

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMATICA**



**TESIS DE GRADO**

**SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO  
DEL QUISTE OVARICO**

**PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA  
MENCION: INGENERIA DE SISTEMA INFORMATICOS**

**POSTULANTE: Univ. Ramiro Conde Luna**

**TUTOR: Lic. Eufren Llanque Quispe**

**REVISOR: Lic. José Maria Tapia Baltazar**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2010**

## **DEDICATORIA**

A Dios por no abandonarme en los momentos más difíciles.

A mí familia por brindarme todo su apoyo y no perder nunca la fe en mí, por darme la vida y enseñarme a caminar en mis primeros pasos, por todo su amor, comprensión, desvelos y por todo su esfuerzo en no verme derrotado.

A mis amigos por sus consejos para seguir luchando hasta el final.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a mi tutor el Lic. Eufren Llanque Quispe, por brindarme su apoyo y sus conocimientos, su experiencia y sus consejos, su amistad y su confianza hacia mi persona, su personalidad, su carisma y sus palabras estarán siempre conmigo.

De la misma manera un agradecimiento sincero y desde lo mas profundo al Lic. José Maria Tapia Baltazar por guiarme en las diferentes etapas de mi tesis, por su asesoramiento y consejos, por su paciencia y buena voluntad, por enseñarme el valor de la grandeza en la humildad.

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.

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

Muchas gracias a todos de todo corazón y que Dios siempre los bendiga.

## RESUMEN

Los Sistemas Expertos es un área de la Informática que derivan de la rama de la investigación científica llamada Inteligencia Artificial. El objetivo de los Sistemas Expertos es entender y emular la inteligencia humana y sus procesos de razonamiento para obtener modelos de inferencia lógica y finalmente desarrollar aplicaciones computacionales que representen dicha inteligencia.

El Sistema Experto de Diagnóstico y Tratamiento del Quiste Ovárico es un Sistema que diagnostica los diferentes quistes que existen, Quiste Funcional, Quiste Cistoadenoma, Quiste Dermoide, Quiste Endometriosis, etc. cada uno de estos tienen diferentes síntomas donde se encuentra almacenada en una base de conocimiento del sistema.

Los síntomas y los tipos de quiste dependen de la edad del paciente y el historial de la familia donde cada síntoma es una variable para llegar a una conclusión.

El Sistema Experto de Diagnóstico y Tratamiento del Quiste Ovárico es un Sistema Experto Difuso con módulos fuzzificador y defuzzificador que son los que transforman los valores reales en conjuntos difusos mediante funciones de pertenencia y viceversa, cuenta con una base de conocimientos en donde se encuentra la base de datos y la base de reglas que es donde es codificada el conocimiento del especialista humano, también se tiene el motor de inferencia que es una de las partes más importantes del Sistema Experto, el motor de inferencia difuso es la que recibe las entradas y evalúa las reglas a utilizar para finalmente inferir un resultado que en nuestro caso es un diagnóstico para el paciente y su posterior tratamiento a seguir.

El Sistema Experto es implementado y evaluado juntamente con el especialista humano dando un resultado confiable e igual, porque el sistema es de fácil manejo y comprensión.

El trabajo con el especialista en ginecología fue muy importante que resolvió muchas dudas en el análisis de las variables de la enfermedad y las relaciones existentes entre ellas, también fue el factor fundamental en el desarrollo de las reglas de producción del Sistema.

## INDICE

### CAPITULO I

#### MARCO REFERENCIAL

1.1	Introducción.....	1
1.2	Antecedentes.....	2
1.3	Planteamiento del problema.....	4
1.3.1	Formulación del problema.....	5
1.4	Objetivos.....	6
1.4.1	Objetivos generales.....	6
1.4.2	Objetivos específicos.....	6
1.5	Hipótesis.....	6
1.6	Justificación.....	7
1.6.1	Justificación científica o teórica.....	7
1.6.2	Justificación económica.....	7
1.6.3	Justificación social.....	7
1.6.4	Justificación técnica.....	8
1.7	Metodología y herramienta.....	8
1.7.1	Especialista médico.....	9
1.8	Alcances y aporte.....	9
1.8.1	Limite y alcance.....	9
1.8.2	Aporte.....	10
1.9	Marco teórico.....	10
1.9.1	Sistema experto.....	10
1.9.2	Características de un sistema experto y un sistema humano.....	11
1.9.3	Modelo del sistema difuso.....	12

### CAPITULO II

#### APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

2.1	Ovario.....	14
2.2	Quiste ovárico.....	15
2.3	La edad la mujer.....	18

2.4 Tipos de quistes mas comunes.....	19
2.4.1 Quiste funcional.....	19
2.4.2 Cisteadenoma.....	19
2.4.3 Quiste dermoide.....	19
2.4.4 Quiste endometriósicos.....	19
2.4.5 Poliquísticos.....	19
2.5 Factores de riesgo en el desarrollo del quiste ovárico.....	20
2.5.1 La obstrucción parcial de los vasos pélvicos venosos.....	22
2.5.2 Quiste ovárico roto.....	22
2.6 Síntomas del quiste ovárico.....	23
2.6.1 Causas comunes.....	23
2.7 Pruebas y diagnósticos del quiste ovárico.....	25
2.7.1 Sonografía.....	26
2.7.2 Laparoscopia.....	27
2.7.2.1 Riesgos de la laparoscopia.....	28
2.7.2.2 Complicación de la laparoscopia.....	28
2.7.3 Ecografía ginecología C.A.D. en color.....	29
2.7.3.1 Preparación.....	31
2.7.3.2 Ventajas de la ecografía C.A.D.....	31
2.8 Tratamiento del quiste ovárico.....	32
2.8.1 Esperar y observar.....	33
2.8.2 Pastillas anticonceptivas.....	33
2.8.3 Cirugía laparoscópica.....	33
2.9 Prevención.....	33

