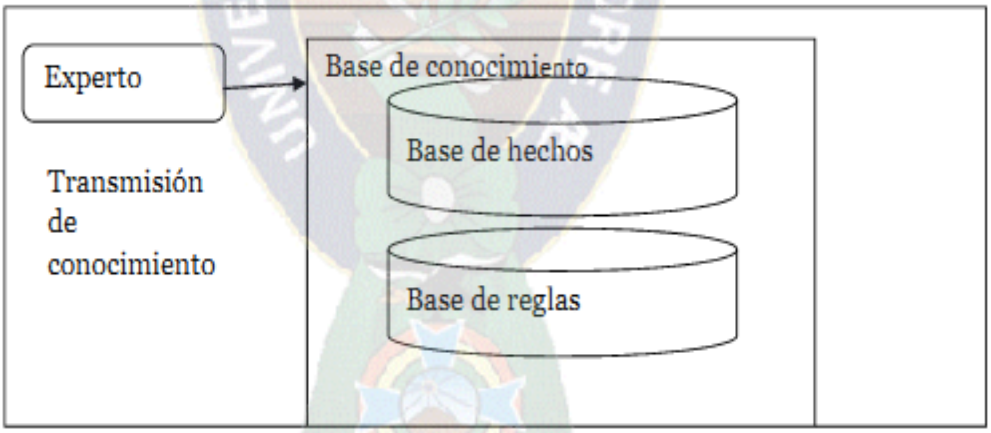


**Figura 3.3** Base de Conocimiento

**Fuente:** Elaboración Propia

#### 3.2.1.3 BASE DE HECHOS

Este alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea con la ayuda del modelo, la base de hechos dispone únicamente de los datos propios de cada enfermedad. La base de hechos esta constituida por el conocimiento concreto, el cual a su vez esta constituido por los síntomas particulares que presenta cada paciente. Para que este quede claro se tomara como ejemplo algunos razonamientos obtenidos del paciente.

**Ejemplo 1.** La paciente de 25 años de edad, presente una serie de síntomas como ser: dolor pélvico con descarga vaginal e hinchazón el los ganglios inguinales, incluyendo una perdida de apetito, dolor en las piernas y una severa anemia.

**Ejemplo 2.** La paciente acude a la consulta por que presenta una serie de síntomas frecuentes que son por periodos de tiempo variable a mas de 10 días de duración, la cual se refiere a cambios en la menstruación, falta de ganas de hacer las cosas lo que preocupa a la paciente.

Como resultado de lo observado por el medico en el caso del ejemplo 1, el obtendrá una serie de datos que deben ser traducidas de forma que pueden ser introducidos al sistema de esta manera obtener una conclusión.
Del ejemplo 1, podemos obtener los siguientes hechos:

Hecho 1: El paciente presenta, PESO BAJO.
Hecho 2: El paciente presenta, SIN APETITO.
Hecho 3: El paciente presenta, DOLOR PELVICO.
Hecho 4: El paciente presenta, DESCARGA VAGINAL.
Hecho 5: El paciente presenta, DOLOR EN LAS PIERNAS.
Hecho 6: El paciente presenta, SEVERA ANEMIA.

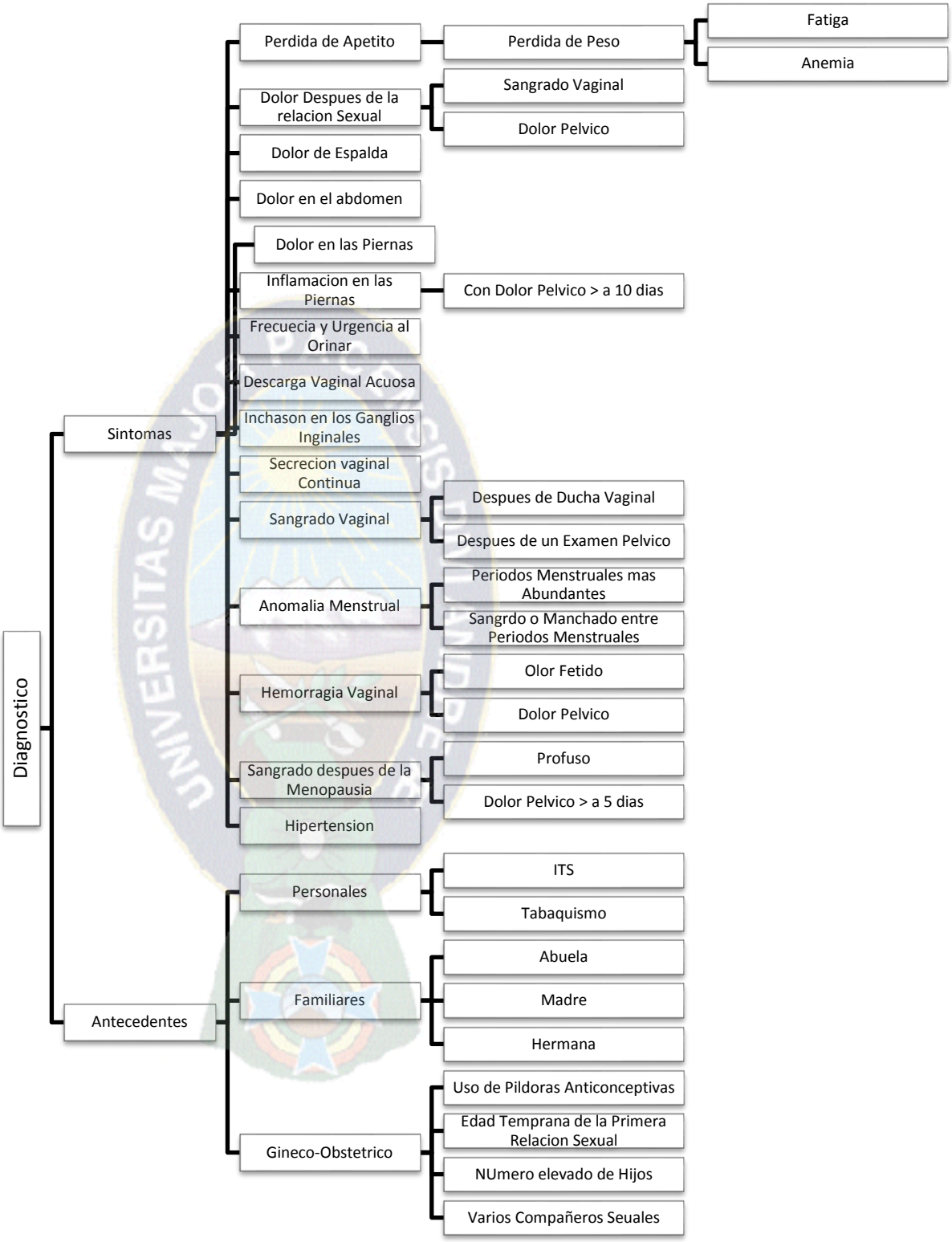


**Figura 3.4** Árbol AND/OR

**Fuente:** [ELABORACION PROPIA]

#### 3.2.1.4 DOMINIO

El dominio de conocimiento del presente trabajo en este sistema experto es el diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino basado en lógica difusa, a través de un dialogo con el usuario.

Se adquiere los hechos de un paciente, y posteriormente sigue una estrategia de identificación de las causas de la enfermedad.

### 3.2.2 ETAPA II: CONCEPTUALIZACIÓN

La conceptualización constituye un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos con el experto, la cual consiste básicamente el entendimiento del dominio del problema y de la terminología usada, como así también de la modelización de la tarea que lleva a cabo el experto a la hora de resolver el problema.

Esta etapa permite conformar un marco inicial de los diferentes conocimientos del dominio que el experto utiliza durante la realización de su tarea. Una vez que ha sido identificado el dominio, el siguiente paso consiste en estructurar los conocimientos para modelar el comportamiento del experto en la solución del problema que son de su competencia en este caso el diagnostico y el estado del paciente y el porcentaje de gravedad del Cáncer de Cuello Uterino.

#### 3.2.2.1 VARIABLES DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS

Las variables identificadas, fueron proporcionadas por el medico experto en Ginecología. Estas variables representan el conjunto de síntomas propio de las enfermedades de tipo cáncer las cuales por comodidad serán representadas por un conjunto de síntomas.