### **CAPITULO III**

#### **DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO DIFUSO PARA DIAGNOSTICAR UN QUISTE OVARICO**

3.1 Método del Sistema Experto.....	35
3.2 Conjunto difuso.....	39
3.3 Variables lingüísticas.....	40

3.4 Universo de discurso.....	40
3.5 Funciones de pertenencia.....	41
3.6 Sistema experto difuso.....	42
3.7 Estructura del sistema experto difuso.....	43
3.8 Fuzzificación.....	44
3.9 Mecanismo de inferencia.....	44
3.10 Defuzzificación.....	45
3.10.1 Método del máximo.....	45
3.10.2 Centroide de área.....	45
3.10.3 Método de la altura.....	46
3.10.4 Método de razonamiento difuso.....	46
3.10.5 Método mamdani.....	48
3.10.6 Método takasi sugemo.....	46

#### **CAPITULO IV**

#### **MODELO DEL SISTEMA EXPERTO PARA DIAGNOSTICAR UN QUISTE OVARICO**

4.1 Metodología del Sistema.....	49
4.2 Método científico.....	49
4.3 Etapas del Sistema Experto.....	50
4.3.1 Análisis del Sistema Experto.....	50
4.3.2 Diseño del Sistema Experto.....	51
4.3.3 Elección del software.....	51
4.3.4 Aplicación del prototipo.....	51
4.3.5 Evaluación de resultados.....	51
4.3.6 Identificación de las variables asociados al quiste ovárico.....	53
4.4 Evaluación de las variables del quiste ovárico.....	54
4.4.1 Pruebas y factores de riesgo.....	55
4.4.1.1 Edad del paciente.....	55
4.4.1.2 Antecedentes familiares.....	55
4.4.1.3 Pruebas del tacto.....	56

4.4.1.4 Examen pélvico.....	56
4.4.1.5 Ecografía pélvica.....	56
4.5 Identificación de las variables de entrada y salida.....	57
4.6 Definición y codificación de las variables lingüísticas.....	58
4.7 Definición de los conjuntos difusos y funciones .....	59
4.7.1 Variable edad paciente.....	59
4.7.2 Variables de nivel de estrógeno.....	60
4.7.3 Variables nivel de CA-125.....	61
4.8 Árbol de decisión para la estatificación.....	62
4.9 Desarrollo de las reglas.....	63
4.10 Definición del método difuso.....	63
4.10.1 Sistema de inferencia.....	65
4.10.2 Obtención de salidas del sistema difuso.....	65
4.10.3 Esquema del motor de inferencia basado en reglas.....	65
4.10.4 Inferencia difusa tipo Mamdani.....	66
4.10.5 Fuzzificación difuso.....	66
4.10.6 Defuzzificación Difuso.....	67
4.11 Software difuso.....	67
4.12 Aplicación del prototipo del sistema en Visual Basic.....	68
4.13 Base de conocimiento.....	68
4.13.1 Base de reglas.....	68
4.13.2 Base de dato.....	69
4.13.3 Sistema de inferencia difusa en Visual Basic.....	70
4.13.4 Reglas del sistema experto.....	71
4.13.5 Visualizador de superficies.....	72
4.14 Pruebas del sistema .....	75
4.15 Análisis de resultados.....	78

**CAPITULO VI**

**CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN**

5.1 Conclusión.....	83
6.1 Recomendaciones.....	83
Bibliografía.....	84
Glosario médico.....	86



### MARCO REFERENCIAL

#### 1.1 INTRODUCCION

La inteligencia artificial es una disciplina científica técnica que fue 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 resuelven problemas difíciles.

Los Sistemas Expertos (S.E.) son una rama más de la inteligencia artificial, se diría que es la aplicación mas extensa de la I.A. y en las últimas décadas viene cobrando un notable interés por su gran aplicabilidad en diversas áreas de la ciencia y tecnología.

La idea básica de los programas es capturar en una computadora la experiencia y el conocimiento de una persona experta en un área determinada del saber, tal que otra persona no experta llamado usuario pueda utilizarla y aprovechar esa información.

Los Sistemas Expertos son programas que se basan en el conocimiento y tratan de imitar el razonamiento de un Experto para resolver un problema de un tópico definido.

Su comportamiento se basa generalmente mediante reglas de producción es decir, se basa en conocimientos previamente definidos, y mediante los conocimientos, los SE son capaces de calcular soluciones.

Sistemas son desarrollados con diferentes objetivos y muy variados propósitos, entre algunas tareas que realiza un Sistema Experto tenemos el diagnóstico, interpretación, monitoreo, selección, planificación, control, simulación, pronóstico, instrucción, etc.

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.

Los campos de aplicación de los Sistemas son numerosos tales como: la medicina, enseñanza, estrategias militares, económicas, financieras, etc.

## 1.2 ANTECEDENTES

Los quistes ováricos son típicamente funcionales (no relacionados con una enfermedad) y ocurren como un proceso normal de ovulación. Durante los días previos a la ovulación, se desarrolla un folículo, pero en el momento en que se espera la ovulación, dicho folículo no logra romperse y liberar el óvulo, como se supone que debe ser.

En lugar de salir, el líquido dentro del folículo permanece y forma un quiste, que afecta a un gran número de personas en nuestro país y a nivel mundial, más específicamente a las mujeres en edad fértil. Los quistes se manifiesta en los folículos del ovario de la mujer, cuando se están iniciando los quistes no presenta síntomas pero a medida que va en aumento presentan síntomas que pueden ser reconocidas tanto por el médico como por el paciente, si los quistes son diagnosticadas a tiempo en sus etapas iniciales, se podrá comenzar un tratamiento y se evitara que aumente de tamaño y afecte a otros órganos importantes.

El quiste comienza a desarrollarse en la mayoría en las mujeres a partir de los 20 años, aunque la mayoría desaparece sin tratamiento junto con su menstruación, investigaciones recientes han llegado a concluir que no tiene una causa exacta el por que de los quiste pero se supone que son por la causa de los estrógenos.

La mejor forma de combatir al igual que los diferentes tipos de quistes existentes es la prevención y detección de síntomas en sus etapas iniciales aunque es muy difícil, en sus etapas iniciales el quiste no presenta síntomas y cuando se los realiza con equipos tradicionales suelen confundirse un quiste con un folículo, cuando ya se manifiestan los síntomas quiere decir que el quiste se encuentra en una etapa avanzada, también hay pruebas que se pueden realizar para tener mas certeza del nivel de estado de gravedad del quiste o viceversa, las pruebas se los realiza con los equipos de sonograma a color.