| | | | Valor | Peso |
|---|---|---|---|---|
| Síntomas primarios | Dolor pélvico | | Leve | **0.75** |
| | | | Fuerte | 2 |
| | Descarga vaginal acuosa | | SI | 18 |
| | | | NO | -2 |
| | Dolor de piernas | | Leve | **0.75** |
| | | | Fuerte | 2 |
| | El sangrado o dolor después de la relación sexual. | | SI | 18 |
| | | | NO | 0 |
| | Hemorragia postcoito | | SI | **17** |
| | | | NO | 0 |
| | hinchazón en los ganglios inguinales | | SI | **14** |
| | | | NO | 0 |
| | El sangrado después de una ducha vaginal o después del examen pélvico | | SI | 18 |
| | | | NO | **-3** |
| | Sangrado vaginal y dolor pélvico | | SI | 18 |
| | | | NO | -1 |
| | Sangrado o secreción inusual | | SI | **17** |
| | | | NO | -2 |
| | Fuga o filtración de orina o heces por la vagina | | SI | **19** |
| | | | NO | 0 |
| | Sangrado después de la menopausia | | SI | 18 |
| | | | NO | **-3** |
| | Periodos menstruales más abundantes y que duran más de lo usual | | SI | **5** |
| | | | NO | 1 |
| | Secreción vaginal continua, que puede ser pálida, acuosa, rosada, marrón, sanguinolenta o de olor fétido. | | SI | **19** |
| | | | NO | -1 |
| | Sangrado vaginal profuso | | SI | 18 |
| | | | NO | 0 |
| | Periodos menstruales más abundantes y que duran más de lo usual | | SI | **5** |
| | | | NO | 1 |
| | Inflamación en una sola pierna mayor a diez días | | SI | 10 |
| | | | NO | -1 |
| | Sangrado vaginal anormal entre períodos mayor a 12 y 20 días | | SI | 18 |
| | | | NO | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Leucorrea (flujo blanquecino y viscoso con mal olor | SI | **17** |
| | | NO | 0 |
| | Metrorragias hemorragias uterinas profusas | SI | 18 |
| | | NO | 0 |
| | Síntoma de obstrucción urinaria | SI | **17** |
| | | NO | 0 |
| **Síntomas secundarios** | Pérdida de apetito | SI | 6 |
| | | NO | -1 |
| | Pérdida de peso | SI | **5** |
| | | NO | 0 |
| | Fatiga | SI | **7** |
| | | NO | 0 |
| | Dolor de abdomen | Leve | **0.75** |
| | | Alto | 2 |
| | Dolor en las piernas | Leve | **0.75** |
| | | Alto | 2 |
| | Fiebre | Baja | **3** |
| | | Media | **4** |
| | | Alta | **5** |
| | Hormigueo o adormecimiento en las manos o los pies | SI | **15** |
| | | NO | 0 |
| | Frecuencia y urgencia de orinar | Normal | **5** |
| | | Anormal | **15** |
| | Cambios en la menstruación | Normal | 1 |
| | | Anormal | **4** |
| | Sudores fríos | SI | 2 |
| | | NO | 0 |
| | Falta de ganas de hacer las cosas | SI | 2 |
| | | NO | 0 |
| | Anemia | SI | **3** |
| | | NO | 0 |
| | Ojos hundidos y secos | SI | **3** |
| | | NO | -1 |
| | Hipertensión (presión sanguínea alta | SI | 2 |
| | | NO | -1 |
| | Anemia ferropénica | SI | 2 |
| | | NO | 0 |
| | Presión sanguínea alta | SI | **3** |
| | | NO | -2 |
| | Esfuerzo al defecar | SI | **5** |
| | | NO | -2 |
| | Estreñimiento | SI | **3** |
| | | NO | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Deshidratación | SI | **4** |
| | | NO | 0 |
| | Boca muy seca | SI | **3** |
| | | NO | -1 |
| **Antecedentes** | Fuma | 1 | **9** |
| | abuela | **3** | 11 |
| | Madre | **4** | 11 |
| | hermanas | **3** | 11 |
| | Uso de píldoras anticonceptivas | 2 | **9** |
| | Múltiples compañeros sexuales | 2 | **9** |
| | Edad temprana en la primera relación sexual | 2 | **9** |
| | Elevado número de hijos | 2 | **9** |
| | Peso | 1 | **4** |
| | Talla | 1 | **4** |

**Tabla 3.1** Variables Lingüísticas

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.3 ETAPA III: FORMALIZACIÓN

La etapa de formalización tiene como objetivo expresar los conocimientos sobre el problema y su resolución en estructuras que pueden ser utilizadas por una computadora.

Las diferentes estructuras que permiten expresar formalmente los conocimientos de un dominio reciben el nombre de formalismos de representación. A los mecanismos de razonamiento de propósito general, independiente del dominio, que llevan adelante su razonamiento con dichas estructuras para resolver el problema se las llama motores de inferencia.

#### 3.2.3.1 DESCRIPCIÓN INFORMAL

La representación del conocimiento se encuentra estructurada por un conjunto de convenciones y semánticas que permiten describir los hechos

que ocurren en un proceso de diagnostico. Utiliza para la representación del conocimiento, técnicas básicas como la lógica de proposiciones y las reglas de inferencia para inferir las inclusiones y las técnicas de representación de la incertidumbre como la lógica difusa, dichas representaciones se estructura en forma de reglas de producción.

#### 3.2.3.2 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL MODELO

En el modelo formal se describe los procedimientos de inferencia que se realiza sobre los elementos del modelo informal desarrollado anteriormente, para el cual se hace uso de los siguientes conjuntos:

- Sea S el conjunto de elementos que componen todos los síntomas que presenta:

  **S = {S1, S2, S3, S4,……., Sn}**

  Que son variables de entrada con las que trabaja el sistema experto.

- Se realiza el proceso de inferencia con los síntomas de entrada, se aplica la lógica difusa para las variables lingüísticas, para obtener un valor optimo de modo que se permita encontrar el diagnostico adecuado.

  **D = {D1, D2, D3}**

- Cada paciente puede presentar tres tipos de antecedentes, donde:
  P1 = {caso 1, caso2, caso3}

  Tenemos:

  Caso 1 = antecedentes personales.
  Caso 2 = familiares.
  Caso 3 = gineco-obstetrico.

- Al valor resultante de la diferencia se aplica la función de Defuzzificacion, para obtener la interpretación del Cáncer de Cuello Uterino.

#### 3.2.3.3 FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Transformando las variables lingüísticas de entrada de las funciones de pertenencia adecuada a cada síntoma, de los cuales si la respuesta es SI o NO, no necesitan función de pertenencia ya que utiliza la lógica clásica que es igual a verdad o falso, en cambio para las otras respuestas que tiene mas opciones deben estar representadas por una función de pertenencia donde se evaluara las respuestas, y en base a las repuestas se tienen las siguientes funciones:

a) Respuesta a la pregunta con relación al dolor pélvico:

**Figura. 3.5** Conjuntos difusos de la variable dolor pélvico

**Fuente:** Elaboración Propia

$$\text{Leve } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \leq 3 \\ 4 - x, & \text{si } 3 < x < 4 \\ 0, & \text{si } x \geq 4 \end{cases}$$

$$\textit{Moderado } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x = 5 \\ \frac{X-3}{2}, & \text{si } 3 < x < 5 \\ \frac{7-x}{2}, & \text{si } 5 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 3 \textbf{ OR } 5 \geq 7 \end{cases}$$

$$\text{Grave } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 7 \\ X - 6, & \text{si } 6 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 6 \end{cases}$$

Las mismas funciones de pertenencia de pertenencia de dolor pélvico son utilizadas para los síntomas de cambios en la menstruación y fiebre.

b) Respuesta a la pregunta con respecto a la anemia que presenta la persona:

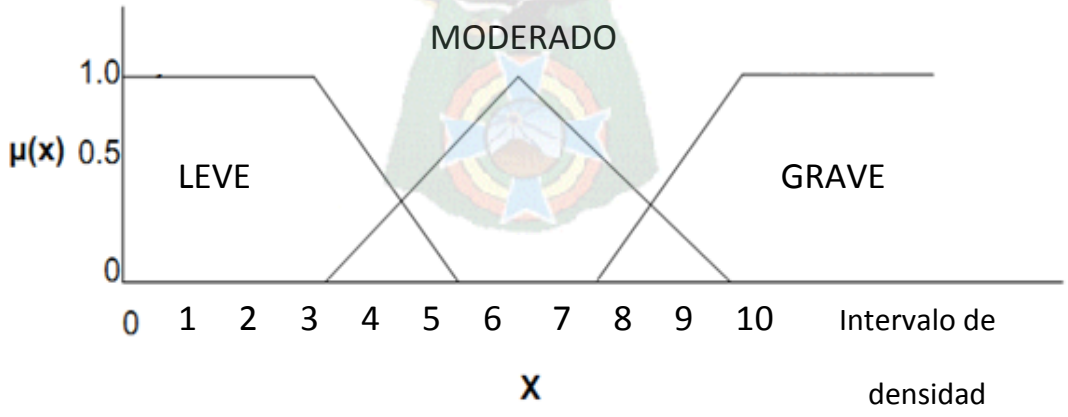


**Figura 3.6** Conjuntos difusos de la variable anemia

**Fuente:** Elaboración Propia

$$\text{Leve } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \leq 3 \\ 4 - x, & \text{si } 3 < x < 4 \\ 0, & \text{si } x \geq 4 \end{cases}$$

$$\textit{Moderado } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x = 5 \\ \frac{X-3}{2}, & \text{si } 3 < x < 5 \\ \frac{7-x}{2}, & \text{si } 5 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 3 \text{ OR } 5 \geq 7 \end{cases}$$

$$\text{Grave } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 7 \\ X - 6, & \text{si } 6 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 6 \end{cases}$$

Las respuestas a las preguntas estarán evaluadas en las anteriores funciones de pertenencia dando como resultado un valor que se encuentre en el intervalo [0,1] y todos estos resultados formaran parte del vector de entrada.

- **BASE DE HECHOS**

A continuación se tienen las reglas para el Diagnostico y Tratamiento del Cáncer de Cuello Uterino, cuyos valores serán pedidos a la paciente (si o no):

H1. Presencia de dolor pélvico por más de 15 días.

H2: presenta descarga vaginal acuosa y dolor pélvico por más de 15 días.

H3: presenta sangrado o dolor después de la relación sexual.

H4: presenta hemorragia post coito más de 10 días.

H5: presenta hinchazón en los ganglios inguinales por más de una semana.

H6: presenta sangrado después de una limpieza vaginal.

H7: sangrado vaginal después del examen pélvico.

H8: presenta sangrado vaginal más de 2 semanas.

H10: fuga o filtración de orina o heces por la vagina.

H11: presenta sangrado después de la menopausia es profuso y hay presencia de dolor por más de 5 días.

H12: presenta sangrado vaginal profuso y dura más de lo usual, y especialmente si tiene olor.

H13: presenta secreción vaginal continua que puede ser pálida, acuosa, rosada, marrón, sanguinolenta.

H14: sangrado vaginal con olor fétido.

H15: presenta periodos menstruales más abundantes y que duran más de lo usual y presenta dolor pélvico durante el periodo menstrual.

H16: presenta dolor en las piernas más de un mes

H17: presenta inflamación en una sola pierna y presenta dolor pélvico mayor a 10 días.

H18: presenta sangrado vaginal anormal menos de los 28 días de su periodo menstrual y dura más 1 semana y presenta hinchazón en los ganglios inguinales.

H19: presenta hinchazón en los ganglios inguinales.

H20: presenta leucorrea (flujo blanquecino y viscoso con mal olor)

H21: presenta metrorragias hemorragias uterinas profusas, dolor pélvico.

H22: presenta pérdida de peso.

H23: presenta pérdida de apetito mayor a un mes y esta disminuye su peso.

H24: presenta fatiga

H25: si hay presencia de fatiga es crónica mayor a 6 meses entonces este es un síntoma secundarios.

H26: presenta dolor de espalda.

H27: presenta dolor de abdomen.

H28: presenta dolor en las piernas.

H29: si la paciente presenta fiebre

H30: presenta fiebre alta.

H31: presenta frecuencia y urgencia de orinar

H33: presenta deshidratación.

H34: presenta foca muy seca

H35: presenta hormigueo o adormecimiento en las manos o los pies

H36: presenta estreñimiento.

H37: presenta cambios en la menstruación menor o igual a 2 veces al mes.

H39: presenta sudores fríos.

H40: presenta falta de ganas de hacer las cosas.

H41: presenta anemia severa

H42: presenta anemia alta

H43: presenta periodos menstruales más abundantes y que duran más de lo usual.

H44: presenta ojos hundidos y secos.

H45: presenta hipertensión (presión sanguínea alta)

H46: esfuerzo al defecar

H47: presenta anemia ferropénica

H48: Presenta alguno de estos antecedentes personales (1: ha padecido de la enfermedad herpes. 2: ha fumado alguna vez).

H49: Algún familiar (abuela, madre, hermana) ha tenido de cáncer de cuello uterino.

H50: Presenta algún antecedentes gineco – obstétricos (1: deficiencia del sistema inmunológico .2: uso de píldoras anticonceptivas mayor a 5 años.3: múltiples compañeros

sexuales.4 edad temprana en la primera relación sexual. 5: haber padecido enfermedades venéreas 6: elevado número de hijos).

#### 3.2.3.4 BASE DE REGLAS

Para almacenar todo el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento hacemos uso de las reglas. Esta relaciona dos o mas afirmaciones para determinar la creencia en las conclusiones, en nuestro caso las proposiciones corresponden a los síntomas que el paciente presenta y la conclusión hace referencia si existe o no la posibilidad de tener Cáncer de Cuello Uterino y su respectivo tratamiento.

A continuación se tienen las reglas para el Diagnostico y Tratamiento del Cáncer de Cuello Uterino, cuyos valores serán pedidos a la paciente (si o no):

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo si presenta dolor pélvico por varios días y está por encima de los 10 entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <HI = si ENTONCES < Síntomas = síntoma primario de cáncer al cuello uterino – Acudir a su médico> |
| Nombre de la Regla 1 | Dolor pélvico |

**Tabla 3.2** Regla 1

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta descarga vaginal y es de color acuosa por más de 15 días y además presenta dolor pélvico mayor a 15 días entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI < H2 = si> Y < HI= si ENTONCES <Síntomas= Síntoma primario de Cáncer de Cuello uterino - Acudir a su Médico>. |
| Nombre de la Regla 2 | Descarga vaginal acuosa y dolor pélvico |

**Tabla 3.3** Regla 2

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si presenta sangrado vaginal o dolor después de la relación sexual en varias veces entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H3= Si> ENTONCES <síntomas= síntoma primarios de cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 3 | Sangrado o dolor después de la relación sexual |

**Tabla 3.4** Regla 3

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si presenta hemorragia post coito mayor a 10 días entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H4= Si > ENTONCES < Síntomas= síntoma primario de cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 4 | Hemorragia post coito |

**Tabla 3.5** Regla 4

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, La paciente presenta hinchazón en los ganglios inguinales y dolor mayor a 1 semana entonces síntoma primario de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H5= Si > Y <HI=Si > ENTONCES <Síntomas = Síntoma principal de cáncer al cuello uterino – Acudir Al médico> |
| Nombre de la Regla 5 | Hinchazón en los ganglios inguinales |

**Tabla 3.6** Regla 5

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta sangrado después de la ducha vaginal y sangrado después del examen pélvico entonces son síntomas principales de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI < H6= Si> Y <H7= Si >ENTONCES <Síntomas= síntoma principal de cáncer al cuello uterino – Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 6 | Sangrado después de una ducha vaginal |

**Tabla 3.7** Regla 6

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si presenta sangrado vaginal más de 2 semanas y hay presencia de secreción vaginal más de 1 mes entonces son síntomas principales de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H8=Si > Y < H9= Si > ENTONCES < Síntomas = síntoma primario de cáncer de cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 7 | Sangrado vaginal y secreción inusual |

**Tabla 3.8** Regla 7

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta fuga o filtración de orina o heces por la vagina entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H10= Si > ENTONCES <Síntomas= síntoma principal de cáncer al cuello uterino – Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 8 | Fuga o filtración de orina o heces por la vagina |

**Tabla 3.9** Regla 8

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, otro síntoma que está clasificado en los síntomas principales en algunas pacientes es el sangrado vaginal después de la menopausia es profuso y hay presencia de dolor pélvico más de 5 días |
| Formulación externa de la regla | SI < H11= Si> Y < H1= Si> ENTONCES <Síntomas= síntoma primario de cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 9 | Sangrado después de la menopausia |

**Tabla 3.10** Regla 9

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, Si el sangrado vaginal es menor a las 28 días de los periodos menstruales y tiene una duración mayor a 1 semana y hay presencia de dolor entonces son síntomas principales de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H12=Si > Y < H1= Si> Entonces <Síntomas = síntoma principal de cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 10 | Sangrado vaginal |

**Tabla 3.11** Regla 10

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta secreción vaginal continua es de color pálida, acuosa , marrón, sanguinolenta y presenta olor fétido entonces diagnóstico de cáncer de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H13= Si > Y < H14= Si> ENTONCES <síntomas = síntoma principales de cáncer al cuello Uterino – Acudir al Médico>. |
| Nombre de la Regla 11 | Sangrado vaginal continua |

**Tabla 3.12** Regla 10

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Periodos menstruales más abundantes que duran más de lo usual mayor a 1 semana y presenta dolor pélvico entonces son síntomas principales de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H15= Si > Y <H1= Si >ENTONCES < síntomas = síntoma principales de cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico. |
| Nombre de la Regla 12 | Periodos menstruales más abundantes |

**Tabla 3.13** Regla 12

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta dolor en las piernas y el dolor pélvico mas de 1 mes entonces son síntomas principales de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI < H16= Si> Y < H1= Si> ENTONCES <Síntomas= síntoma principales cáncer al cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 13 | Dolor en las piernas |

**Tabla 3.14** Regla 13

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta inflamación en una sola pierna y presenta dolor pélvico mayor a 10 días entonces estos son síntomas principales de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H17= Si> Y < H1=Si> Y < dolor de piernas > 10 días > ENTONCES <Síntomas=síntoma principales de Posible cáncer al cuello uterino – Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 14 | Inflamación en una sola pierna |

**Tabla 3.15** Regla 14

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta sangrado vaginal anormal menor a 28 días del periodo menstrual mayor a 1 semanas y presenta hinchazón en los ganglios inguinales entonces estos son síntomas primarios de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H18=Si > Y <H19=Si > ENTONCES <Síntomas= síntoma principales de cáncer de cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 15 | Presencia de sangrado vaginal anormal |

**Tabla 3.16** Regla 15

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta hinchazón en los ganglios inguinales entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H19=Si > ENTONCES <Síntomas= síntoma principales de cáncer de cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 16 | Presencia de sangrado vaginal anormal |

**Tabla 3.17** Regla 16

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta leucorrea y el dolor pélvico es alta entonces estos son síntomas principales de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H20= Si > Y < H1=Si> ENTONCES <Síntomas = síntomas principales de cáncer de cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 17 | Leucorrea |

**Tabla 3.18** Regla 17

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta metrorragias profusas y dolor pélvico estos son síntomas primarios de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H21= Si > Y < H1=Si> ENTONCES <Síntomas = síntomas principales de cáncer de cuello uterino – Acudir al Médico> |
| Nombre de la Regla 18 | Obstrucción urinaria |

**Tabla 3.19** Regla 18

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de pérdida de apetito entonces es síntoma secundario que puede ser de cáncer de cuello uterino o de otra enfermedad. |
| Formulación externa de la regla | SI <H22= Si> ENTONCES <Síntomas = síntoma secundarios > |
| Nombre de la Regla 19 | Pérdida de apetito |

**Tabla 3.20** Regla 19

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de pérdida de apetito mas a 1 mes y presenta pérdida de peso menor a 45 kg<br>entonces estos son síntomas secundarios que puede ser de cáncer de cuello uterino o de otra enfermedad |
| Formulación externa de la regla | SI <H22= Si> Y <H23=Si > ENTONCES <Síntomas = síntoma secundarios > |
| Nombre de la Regla 20 | Pérdida de apetito y pérdida de peso |

**Tabla 3.21** Regla 20

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de fatiga es aguda y es menor a 1 mes entonces no existe riesgo de cáncer de cuello uterino puede ser síntoma de otra enfermedad. |
| Formulación externa de la regla | SI < H24= Si> Entonces < Síntomas = Síntomas secundarios > |
| Nombre de la Regla 21 | Fatiga aguda |

**Tabla 3.22** Regla 21

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de fatiga es crónica mayor a 6 meses entonces este es un síntoma secundarios |
| Formulación externa de la regla | SI <H25=Si > ENTONCES < Síntomas= Síntoma secundarios> |
| Nombre de la Regla 22 | Fatiga crónica |