El desarrollo de Sistemas Expertos en el área de la medicina no es reciente, ya en el año de 1972 se creó Mycin un Sistema Experto que causó gran impacto, su objetivo era detectar trastornos en la sangre y recetar los medicamentos necesarios, en ese entonces su éxito fue tal que llegaron a usarla en varios hospitales. De ahí en adelante se desarrollaron SE para diferentes especialidades médicas como ser diagnóstico de la diabetes, diagnóstico de cáncer de seno, diagnóstico de enfermedades pulmonares, próstata, etc.

Los Sistemas Expertos proceden inicialmente de finales de los años 50. Hacia 1957 un programa denominado GPS ("*General Problem Solver*" o Solucionados General de Problemas) fue llevado a cabo por los investigadores Alan Newell y Herbert Simón.

El programa podía trabajar con criptografía utilizando matemáticas, también con las torres de Hanoi y otros problemas similares. Era un buen Sistema pero no podía resolver problemas del mundo real.

Fue un buen comienzo. Con los intentos de otros investigadores se dieron cuenta que para poder tener más éxito construyendo el tipo de Sistemas debían restringir el dominio de estudio a uno más pequeño. De manera que se les haría más fácil simular parte del pensamiento humano para la resolución de problemas.

Los Sistemas Expertos (también conocidos por Sistemas basados en el conocimiento o Sistemas Expertos basados en el conocimiento) son una rama de la IA que hace uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Éste es una persona que tiene experiencia desarrollada en cierta área, es decir, el especialista tiene conocimientos o habilidades especiales que la mayoría no conoce o de las que no dispone (el llamado dominio de conocimiento); puede resolver problemas que la mayoría no podría resolver, o los resuelve con mucho mayor eficiencia (a menor costo).

El conocimiento de los Sistemas Expertos puede obtenerse por experiencia o consulta de los conocimientos que suelen estar disponibles en libros, revistas y con personas capacitadas.

En su dominio de conocimiento el Sistema Experto razona o hace inferencias de la misma forma que un especialista humano inferiría la solución de un problema.

Los Sistemas Expertos que aplican la Lógica Difusa (llamados también Sistemas Expertos Difusos) tienen gran desarrollo en diferentes áreas de la tecnología y la vida real, la lógica difusa se acerca más a la forma de pensar del hombre, la lógica difusa llamada también lógica multievaluada clasifica en valores lingüísticos las variables de estudio igual que lo haría un ser humano.

Existen muchos trabajos en el campo, el desarrollo de Sistemas Expertos difusos se ha hecho muy popular en muchas y diversas aplicaciones como ser la medicina.

### **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 la importancia necesaria de ir a realizarse un examen cada cierto tiempo.

Si los quistes no tienen síntomas en su etapa de inicio, por lo cual el paciente no tiene la necesidad de recurrir a la consulta de un especialista para realizarse un examen general.

En algunos hospitales estatales no proveen suficiente información al paciente y si los dan son muy escasas, más si son de condición humilde, peor a los del área rural la dificultad es enorme tanto cultural como en la comunicación.

Un elemento es la falta de conocimiento cualitativo sobre los problemas que una persona le podría aquejar en su organismo.

Las mujeres que tienen quiste tienen problemas en realizarse un análisis con el ginecólogo o miedo en saber que un quiste solo se puede quitar mediante una cirugía.

Un quiste es solo un folículo que no ha logrado expulsar el ovulo lo cual se debe tratar de una manera adecuada y precisa.

TABLA 1 Relación causa / efecto.

N°	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 interés sobre el gran peligro que puede causar el quiste ovárico.
3	Poco acceso a servicios de salud ya sea público o privado.	Contribuye a que aparezca enfermedades como la miomas quistes

Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

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

¿El Sistema Experto de Diagnóstico del Quiste Ovárico mediante la Lógica Difusa será capaz de obtener un Diagnóstico y Tratamiento adecuado para el paciente?

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un Sistema Experto para el diagnóstico de Quiste Ovárico, que permita determinar el grado en el cual se encuentra para su respectivo tratamiento y prevención.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a) Desarrollar el Sistema Experto mediante el modelo difuso tipo Mamdani.
- b) Implementar los módulos de fuzzificación y desfuzzificación
- c) Construir la base de conocimiento mediante el diseño de los conjuntos difusos y sus funciones de pertenencia, a través del conocimiento del especialista y el ingeniero del conocimiento.
- d) Desarrollar un modelo de Sistema Experto para el diagnóstico de quiste ovárico a partir del examen sonográfico del paciente aplicando la lógica de la incertidumbre para generar una inferencia adecuada.
- e) Diseñar una base de conocimiento utilizando reglas basado en la experiencia del Experto para el diagnóstico del quiste ovárico.
- f) Desarrollar la base de conocimiento basado en reglas, con la experiencia del ginecólogo.
- g) Obtener el conocimiento del Experto en ginecología, para la elaboración del Sistema Experto.

Construir la base de conocimiento mediante el árbol de dediciones para el diagnóstico del quiste ovárico.

## **1.5 HIPOTESIS**

**El Sistema Experto para el diagnóstico del quiste ovárico, será una herramienta capaz de apoyar el trabajo del profesional en el área de salud y proporcionar un diagnóstico confiable.**

## **1.6 JUSTIFICACION**

### **1.6.1 JUSTIFICACION CIENTIFICA**

El presente trabajo, proporcionará un aporte teórico de mucha importancia en lo que se refiere a las investigaciones en el área del Sistema Experto.

El Sistema Experto será un instrumento alternativo, rápido y eficiente, lo cual permitirá optimizar el tratamiento del Quiste Ovárico.

El trabajo presenta el estudio en el área de Ginecología, contribuyendo el avance Informática en el campo de la medicina.

Es factible desarrollar un Sistema de la naturaleza puesto que se aplican en su diseño, modelado y construcción de herramientas teóricas y científicas como ser el estudio y la investigación mediante el método científico, el desarrollo mediante la teoría de los Sistemas Expertos basados en lógica difusa (Sistemas de inferencia difuso) y la implementación mediante un prototipo de desarrollo en Visual Basic.

### **1.6.2 JUSTIFICACION ECONOMICA**

El desarrollo del proyecto económicamente es factible, los gastos no son muy elevados en comparación con los beneficios que podrá brindar a los usuarios que utilizaran el Sistema.

Se plantea un prototipo que reduzca los gastos económicos que se contemplan al realizar los exámenes sonográficos para disminuir el número de pruebas.

### **1.6.3 JUSTIFICACION SOCIAL**

En los Centros de Salud, acuden en su mayoría la gente de escasos recursos, no cuentan con un especialista en la área de ginecología si no con uno que es general, con el presente trabajo se beneficiará los pacientes que presentan síntomas de Quiste Ovárico puesto que podrán consultar con el médico el grado de Quiste que tiene el paciente.

El Sistema Experto Diagnóstico y Tratamiento de Quiste Ovárico será una herramienta importante de consulta e información, que podrá brindar apoyo especialmente a los profesionales médicos ya sean de la especialidad en cuestión o a médicos generales para comprobar y comparar resultados. De la manera poder obtener diagnósticos mas acertados y afrontar con mas certeza el flagelo que afronta la humanidad y desde luego la prevención, detección de síntomas a priori y la información son las mejores armas para combatir el Quiste Ovárico.

#### **1.6.4 JUSTIFICACION TECNICA**

El manejo de los Sistemas Expertos tendrá la capacidad de diagnosticar el grado del avance del Quiste Ovárico que tiene la mujer afectada, utilizando como herramienta la computadora y las reglas que permiten representar el conocimiento humano de manera formal y precisa.

La escasez de Expertos en el área de ginecología requiere más exactitud, significa que el Sistema Experto tenga que actualizarse constantemente y que pueda ser flexible, lo que para un Sistema tradicional significa una gran inversión. La lógica difusa permitirá asignar grados de certeza al detectar el Quiste Ovárico.

#### **1.7 METODOLOGIA Y HERRAMIENTA**

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

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

El presente trabajo se encuentra en desarrollo del modelo de diagnóstico mediante el uso de la lógica difusa y su implementación en Visual Basic siendo una herramienta de fácil manejo y comprensión.

### **1.7.1 ESPECIALISTA MEDICO**

La etapa contempla la búsqueda del especialista en Quiste del Ovario. 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 APORTES**

#### **1.8.1. LIMITES Y ALCANCES**

Existen exámenes clínicos que son clasificados en una gran diversidad dependiendo de los síntomas que tiene el paciente, el requerimiento de los médicos solicitantes; la presente investigación se enfoca en el examen sonográfico.

El presente trabajo abarca el desarrollo de un Sistema Experto de Diagnóstico de Quiste Ovárico mediante la aplicación de la Lógica Difusa, comprende el diseño y desarrollo de un Sistema de inferencia difuso, una base de reglas difusas y base de hechos módulos fuzzificación y defuzzificación su posterior validación mediante un prototipo implementado en Visual Basic.

El diagnóstico se realiza evaluando el nivel de gravedad de los síntomas y las pruebas adicionales presentados por el paciente con Quistes Ováricos y obteniendo al final el tratamiento más optimo a seguir para el paciente.

A través del conocimiento del especialista se desarrollará 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 aplicará 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 difundir mas fácilmente.

## **1.8.2 APORTES**

El aporte del presente trabajo se encuentra en el desarrollo del modelo de diagnóstico mediante el uso de la lógica difusa y su implementación en Visual Basic siendo una herramienta de fácil manejo y comprensión a la hora de evaluar los resultados, un Sistema que tiene la facilidad de realizar cambios, mejoras, adecuaciones y adiciones ya sean de las variables o reglas hasta conseguir los resultados esperados, un Sistema automatizado que sirva como herramienta práctica, confiable y fácil manejo para la obtención de información, pronóstico y diagnóstico a quien lo solicite oportunamente.

Desarrollo del prototipo de Sistema Experto, el cual busca preservar el conocimiento del especialista en ginecología.

Será una herramienta útil para el desarrollo de Sistema Experto basados en probabilidades.

El diagnóstico del quiste, a través de un Sistema Experto es importante por que ayuda especialmente a los centros de salud.

La implementación de un prototipo del sistema experto empleando un lenguaje de programación visual Basic.

Diseñar una base de datos para almacenar el conocimiento del experto ginecólogo en relación del quiste ovárico.

## **1.9 MARCO TEORICO**

### **1.9.1 SISTEMAS EXPERTOS**

Los Sistemas Expertos se pueden considerar como el primer producto verdaderamente operacional de la inteligencia artificial. Son programas, computadoras diseñadas para actuar como el especialista humano en un dominio particular o área de conocimiento. En el sentido, puede considerarse como intermediario entre el experto humano, que transmite su conocimiento al Sistema, y el usuario que lo utiliza para resolver un problema con la eficacia del especialista. El Sistema Experto utilizará para ello el conocimiento que tenga almacenado y algún método de inferencia.

Se puede encontrar muchas definiciones de Sistema Experto una de ellas es, imitar el comportamiento de un Experto humano en la solución de un problema. Puede almacenar conocimiento del experto para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones.

Como tal, un Sistema Experto debería ser capaz de procesar y memorizar información, aprender y razonar en situaciones determinadas e inciertas, comunicar con las personas y otros Sistemas Expertos, tomar decisiones apropiadas y explicar por qué se han tomado tales decisiones.

Los Sistemas Expertos son maquinas que piensan y razonan como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo.

Un Sistema Experto de verdad no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, si no que manipula esos datos de tal forma que los resultados reales y significativos para responder a preguntas no específicas.

Aunque la anterior es todavía una definición razonable de un Sistema Experto, han surgido desde entonces otras definiciones, debido al rápido desarrollo de la tecnología.

Un Sistema Experto es un sistema de aplicación que emula la habilidad de tomar decisiones de un experto humano.

### **1.9.2 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO Y UN SISTEMA HUMANO**

Un Sistema Experto tiene un campo muy reducido, el cual utilizará para ello el conocimiento que tenga almacenado y métodos de inferencia, cuando se habla de un Experto humano, se refiere a una persona competente a una área determinada, por lo que se recomienda el uso de Sistema Experto en las siguientes situaciones:

- Cuando los Expertos humanos en una determinado área son escasos.
- En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.

- No siempre se encuentra disponible, ya que los Expertos se jubilan y por ser humanos se mueren.
- En lugares hostiles como ser guerras, revoluciones, etc.
- En lugares remotas del territorio Boliviano.