**Tabla 3.23** Regla 22

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de dolor de espalda igual o menor a 4 días; entonces es un síntoma secundario y no existe el riesgo de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H26=Si > ENTONCES < Síntomas = Síntoma secundario> |
| Nombre de la Regla 23 | Dolor de espalda |

**Tabla 3.24** Regla 23

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de dolor de abdomen menor o igual a 10 días; entonces es un síntoma secundario y no existe el riesgo de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H27=Si > ENTONCES <Síntomas= síntoma secundarios > |
| Nombre de la Regla 24 | Dolor de abdomen |

**Tabla 3.25** Regla 24

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si hay presencia de dolor de piernas es mayor o igual a 10 días; entonces es un síntoma primario de cáncer de cuello uterino acudir al médico. |
| Formulación externa de la regla | SI <H28= Si> ENTONCES <Síntomas = síntoma primario cáncer de cuello uterino – Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 25 | Dolor de piernas |

**Tabla 3.26** Regla 25

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta fiebre entonces es un síntoma secundario y no existe riesgo de cáncer de cuello uterino puede ser síntoma de otra enfermedad. |
| Formulación externa de la regla | Si <H29= Si> ENTONCES < síntoma secundario = fiebre baja > |
| Nombre de la Regla 26 | Fiebre baja |

**Tabla 3.27** Regla 26

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta fiebre alta entonces es un síntoma secundario y tiene fiebre alta. |
| Formulación externa de la regla | Si <H30=Si > ENTONCES <Síntomas secundarios= Fiebre alta> |
| Nombre de la Regla 27 | Fiebre baja |

**Tabla 3.28** Regla 27

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogos, si el paciente presenta Frecuencia y urgencia de orinar es menor o igual a 200 milímetros (ml) de orina entonces es un síntoma secundario y no existe riesgo de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI < H31=Si > ENTONCES <síntomas = síntoma secundario > |
| Nombre de la Regla 28 | Frecuencia y urgencia de orinar |

**Tabla 3.29** Regla 28

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta Frecuencia y urgencia de orinar es mayor o igual 350 ml entonces es un síntoma secundario y es un posible cáncer de cuello uterino acudir al médico. |
| Formulación externa de la regla | SI <H32= Si> ENTONCES <Síntomas= síntoma secundarios - Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 29 | Frecuencia y urgencia de orinar alta |

**Tabla 3.30** Regla 2

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Deshidratación entonces es un síntoma secundario |
| Formulación externa de la regla | SI <H33= Si > ENTONCES <Síntomas= síntoma secundarios> |
| Nombre de la Regla 30 | Deshidratación |

**Tabla 3.31** Regla 30

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta la boca muy seca entonces es un síntoma secundario y no existe riesgo de cáncer de cuello uterino puede ser síntoma de otra enfermedad |
| Formulación externa de la regla | SI <H34= Si > ENTONCES < Síntomas= síntoma secundarios > |
| Nombre de la Regla 31 | Boca muy seca |

**Tabla 3.32** Regla 31

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta Hormigueo o adormecimiento en las manos o los pies y presenta hinchazón en los ganglio inguinales mayor a 1 mes; entonces son síntomas primarios de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H35=Si > Y < H19=Si> ENTONCES <Síntomas= síntoma primario de Cáncer de Cuello Uterino – Acudir al médico> |
| Nombre de la Regla 32 | Hormigueo o adormecimiento |

**Tabla 3.33** Regla 32

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta estreñimiento menor o igual a 3 días entonces es un síntoma secundario |
| Formulación externa de la regla | SI <H36=Si > ENTONCES <Síntomas = síntoma secundario> |
| Nombre de la Regla 33 | Estreñimiento |

**Tabla 3.34** Regla 33

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta Cambios en la menstruación menor o igual a 2 veces al mes entonces es síntoma secundario. |
| Formulación externa de la regla | SI < H37=Si> Entonces < síntomas = síntoma secundario> |
| Nombre de la Regla 34 | Cambios en la menstruación normal |

**Tabla 3.35** Regla 34

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Cambios en la menstruación mayor o igual a 3 veces al mes entonces es anormal |
| Formulación externa de la regla | SI <H38= Si > ENTONCES <síntoma secundario= anormal> |
| Nombre de la Regla 35 | Cambios en la menstruación anormal |

**Tabla 3.36** Regla 35

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Sudores fríos entonces síntoma secundario de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI < H39=Si> ENTONCES <síntomas= síntoma secundarios> |
| Nombre de la Regla 36 | Sudores fríos |

**Tabla 3.37** Regla 36

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Falta de ganas de hacer las cosas entonces es un síntoma secundario y no existe riesgo de cáncer de cuello uterino. |
| Formulación externa de la regla | SI <H40= Si>ENTONCES <Síntomas= síntoma secundarios > |
| Nombre de la Regla 37 | Falta de ganas de hacer las cosas |

**Tabla 3.38** Regla 37

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si el paciente presenta Anemia entonces es un síntoma secundario y la anemia es severa y no existe el riesgo de cáncer de cuello uterino |
| Formulación externa de la regla | SI <H41= Si > ENTONCES <síntoma = la anemia es severa > |
| Nombre de la Regla 38 | Anemia severa |

**Tabla 3.39** Regla 38

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta Anemia severa entonces la anemia es alta. |
| Formulación externa de la regla | SI <H42=Si > ENTONCES <síntoma = la anemia es alta> |
| Nombre de la Regla 39 | Anemia severa |

**Tabla 3.40** Regla 39

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta periodos menstruales más abundantes y que duran de lo usual mayor a 7 días entonces es un síntoma primario. |
| Formulación externa de la regla | SI <H43=Si > ENTONCES <síntoma = síntoma primarios>. |
| Nombre de la Regla 40 | Periodos menstruales abundantes |

**Tabla 3.41** Regla 40

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo indica si la paciente presenta los ojos hundidos y secos entonces es un síntoma secundario y puede ser un síntoma de otra enfermedad |
| Formulación externa de la regla | SI <H44=Si > ENTONCES <síntomas = síntoma secundarios> |
| Nombre de la Regla 41 | Ojos hundidos y secos |

**Tabla 3.42** Regla 41

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta hipertensión (presión sanguínea alta entonces estos son síntomas secundarios; puede ser síntoma de otra enfermedad. |
| Formulación externa de la regla | SI <H45=Si> ENTONCES <síntomas = síntoma primarios> |
| Nombre de la Regla 42 | Hipertensión |

**Tabla 3.43** Regla 42

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta hipertensión (presión sanguínea alta y también hay presencia de esfuerzo al defecar entonces estos son síntomas secundarios; puede ser síntoma de otra enfermedad |
| Formulación externa de la regla | SI <H45=Si> Y < H46> ENTONCES <síntomas = síntoma primarios> |
| Nombre de la Regla 43 | Hipertensión |

**Tabla 3.44** Regla 43

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta anemia ferropénica entonces estos son síntomas secundarios; puede ser síntoma de otra enfermedad. |
| Formulación externa de la regla | SI <H47=Si> ENTONCES <síntomas = síntoma primarios> |
| Nombre de la Regla 44 | Hipertensión |

**Tabla 3.45** Regla 44

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta alguno de estos antecedentes personales ( fa padecido de la enfermedad Herpes, ha fumado alguna vez) entonces son antecedentes personales |
| Formulación externa de la regla | SI <H48=Si> ENTONCES <antecedentes = antecedentes personales> |
| Nombre de la Regla 45 | Antecedentes personales |

**Tabla 3.46** Regla 45

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo, si la paciente presenta alguno de estos antecedentes que la abuela, madre, hermanas han tenido cáncer de cuello uterino entonces son antecedentes familiares. |
| Formulación externa de la regla | SI <H49=Si> ENTONCES <antecedentes = antecedentes familiares> |
| Nombre de la Regla 46 | Antecedentes personales |

**Tabla 3.47** Regla 46

**Fuente:** Elaboración Propia

| ESTADO DE LA REGLA | TEXTO DE LA REGLA |
|---|---|
| Palabras del Experto | Según el Ginecólogo indica si la paciente presenta alguno de estos antecedentes deficiencia del sistema inmunológico, uso de píldoras anticonceptivas mayor a 5 años, múltiples compañeros sexuales, edad temprana en la primera relación sexual, haber padecido enfermedades venéreas, elevado número de hijos entonces estos son síntomas gineco – obstétricos. |
| Formulación externa de la regla | SI <H50=Si> ENTONCES <antecedentes = gineco-obstétricos> |
| Nombre de la Regla 47 | Antecedentes gineco- obstétricos. |

**Tabla 3.48** Regla 47

**Fuente:** Elaboración Propia

.

### 3.2.3.5 REGLAS DE INFERENCIA

Para ejemplificar a través de reglas de inferencia, se formalizara el conocimiento haciendo uso de la lógica proposicional y de esta forma demostrar como se puede inferir en base a cierto conocimiento y se mostrara alguna de sus reglas.

Caso 1:

P1: tengo bajo peso y sangrado vaginal entonces podría padecer de cáncer de cuello uterino.

P2: toda persona puede tener cáncer de cuello uterino si tiene los síntomas de sangrado vaginal, anemia severa.

P3: tengo quistes en el útero y tengo 25 años.

P4: presento periodos menstruales más abundantes y que duran mas de lo usual, sangrado vaginal y bajo peso.

Formalizando los síntomas del cáncer de cuello uterino:

p: bajo peso

q: sangrado vaginal

s: cáncer de cuello uterino

r: anemia severa

t :quistes en el útero

v: edad entre los 20 a 25 años

w: periodo menstrual inusual

P1: $p \wedge q \rightarrow s$

P2: $s \rightarrow q \wedge r$

P3: $t \wedge v$

P4: $w \wedge q \wedge p$

P5: $q \wedge p$ P4 conjunción

| | |
|---|---|
| P6: p ^ q | P6 conjunción |
| P7: s | (P1, P6) MPP |
| P8: p ^ q → q ^ r | (P1, P2) SH |
| P9: q ^ r | (P8, P6) MPP |
| P10: t ^ v ^ q ^ r → s | (P3, P7, P9) conjuncion |

#### 3.2.3.6 MECANISMOS DE INFERENCIA

Una estrategia de inferencia mas utilizada para obtener conclusiones compuestas es el llamado encadenamiento de reglas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende por una parte de los hechos conocidos y por otra de las reglas que se activan.

Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continua hasta que no puedan obtener nuevos hechos.

#### 3.2.3.7 DISEÑO DE ENTRADAS

El sistema experto como entrada tendrá los signos y síntomas para el desarrollo del síntoma, para el cual se realizan preguntas cuyas respuestas son SI o NO, también pueden responder con las opciones como ser: poco, fuerte.

| Nro. | Nombre de la variable | Notación | Rango |
|---|---|---|---|
| 1 | Dolor pélvico | DP | Leve, alto |
| 2 | Dolor durante las relaciones sexuales | DRS | Si, no |
| 3 | Dolor en las piernas | DP | Leve, alto |
| 4 | Descarga vaginal acuosa | DSV | Si, no |
| 5 | Leucorrea (flujo blanquecino con mal olor) | L | Si, no |
| 6 | Hinchazón el los ganglios inguinales | HGI | Si, no |
| 7 | Sangrado vaginal | SV | Si, no |
| 8 | Secreción vaginal continua | SVC | Si, no |
| 9 | Sangrado después del coito vaginal | SCV | Si, no |
| 10 | Sangrado después de una ducha vaginal | SDV | Si, no |
| 11 | Sangrado después de un examen pélvico | SDP | Si, no |
| 12 | Sangrado y manchado entre periodos menstruales | SPM | Si, no |
| 13 | Periodos menstruales más abundantes | PMA | Si, no |
| 14 | Hemorragia vaginal | HV | Si, no |
| 15 | Hemorragia postcoital | HP | Si, no |
| 16 | Sangrado después de la menopausia | SDM | Si, no |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17 | Pérdida de apetito | PA | Si, no |
| 18 | Pérdida de peso | PP | Si, no |
| 19 | Fatiga | FAT | Si, no |
| 20 | Astenia (falta de hacer las cosas) | A | Si, no |
| 21 | Dolor de espalda | DE | Leve, alto |
| 22 | Dolor en el abdomen | DA | Leve, alto |
| 23 | Frecuencia y urgencia al orinar | FO | Normal, anormal |
| 24 | Anemia ferropenia | AF | Si, no |
| 25 | Hipertensión (presión sanguínea alta) | H | Si, no |
| 26 | Fuma | F | Si, no |
| 27 | Abuela padeció de cáncer de cuello U. | ACU | Si, no |
| 28 | Madre padeció de cáncer de cuello U. | MCU | Si, no |
| 29 | Hermana padeció de cáncer de cuello U. | HCU | Si, no |
| 30 | Uso de píldoras anticonceptivas | UP | Si, no |
| 31 | Múltiples compañeros sexuales | MC | Si, no |
| 32 | Edad temprana en la primera relación sexual | ERS | Si, no |
| 33 | Numero elevado de hijos | NEH | Si, no |

**Tabla 3.49** Variables de entrada para determinar el diagnostico

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.3.8 DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Para explicar más detalladamente la fuzzificacion de los términos que presentan ambigüedad tomamos como ejemplo el siguiente caso:

Si la persona de 25 años de edad presenta un bajo peso, tiene dolor pélvico y presenta sangrado vaginal y una leve fiebre.

Se toma los síntomas inciertos y ambiguos que son el bajo peso, el dolor pélvico, sangrado vaginal, grado de propagación donde estos síntomas son tratados con lógica difusa.

a) Clasificación de la persona con relación al dolor pélvico:

Tomamos un valor de 5.5 para determinar el grado de dolor en la pelvis que presenta la persona:

$$\textit{Leve}\ \ x = \begin{cases} 1, & \text{si } x = 5 \\ \frac{X-3}{2}, & \text{si } 3 < x < 5 \\ \frac{7-x}{2}, & \text{si } 5 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 3 \ \mathbf{OR}\ 5 \geq 7 \end{cases}$$

µModerado (5.5) = (7 – 5.5) / 2 = 0.75

b) Clasificación de la persona con relación en cambios en la menstruación.

Tomamos un valor de 6.5 para determinar el grado de anemia que presenta la persona:

$$Moderado\ x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 7 \\ X - 6\ , & \text{si } 6 < x < 7 \\ 0, & \text{si } x \leq 6 \end{cases}$$

µGrave (6.5) = (6.5 – 6) = 0.5

c) Clasificación del grado de propagación respecto al análisis y evaluación de la persona.

Ahora tomamos el valor de 8.5 para determinar el rango de pertenencia, para determinar el grado de propagación que esta dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

$$\text{Grave } x = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 7 \\ X - 8\ , & \text{si } 8 < x < 10 \\ 0, & \text{si } x \leq 8 \end{cases}$$

µGrave (8.5) = (8.5 – 8) = 0.5

Para realizar la Defuzzicacion del conjunto de salida temporal se usa el método de Singleton.

$C_c$= Clasificación de dolor pélvico

$\mu_c$= Clasificación de dolor pélvico (x)

$C_e$= Clasificación de análisis y evaluación

$\mu_e$= Clasificación de análisis y evaluación (x)

$$X = \frac{\text{CClasificación de dolor pélvico} * \mu\text{Clasificación de dolor pélvico (x)} + \text{CClasificación de análisis y evaluación} * \mu\text{Clasificación de análisis y evaluación (x)}}{\mu\text{Clasificación de dolor pélvico (x)}\ \ \mu\text{Clasificación de análisis y evaluación (x)}}$$

$$X = \frac{5.5 * 0.75 + 8.5 * 0.5}{0.5 + 0.5}$$

$$X = 8.37 = 8$$

Por lo tanto podemos concluir que el grado de certeza es de 8 que diagnostica Cáncer de Cuello Uterino, lo cual corrobora con el diagnostico del medico.

### 3.2.4 ETAPA IV: IMPLEMENTACIÓN

La implementación del prototipo del sistema experto viene dado gracias a la programación de las reglas y hechos del motor de inferencia.

| **Modelo de diseño** | **Especificación de la implementación** |
|---|---|
| SOFTWARE | WAMPSERVER V2.0<br>Mysql V8.0 |
| HARDWARE | Computadora Personal |
| REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO | En base de reglas |

**Tabla 3.50** Requerimientos mínimos de software

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

Para realizar la demostración del modelo del “Sistema Experto para el Diagnostico y Tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino” “S.E.D.C.C.U.”, se ha elaborado un prototipo que fue desarrollado en el programa, el cual nos ayudara en la elaboración del modelo planteado.

Este prototipo permitirá dar un diagnostico de cada persona en base a la información proporcionada por las personas que lo utilicen, para que funcione adecuadamente se espera que las personas al ingresar las respuestas sea lo mas sincera posible, por que caso contrario el prototipo puede dar un diagnostico erróneo.