TABLA 1.2: Características del Sistema Experto y el Experto humano.

CARACTERÍSTICAS	SISTEMA EXPERTOS	EXPERTO HUMANO
Conocimientos	Adquirido	Adquirido + innata
Campo	Único	Múltiple
Explicación	Siempre	A veces
Capacidad	Si	No evaluable
Reproducible	Si	No
Vida	Infinita	Finita
Tipo de dato	Simbólica	
Resolución	Heurística	
Modificación	Frecuente	
Solución	Satisfactoria	
Justificación	Si	

Fuente: Lic. Luisa Velásquez. (Clases de SE)

### 1.9.3 MODELO DEL SISTEMA DIFUSO

El modelo del Sistema Experto de Diagnóstico y Tratamiento del Quiste Ovárico tendrá las siguientes características

- Entradas al Sistema Experto Difuso.
- Sistema de Inferencia Difuso.
- Resultados del Sistema Experto.

Que nos permitirá el desarrollo del Sistema Experto y la salida será fiable como se muestra en la figura siguiente.

FIGURA 1: Modelo del Sistema difuso.



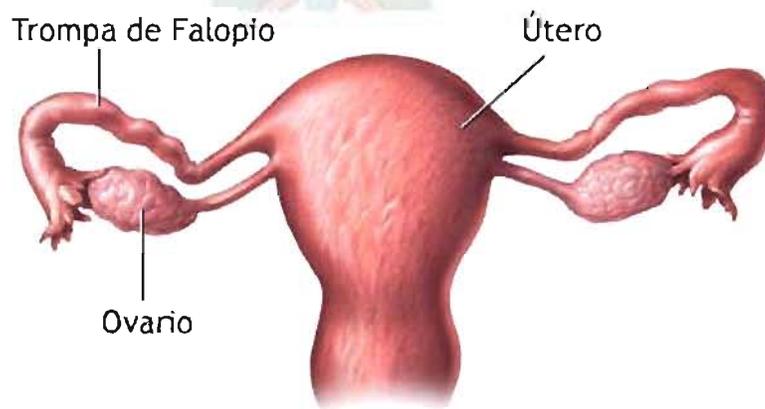
Fuente: Elaboración propia.

## 2.1 APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

**OVARIO** es la gónada femenina productora y secretora de hormonas sexuales y óvulos. Son estructuras pares con forma de almendra, con medidas de 1x2x3 cm. en la mujer fértil (aunque varía durante el ciclo), y un peso de unos 6 a 7 gramos, de color rojo grisáceo, fijados a ambos lados del útero por el ligamento ancho del útero. Los ovarios femeninos son el equivalente a los testículos masculinos.

En el estroma ovárico encontramos los folículos primordiales que madurarán, gran cantidad de vasos sanguíneos, tejido elástico y tejido conjuntivo laxo. El ovario, además de producir óvulos, segrega un grupo de hormonas, estrógeno y progesterona. Las hormonas inducen y mantienen los cambios físicos de la pubertad y las características sexuales secundarias, apoyan la maduración del endometrio uterino a la espera de una posible implantación de un óvulo fecundado. Así mismo, suministran las señales adecuadas al hipotálamo y la pituitaria para mantener el ciclo menstrual. Los estrógenos tienen un papel preponderante en el mantenimiento de la grasa subcutánea, la fortaleza de los huesos y algunos aspectos de las funciones cerebrales.

FIGURA 2.1 El ovario.



Fuente: Dra. Teresa Lavintman (Posta 12 de Octubre).

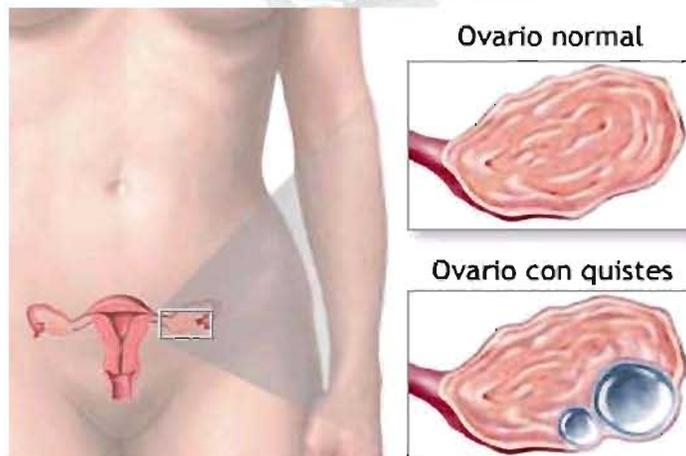
Durante la vida fértil femenina (la cual empieza en la pubertad), cada ovario desarrolla un óvulo alternadamente en ciclos de (ovulación) de aproximadamente 28 días, momento en el cual lo libera.

Los óvulos tienen que atravesar un pequeño espacio para entrar en las trompas de Falopio y dirigirse gradualmente hacia el útero donde, si es fecundado por un espermatozoide se implantará, se convertirá en cigoto y posteriormente en embrión.

## 2.2 QUISTE OVARICO

Las mujeres en edad reproductiva, por lo general, liberan un óvulo aproximadamente una vez al mes. El ovario lleva un óvulo del interior del ovario a su superficie al crear una ampolla o espacio lleno de líquido alrededor del óvulo en desarrollo. Cuando la ampolla (o quiste) llega a la superficie del ovario, estalla y libera el óvulo en la cavidad abdominal. Después de este hecho, la ampolla puede convertirse en otro tipo de quiste, y fabricar una hormona (progesterona) que ayuda en el crecimiento del embarazo. La mayoría de estos quistes aparecen y desaparecen sin causar trastornos. A veces, sin embargo, los quistes aumentan de tamaño o se tornan dolorosos; otros pueden permanecer durante meses.

FIGURA 2.2 Ovario Normal, ovario con quiste.



Fuente: Hospital de la mujer.

Se conocen como quistes funcionales cuando ocurren por causa de la ovulación, es decir de la liberación de un óvulo por parte del ovario. Los quistes funcionales normalmente disminuyen de tamaño con el tiempo; usualmente entre uno y tres meses. En ciertos casos, los médicos sugieren que tomen píldoras para el control de la natalidad de modo que la persona no ovule, si la mujer no ovula no formará quistes.