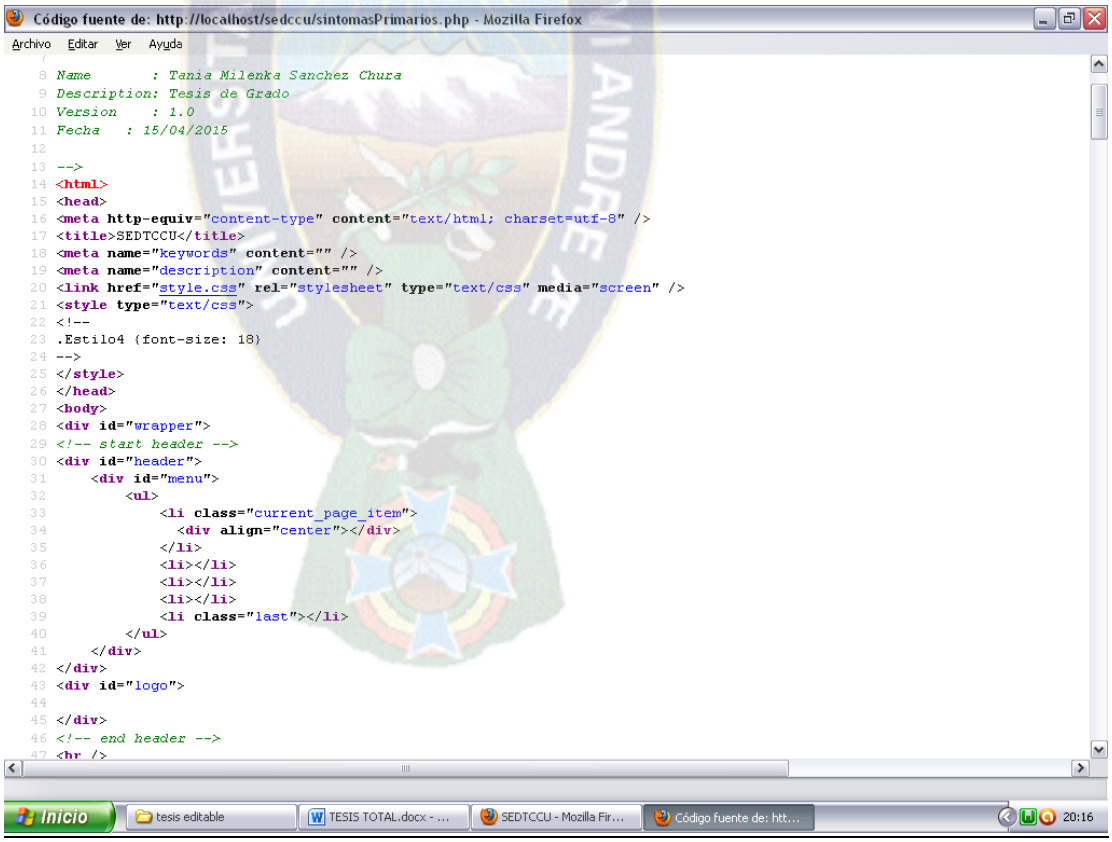


**Figura 3.7** Entorno del sistema

**Fuente:** Elaboración Propia

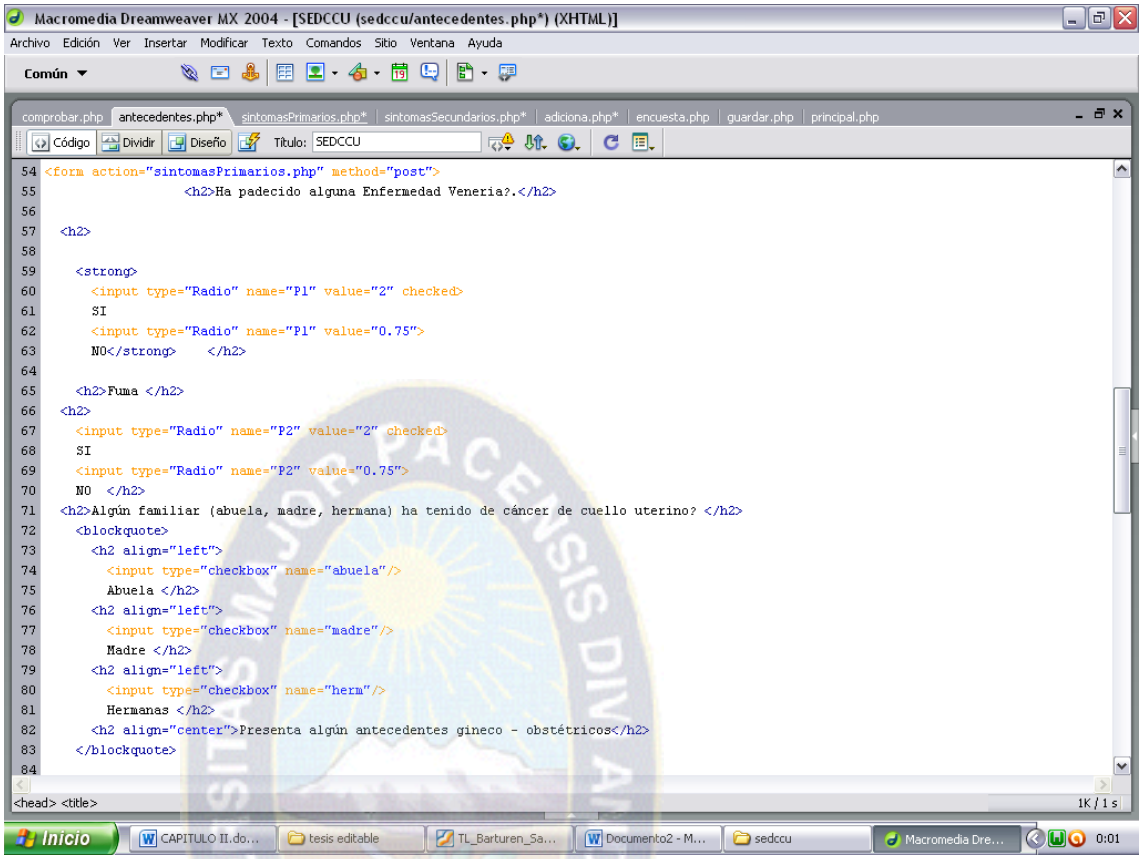


**Figura 3.8** Entorno del sistema

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.4.2 REPRESENTACIÓN DE SALIDAS DEL PROTOTIPO

Una vez programado el sistema experto, se muestra las salidas de la ejecución del programa, se capturo las imágenes mostrando la entrada de datos al sistema, la secuencia de preguntas que el sistema experto realiza y los resultados finales que se muestra al ejecutar el programa.

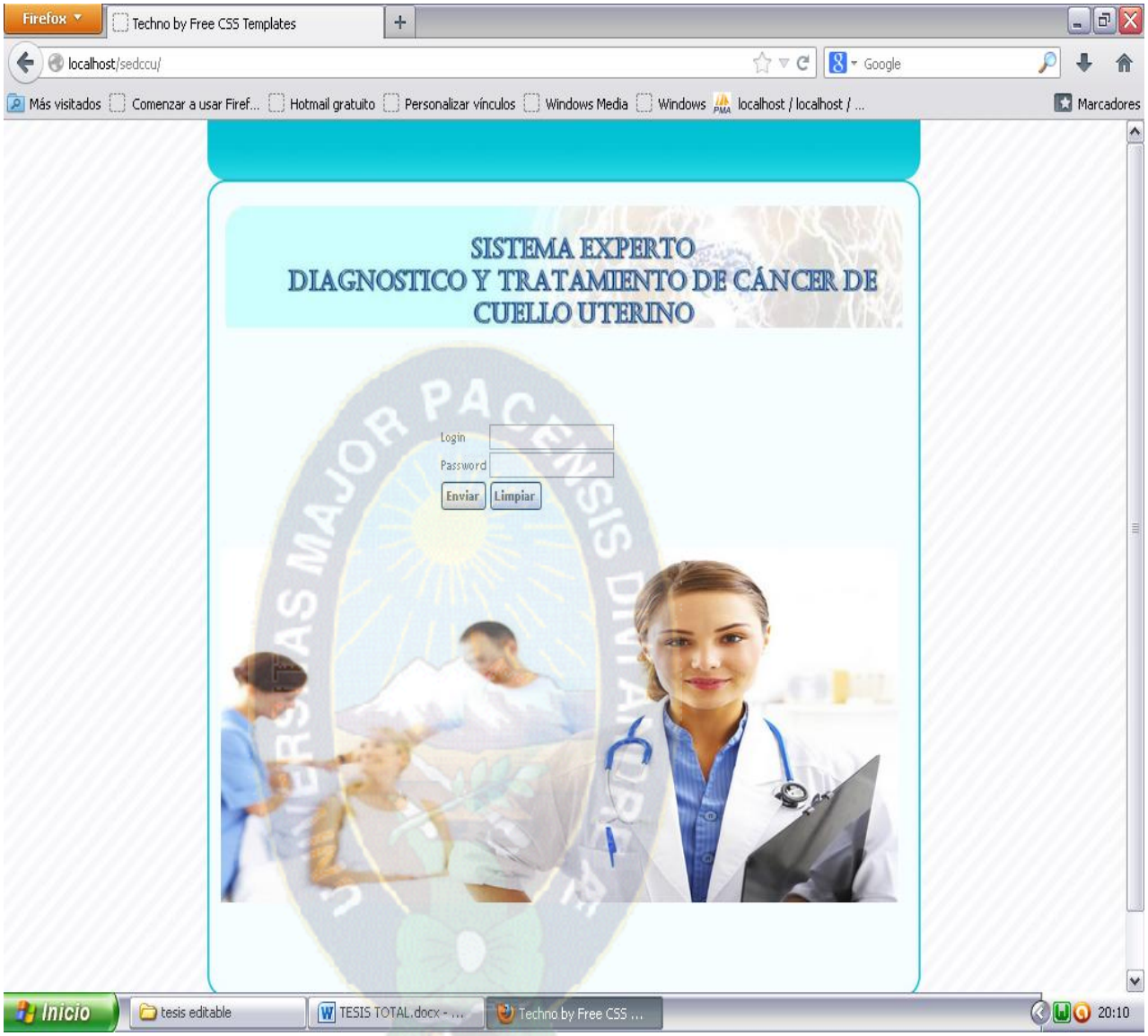


**Figura 3.9** Prototipo del Sistema

**Fuente:** Elaboración Propia

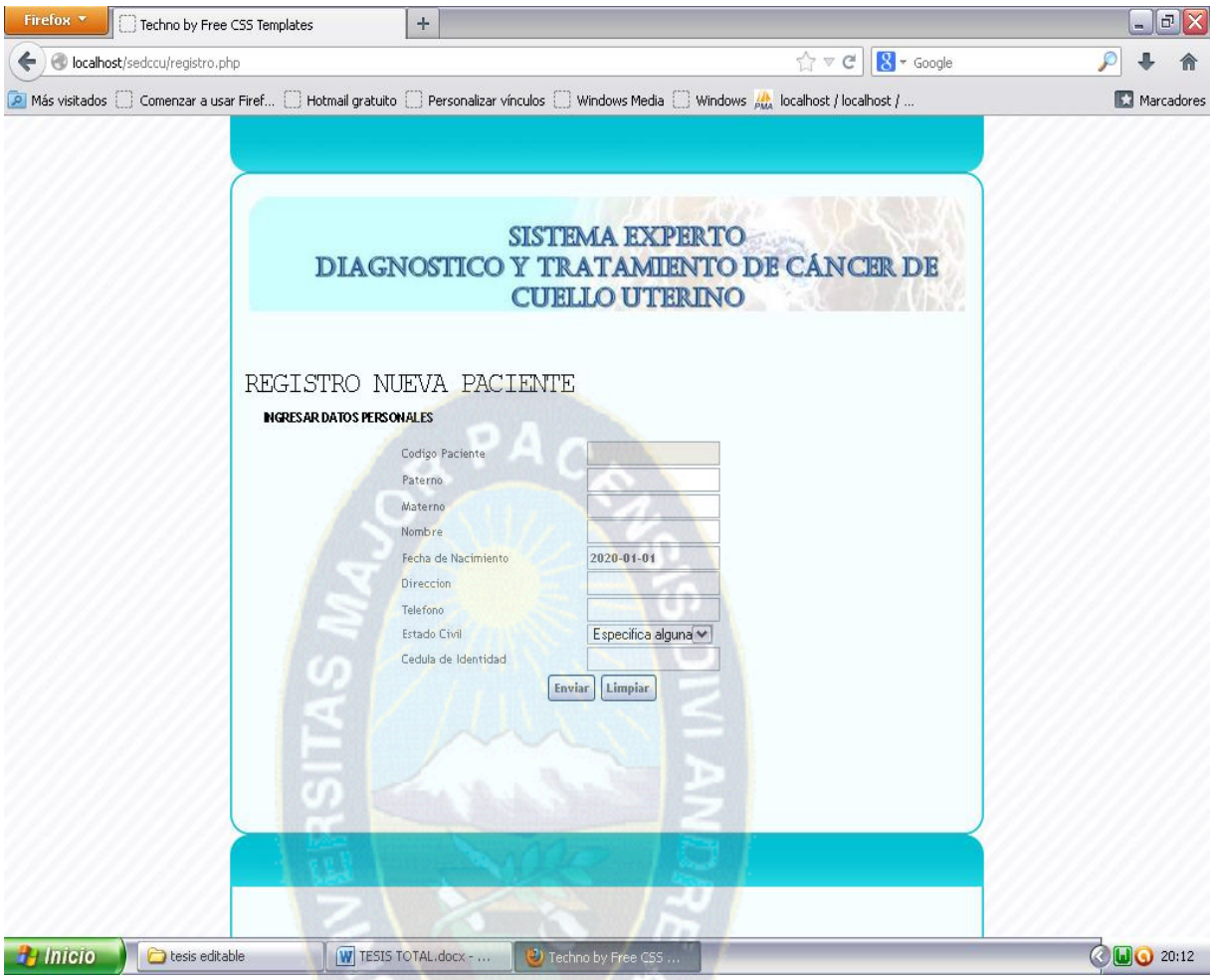


**Figura 3.10** Registro de Nuevo Paciente

**Fuente:** Elaboración Propia

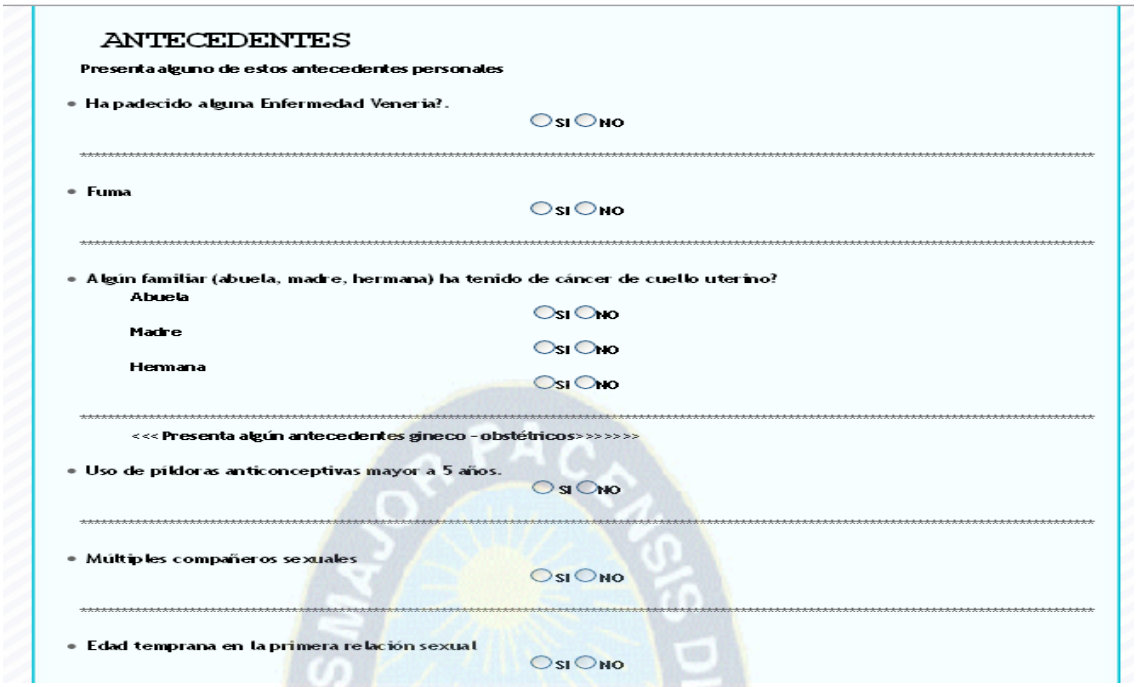


**Figura 3.11** Preguntas de antecedentes al paciente

**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 3.12** Preguntas de antecedentes al paciente

**Fuente:** Elaboración Propia

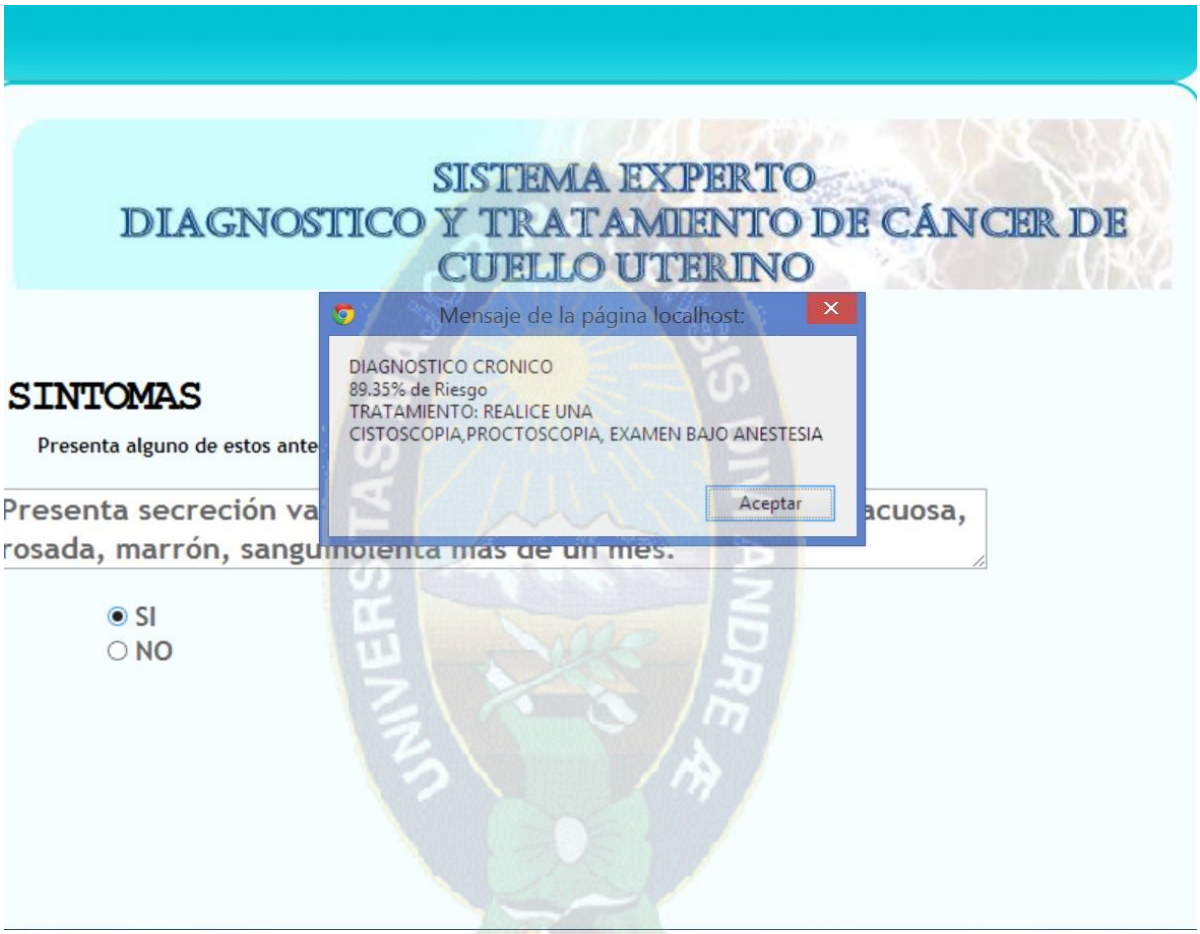


**Figura 3.13** Resultado del diagnostico

**Fuente:** Elaboración Propia

# CAPITULO IV

# DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

## 4. DEMOSTRACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Una vez observado el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, se procede a verificar que el prototipo posea eficacia.