Los ovarios están diseñados para liberar un óvulo todos los meses. Sucede de la siguiente forma: Un quiste lleno de líquido nutritivo se forma alrededor del óvulo mientras éste se desarrolla. Cuando el quiste revienta, se libera el óvulo. Es un proceso fisiológico completamente normal que les sucede todos los meses a la mayoría de las mujeres que menstrúan. A veces, el óvulo comienza a desarrollarse, pero el proceso no se completa, en cuyo caso el quiste permanecerá en el ovario durante un tiempo y, luego, desaparecerá gradualmente.

Suele suceder, de hecho, los ovarios casi siempre contienen quistes pequeños.

A veces, el quiste sigue creciendo. En ocasiones, los quistes crecen hasta medir siete u ocho centímetros de diámetro. Los quistes pueden ser dolorosos, pero suelen desaparecer de forma gradual sin la necesidad de tratamientos. En algunas ocasiones un quiste ovárico no desaparece por sí solo, o sigue creciendo y produce mucho dolor. Los ovarios también pueden producir quistes que no están ligados a la producción de óvulos, pero es muy poco probable que suceda durante el embarazo.

Si una mujer está pasando por la menopausia y no está teniendo períodos no debería formar quistes funcionales. Si una mujer es detectada con quiste el médico probablemente le realice un sonograma para que él o ella puedan ver el quiste.

Los quistes ováricos son una de las afecciones más frecuentes en las mujeres de todas las edades. Aparecen afectando uno o ambos ovarios, sus tamaños van desde menos de 2 mm. hasta decenas de milímetros y su número varía desde un solo quiste hasta incontables quistes.

Los quistes se forman en los folículos ováricos, los cuales son los encargados de producir el óvulo. Las ecografías convencionales muchas veces confunden los folículos normales con quistes y muchísimas pacientes han sido operadas innecesariamente.

La mayoría de los tumores ováricos, una vez iniciado su desarrollo, prosiguen su evolución lenta y silenciosamente. Es decir, son asintomático: No dan ningún tipo de síntoma. Por esa razón es muy importante efectuar una ecografía ginecológica periódicamente y junto con los demás estudios ginecológicos de rutina (Papanicolau, corposcopia, mamografía, etc.).

En caso de lesiones quísticas pequeñas es aconsejable un prudente control, especialmente en mujeres jóvenes, porque es posible que se trate de quistes por retención, foliculares o del cuerpo amarillo, que en poco tiempo, o después de la menstruación se reducen de volumen o desaparecen, hecho que no sucede en los verdaderos quistes tumorales benignos.

Se realiza un estudio ginecológico, entre ellos una ecografía ginecológica transvaginal. En ella presenta en ovario derecho: Tamaño normal; en su interior imagen anecoica, quiste de 43 por 29 mm.

Ovario izquierdo: Tamaño conservado con quiste de iguales características, de 32 por 22 mm. Por lo general el tamaño normal de los ovarios varía entre 20 y 30 mm. De diámetro.

Se realiza un nuevo examen dentro de un mes. En ésta se encuentra el ovario derecho: Imagen hipoecoica (quiste) de 62 por 38 mm. (Aumento de 20 mm. Con respecto al anterior).

Ovario izquierdo: de 23 por 16 mm. Sin otra imagen. En el momento se indica un medicamento complementario apropiado para los quistes de ovario, además del medicamento de fondo.

Después de dos meses se realiza otro examen ecografía transvaginal cuyo informe es el siguiente: Ovario derecho: Tamaño normal. 35 por 15 mm., no visualizándose formaciones quísticas (desapareció el quiste).

Ovario izquierdo: Normal y de tamaño 20 por 12 mm. Si la paciente consultará a otro ginecólogo, quien puede indicar una intervención quirúrgica urgente.

Así vemos como, mientras el médico recurre a métodos agresivos como único recurso, los ginecólogos homeópatas tenemos las armas como para solucionar problemas de índole, evitando así métodos tan agresivos como es una intervención quirúrgica.

## **2.3 LA EDAD DE LA MUJER**

Además de los tipos mencionados, existen los llamados quistes endometriósicos. Muchas veces generan infertilidad en mujeres jóvenes ya que tienden a formarse una y otra vez a no ser que se extirpe todo el ovario, por suerte, la mayoría de quistes de ovario son benignos, sobre todo los que se presentan en la edad fértil de la mujer. Si requieren de tratamiento, generalmente es posible hacerlo por laparoscopia, una moderna técnica que implica cortes casi invisibles, un tiempo corto de hospitalización y una recuperación total en tiempo muy breve. Antes de la cirugía, será necesario una buena historia clínica y ocasionalmente, análisis hormonales, placas, ecografías con doppler, u otros exámenes especializados, según lo disponga el médico. Un factor muy importante a tomar en cuenta en la cirugía del quiste de ovario es la edad de la paciente. En caso de una mujer joven en edad reproductiva el tratamiento debe ser mucho más conservador para que pueda tener hijos más adelante si así lo desea. En las mujeres maduras, en cambio, el tratamiento puede ser más agresivo.

En otras palabras, en una mujer menopausica no habría mucho problema en retirar la totalidad del ovario afectado, mientras en una mujer joven y sin hijos la tendencia al tratarla debe ser sacar únicamente el quiste dañando lo mínimo posible al ovario, y ser muy cuidadoso en la técnica operatoria para generar la menor cantidad de adherencias posibles, para que la paciente no tenga problemas posteriores de fertilidad.

## **2.4 TIPOS DE QUISTES MAS COMUNES**

### **2.4.1 QUISTE FUNCIONAL**

Es un tumor normal y benigno que ocurre por causa de la ovulación. Los quistes funcionales más frecuentes son los foliculares y los del cuerpo lúteo. En su mayoría disminuye de tamaño con el tiempo, en un periodo de tres meses aproximadamente. En algunos casos se usará anticonceptivos.

Los quistes ováricos son funcionales; es decir, que no están relacionados con una enfermedad y tienden a desaparecer espontáneamente en un periodo de 60 días. Los anticonceptivos orales ayudan a normalizar los ciclos menstruales de la paciente para poder controlar el desarrollo del quiste ovárico.