Para realizar el testeo se comparo los diagnósticos emitidos por el sistema experto y el experto humano.

| Nº | Diagnostico por el Experto Humano | Diagnostico por el Sistema experto |
|---|---|---|
| 1 | La paciente refiere que su madre ha tenido cáncer de cuello uterino, en sus antecedentes gineco-obstétricos: el uso de píldoras anticonceptivas por 2 años, elevado número de hijos, la paciente presenta los siguientes síntomas: descarga vaginal acuosa y dolor pélvico por más de 15 días, dolor de espalda, frecuencia y urgencias de orinar, fiebre, hormigueo en los pies por las noches, sangrado después de un examen pélvico.<br><br>Diagnóstico: Cáncer de cuello uterino | Diagnóstico acertado por el Sistema Experto.<br><br>Diagnóstico: Cáncer de Cuello Uterino |
| 2 | La paciente hace 5 años que ha tenido herpes genital, presenta los siguientes síntomas: anemia, boca muy seca, cambios en la menstruación, dolor en las piernas, descarga vaginal acuosa con olor frecuente , hinchazón en los ganglios inguinales<br><br>Diagnóstico: Cáncer de cuello uterino | Diagnóstico acertado por el Sistema Experto.<br><br>Diagnóstico: Cáncer de Cuello Uterino |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | La paciente en sus antecedentes gineco – obstétricos : elevado número de hijos, edad temprana de la relación sexual, síntomas presentados: anemia, boca muy seca, sangrado vaginal de color marrón con mal olor ,dolor pélvico intenso, frecuencia de orinar, sangrado después de la menopausia, fiebre por las noches<br><br>Diagnóstico: Cáncer de cuello uterino | Diagnóstico acertado por el Sistema Experto.<br><br>Diagnóstico: Cáncer de Cuello Uterino |
| 4 | La paciente refiere en sus antecedentes familiares que su hermana ha tenido cáncer de cérvix en sus antecedentes Gineco – obstétricos: Elevado número de hijos: y tiene los siguientes síntomas boca muy seca, deshidratación, escalofríos, hormigueo o adormecimiento en las manos, sangrado vaginal después de la menopausia e inflamación en una las piernas.<br><br>Diagnóstico: No existe riesgo de cáncer de cuello uterino | Diagnóstico acertado por el Sistema Experto.<br><br>Diagnóstico: No existe riesgo de cáncer de cuello uterino |

**Tabla 4.1** Diagnostico Experto Humano VS Sistema Experto

**Fuente:** Elaboración Propia

Recordemos que el presente trabajo de diagnostico y tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino esta planteado como hipótesis.

Hi*:* “El Sistema Experto para el Diagnostico y Tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino utilizando lógica difusa proporcionara un diagnostico confiable en un 97 % para un tratamiento adecuado basado en los síntomas

y antecedentes que presente el paciente". Y considerando la siguiente escala:

i. 80 % - 100 % Si es muy satisfactorio
ii. 51 % - 79 % Si es satisfactorio
iii. 10 % - 50 % No cumple con los requerimientos

## 4.2 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para determinar el tamaño de la muestra poblacional, usaremos las formulas estadísticas correspondientes para poblaciones finitas:

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{d^2 * \ N - 1 \ + \ k^2 * p * q}$$

Donde:

- N, es el tamaño de la población que sufre de problemas de cáncer de cuello uterino en el ultimo año.

  N = 1500

- Si el nivel de confianza es del 95 %, entonces el coeficiente será:

Coeficiente de Confianza: $\alpha = 1 - \gamma$

$\alpha = 1 - 0.95$

$\alpha = 0.05$

Para buscar en la tabla de distribución Normal se tiene que: $1 - \frac{\alpha}{2} = 0.975$

Finalmente vemos que: $Z_0 = 1.96$

- P, es la variabilidad positiva (probabilidad con la que se presenta el fenómeno), en este caso 5 %, entonces p será:

  p = 0.05

- q, es la variabilidad negativa, q = (1 - p), entonces q será:

  q = 0.95

- d, es el margen de error máximo permitido (en este caso se desea un 5 %), entonces d será:

  d = 0.05

- n, es el tamaño de la muestra, es decir el numero de consultas que debemos realizar y solucionar:

  n = ¿?

Reemplazando estos datos en la formula anterior y haciendo operaciones tenemos que:

$$n = \frac{1.96^2 * 1500 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * \ 1500 - 1 \ + \ 1.96^2 * 0.05 * 0.095}$$

$$n = 69$$

## 4.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para definir el intervalo de confianza (IC) se hará uso de la distribución Normal ya que n es grande (n > 30), como desconocemos σ, usaremos la desviación estándar muestral para aproximar σ.

$$IC = X \mp Z_0 * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Donde:

- S es la desviación estándar muestral y se define por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{1}^{n} (X - X)^2}$$

- $Z_0$ es conocida. $Z_0$ = 1.96
- $n$ también es conocido y es n = 69.

Ahora bien para hallar $X$ se tiene que realizar un análisis detallado de los que arrojaron los resultados dela prueba de nuestro prototipo entonces veremos lo que nos muestran los resultados.

Donde se halla $X$ = 91.53

Luego se realizara el reemplazo de los nuevos datos y el cálculo del resultado final que se requiere:

Se tiene que $X$ = 91.53

Calculando:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{1}^{n} (X - X)^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{69} * 1582.37}$$

$s$ = 4.77

Ahora veamos el intervalo de confianza:

$$IC = X \mp Z_0 * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$IC = 91.53 \mp 1.96 * \frac{4.77}{\sqrt{69}}$$

$$IC = 91.53 \mp 0.57$$

$$IC =< 90.96 \ ; \ 92.1 >$$

Considerando que se tiene el intervalo de confianza (IC) es del 90.96 % al 92.1 %.

Lo cual indica que el porcentaje planteado en la hipótesis (97 %), es mucho mayor a la cota superior del intervalo de confianza hallado (92.1 %). Por tanto se concluye que el sistema experto es confiable.

# CAPITULO V

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

# 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 CONCLUSIONES

El sistema experto luego de la realización de las pruebas ha demostrado ser eficaz en el diagnostico del Cáncer de Cuello Uterino. Además que permite conocer un tratamiento especifico según el diagnostico obtenido por el sistema.

Con respecto al diseño del prototipo, este aspecto se cumple con el desarrollo de las etapas propuestas de la metodología Buchanan, prosiguiendo a formalizar dicho conocimiento utilizando lógica difusa, sacando variables lingüísticas con las cuales se realizo los conjuntos difusos con sus respectivas funciones de pertenencia y la elaboración de las reglas difusas.

- El prototipo fue desarrollado en función del paciente y cuenta con descripciones de todos los términos médicos que podrían generar dudas en la compresión del diagnostico.

- Para la construcción del prototipo se utilizo el lenguaje PHP, JAVASCRIPT, HTML.

- De las pruebas obtenidas se logro emular al experto humano con una confiabilidad del 92.1%.

De esta manera se logro alcanzar el objetivo general planteado en el capitulo I desarrollando un sistema experto para el Diagnostico y Tratamiento de Cáncer de Cuello Uterino que permita diagnosticar el estado de la paciente y pueda prevenir a tiempo las complicaciones que puede dejar esta enfermedad.

## 5.2 RECOMENDACIONES

El sistema experto realizado en esta tesis esta plenamente validado pero puede ser mejorado agregando otro modulo para edades entre 8 y 12 años antes de la primera menstruación debido a que las características del Cáncer de Cuello Uterino pueden ser notadas desde esa edad.

En áreas rurales donde no existen muchos médicos especialistas la implementación de los sistemas expertos seria de gran importancia e incentivo para realizar sobre todo en el ámbito de la salud ya que esta área es de vital importancia para la sociedad en general.

Se puede ampliar el campo de investigación de los sistemas expertos abarcando un mayor número de enfermedades.

Se puede desarrollar otros modelos que permiten el diseño e implementación de herramientas computacionales con otras alternativas de investigación de la inteligencia artificial, utilizando por ejemplo redes neuronales, búsquedas heurísticas, algoritmos genéticos.

Para la de este prototipo se pueden tomar otros parámetros, pero es recomendable tener cuidado que los médicos sean expertos en el área de estudio y no médicos generales.

Este sistema en ningún momento debe sustituir por completo al medico experto y se debe recurrir a el para validar el resultado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


- Lewis, Marlene. 2004. Análisis de la situación del cáncer cervicouterino en América Latina y el Caribe. Washington: Organización Panamericana del sur.

- Giarratano, J y Gary, R.2001. Sistemas expertos: Principios y programación. México: International Thomson.

- Cordero. 2007. Modelo de Intervención Comunitaria en Salud y Sistematización del Programa de Extensión para el Manejo Descentralizado y Control del Cáncer de Cuello. Universidad de Caldas.

- Aurini, S.2008. Sistema Experto Para El Diagnóstico y Tratamiento De Enfermedades Neurológicas Prevalentes. Tesis, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.

- Soto y Marlene. 2005. Sistema Experto de Diagnóstico Médico. Tesis. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

- [Velasquez 2010] Velasquez L. 2005, Teoria de Sistemas Expertos, Universidad Mayor de San Andres, Carrera de Informatica, La Paz-Bolivia

# ANEXOS

## Matriz de selección de Problemas

| | INDICADORES | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Problemas | Es muy frecuente (1 - 5) | Grado de dificultad (1 - 5) | Grado de la solución del problema | Puntaje | Orden de prioridad |
| Algunas mujeres no acuden al medico por vergüenza | 5 | 4 | 2 | 11 | 1 |
| La demora en cuanto al diagnóstico del paciente con cáncer de cuello uterino debido a que en algunos casos, las pacientes muestran Síntomas diferentes. | 5 | 4 | 4 | 13 | 3 |
| Las clínicas solo cuentan con un ginecólogo en la clínica y esto trae como consecuencia que algunos pacientes se queden sin ser atendidos. | 5 | 4 | 3 | 12 | 2 |
| Mujeres que no acuden al medico por motivos económicos | 5 | 4 | 2 | 11 | 1 |

## Matriz de Soluciones

Problemas:

1. Existe una demora en la atención trae como consecuencia que algunos pacientes se queden sin ser atendidos

2. Algunas mujeres no acuden al médico por vergüenza

| **Soluciones** | Equitatividad | Factibilidad | Rapidez de impacto | Sustentabilidad | Puntaje | Orden de prioridad |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Desarrollo de un Sistema Experto dará soporte de ayuda para realizar un diagnóstico temprano de cáncer de cuello uterino basado en los síntomas y antecedentes que presente la paciente. | 3 | 2 | 2 | 2 | 9 | 1 |
| Capacitar al personal médico y de apoyo, en temas relacional al diagnóstico temprano de enfermedades del cáncer de cuello uterino | 4 | 4 | 4 | 3 | 15 | 3 |
| Aumentar el personal médico en el área de ginecología | 3 | 3 | 4 | 3 | 13 | 2 |