### **2.4.2 CISTOADENOMA**

Es un neoplasma. Hay cistoadenomas cerosos y mucinos que llegan a crecer hasta 30 centímetros, requieren intervención quirúrgica por que en un pequeño porcentaje puede convertirse en un quiste maligno.

### **2.4.3 QUISTE DERMOIDE**

Es un quiste de tumor que a menudo contiene diferentes tipos de tejidos como pelos, músculos y huesos. Se llama también teratoma maduro. El quiste requiere de intervención quirúrgica independiente de su tamaño.

### **2.4.4 QUISTES ENDOMETRIOSICOS**

Se asocian a la enfermedad endometriósica que produce o es causa de la infertilidad. Los tumores igualmente deben ser intervenidos quirúrgicamente.

### **2.4.5 POLIQUISTICOS**

Se producen porque existe una comunicación alterada entre el Sistema hormonal y los ovarios. Son folículos inmaduros que se alinean alrededor del

ovario impidiendo una ovulación adecuada. Con frecuencia puede asociarse a una alteración hormonal y en algunos casos ocasiona problemas de fertilidad y de peso o presentan resistencia a la insulina. Los ovarios poliquísticos son de causa genética.

## **2.5 FACTORES DE RIESGO EN EL DESARROLLO DEL QUISTE OVARICO**

Muchos de los quistes no causan síntomas y generalmente se descubren en el examen ginecológico que la mujer debe hacerse una vez al año. Sin embargo algunos de los tumores se asocian al dolor en la zona baja del abdomen como una pesadez o hincadas referidas en el lado derecho o izquierdo. En el caso de los endometriomas puede asociarse a cólicos menstruales muy fuertes y dolor en las relaciones sexuales.

Las complicaciones están relacionadas con el diagnóstico específico. Se le debe prestar atención a los quistes que presentan torsión, que se rompen, que sangran o que muestran signos de cambios cancerosos.

Se pueden presentar como la ruptura del quiste o la torcedura del ovario debido a que el tumor es muy grande. Puede originar un infarto del ovario presentando dolor fuerte de manera súbita que requiere de una inmediata intervención quirúrgica.

Los quistes no se pueden prevenir, de allí la importancia de que toda mujer acuda a su control ginecológico anual para poder detectarlos y tratarlos a tiempo.

Los quistes ováricos son típicamente funcionales (no relacionados con una enfermedad) y ocurren como un proceso normal de ovulación. Durante los días previos a la ovulación, se desarrolla un folículo, pero en el momento en que se espera la ovulación, dicho folículo no logra romperse y liberar el óvulo, como se supone que debe ser.

Los quistes ováricos funcionales o fisiológicos generalmente desaparecen en un lapso de 8 a 12 semanas sin tratamiento, son relativamente comunes y se presentan con más frecuencia durante los años fértiles (desde la pubertad hasta

la menopausia). Los quistes son poco comunes después de la menopausia. Los quistes ováricos funcionales son diferentes a los tumores ováricos (incluyendo cáncer de ovario) o a quistes debido a afecciones relacionadas con las hormonas, como la poliquistosis ovárica. Algunos quistes ováricos no funcionales tienen que ser tratados para que desaparezcan.

Los quistes ováricos pueden suceder en cualquier momento durante años de la maternidad. Las mujeres tienen generalmente dos ovarios que llegan a ser activos a la hora de pubertad. De entonces encendido, a través de un ciclo mensual, los ovarios son bombardeados por las hormonas de la glándula pituitaria. Durante las fases del ciclo mensual, los huevos se convierten en los sacos conocidos como folículos, que maduran hasta que lanzan un huevo. Al cuerpo reabsorba a la mayoría de los folículos o no madura.

El folículo persiste y forma a veces un quiste en lugar de otro. Éstos son quistes funcionales, causados por una alteración leve en la función normal del ovario, generalmente por desequilibrio hormonal. Los quistes anormales resultan de crecimiento anormal de la célula, y no se sabe por qué sucede éste.

El flujo menstrual normal dura unos cuatro días, ocasiona una pérdida de sangre total de 30 ml a 80 ml (aproximadamente de 2 a 8 cucharadas) y normalmente se presenta cada 28 días (+/-7 días).

El sangrado vaginal puede ser preocupante en las mujeres mayores de 50 años (posmenopáusicas). El riesgo de malignidad incrementa con la edad.

Es importante asegurarse de que el sangrado proviene de la vagina y no del recto o de la orina. Insertando un tampón en la vagina se puede confirmar si la fuente del sangrado es la vagina, el cérvix o el útero.

Un examen médico exhaustivo es frecuentemente la mejor manera de detectar la fuente del sangrado. El examen se puede realizar inclusive mientras se está presentando el sangrado, por lo tanto, la situación no debe ser una razón para posponerlo.

### **2.5.1 LA OBSTRUCCION PARCIAL DE LOS VASOS PELVICOS VENOSOS**

Produce dificultad en el flujo de sangre, lo cual facilita la acumulación de líquido en los folículos ováricos hasta desarrollar quistes. Es así como un fibroma localizado cerca a algún vaso ovárico puede facilitar la producción de quistes ováricos. Alteraciones menos conocidas, como la dificultad para obtener el orgasmo femenino, también facilitan la formación de quistes ováricos por la acumulación de sangre en la pelvis. En caso ecográficamente se demuestra aumento de calibre de los vasos pélvicos.

La inflamación de la cavidad pélvica donde se encuentran los órganos ginecológicos, aumenta la posibilidad de producción de quistes precisamente por la acumulación de líquido. Igual sucede con las infecciones pélvicas.

Los problemas hormonales también producen quistes ováricos, e incluso pueden afectar gravemente los ciclos menstruales haciéndolos muy irregulares, desaparecerlos totalmente, o producir hemorragia ya sea muy abundante y con coágulos, o incluso poca producción de sangre. Es frecuente que se asocie flujo vaginal a los quistes ováricos. También, los quistes mamarios se asocian frecuentemente con quistes ováricos.

### **2.5.2 QUISTE OVARICO ROTO**

La ruptura del quiste folicular puede conducir al dolor unilateral severo agudo del mittelschmerz (mediados de ciclo que ocurre), y es experimentada por aproximadamente 25% de mujeres en la etapa de menstruación. Semejantemente, la falta de la degeneración del luteum de la recopilación conduce a una formación luteal del quiste.

Los quistes pueden romperse, causando el dolor repentino, severo que va gradualmente ausente sobre varios días. Generalmente, sin embargo, desaparecen espontáneamente sobre el curso de unos o más ciclos menstruales. Pueden causar cambios en tus períodos y dolor pélvico. Dependiendo del tamaño del quiste, puede apenas ser observado o ser tratado con las píldoras del control de la natalidad.

Pyuria y/o el hematuria pueden ser presente si el Sistema urinario se inflama se infecta de un proceso ovárico adyacente, tal como quiste ovárico inflamado/que se escapa o absceso tuboovarian roto.

Los resultados de diagnóstico que incluyen más de 10 ml de líquido claro sugieren escaparse o quiste ovárico roto, aspiración de un quiste intacto, las ascitis, o carcinoma.

## **2.6 SINTOMAS DEL QUISTE OVARICO**

Los quistes ováricos pueden pasar inadvertidos o provocar sintomatología, entre la que se destaca:

- Sangrado uterino anormal (cambio del patrón menstrual normal), con prolongación del ciclo menstrual o reducción del mismo, ausencia de menstruación o menstruación irregular.
- Dolor pélvico constante.
- Dolor durante las relaciones sexuales o dolor pélvico durante el movimiento.
- Dolor pélvico poco después del comienzo o finalización de las menstruaciones.
- Distensión o hinchazón abdominal.
- Se presenta dolor abdominal o cólico.
- Se presenta amoratamiento creciente en alguna parte del cuerpo.
- Se presenta dificultad, dolor o ardor al orinar.
- Se presenta orina sanguinolenta o sangre en las heces.

### **2.6.1 CAUSAS COMUNES**

- Estrés.
- Fibroides uterinos o pólipos.
- Lesión o enfermedad en el orificio vaginal (causada por relaciones sexuales, infección, pólipo, verrugas genitales, úlcera, o venas varicosas).
- Lesión vaginal por la inserción de objetos extraños, Infección. Por hongos.

- Paredes vaginales secas a causa de la carencia de estrógeno después de la menopausia.
- Embarazo complicado por aborto (espontáneo o inducido).
- Embarazo complicado por embarazo ectópico.
- Fluctuación en los niveles de hormonas.
- Inicio o suspensión de estrógenos o de píldoras anticonceptivas.
- Función tiroidea baja.
- Drogas, tales como los anticoagulantes.
- Conización cervical o procedimientos de cauterización.
- Relaciones sexuales demasiado pronto después de una cirugía o parto.
- Resequedad vaginal o lubricación inadecuada (por ejemplo, por estimulación erótica insuficiente).
- Menopausia (la mucosa vaginal pierde su humedad natural y se produce resequedad).
- Infección vaginal.
- Irritación genital por jabones, detergentes, duchas o productos de higiene.
- Úlceras herpéticas, verrugas genitales u otras enfermedades de transmisión sexual.
- Infecciones del tracto urinario.
- Endometriosis.
- Vaginismo contracción involuntaria de los músculos de la vagina, lo cual puede ser el resultado o la causa de continuas relaciones sexuales dolorosas
- Un diafragma que no encaja bien.
- Abuso sexual o violación.
- Hemorroides.

## 2.7 PRUEBAS Y DIAGNÓSTICOS EN EL QUISTE OVARICO

Por lo general, la secuencia de diagnóstico que el ginecólogo recomienda será en primer lugar, realizar un examen para conocer si presenta algún síntoma relacionado con los ovarios, la realización de una ecografía. Si el resultado es normal, se recomienda que vuelva a una nueva revisión en un periodo de tiempo, que con frecuencia suele ser de uno a dos meses. En el caso de existir anomalías en la ecografía, es muy probable que le aconseje someterse a un sonograma, por que suele confundir los folículos por quiste.

La respuesta depende de varias cosas tales como la edad, de si la paciente tiene periodos normales.

Si la paciente se encuentra menstruando y su quiste es funcional, probablemente no va a necesitar una cirugía. Si el quiste no desaparece después de varios periodos menstruales, si crece más o si no se ve como un quiste funcional en el sonograma, es posible que el médico quiera que se someta a una cirugía para removerlo. Existen muchos tipos de quistes del ovario en mujeres a edad fértil que no requieren cirugía. Afortunadamente, los quistes en mujeres de edad fértil casi siempre son benignos, es decir no son cáncer.

Si ya pasó por la menopausia y tiene un quiste ovárico, el médico probablemente sugiera a que se someta a una cirugía. El cáncer de ovario es raro, pero las mujeres entre los 50 y 70 años de edad tienen un mayor riesgo de tenerlo. Las mujeres que son diagnosticadas en una etapa temprana tienen mucho mejor resultado que las mujeres que son diagnosticadas más tarde.

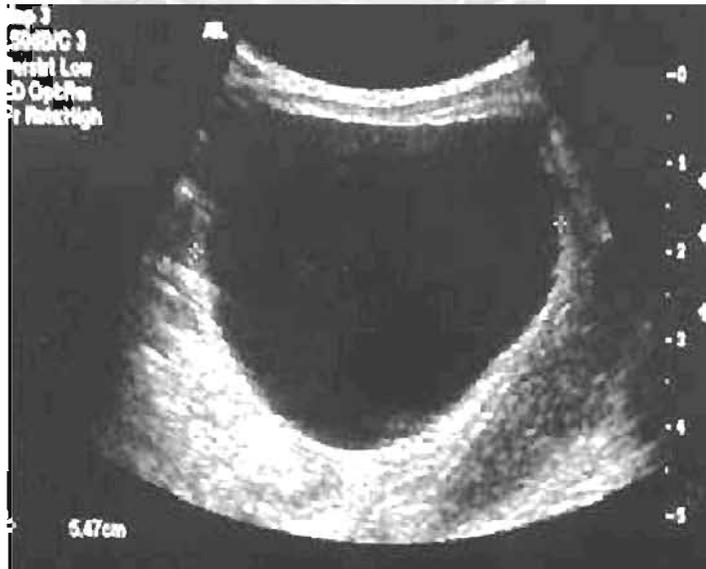
El médico puede evaluar el nivel de una proteína en la sangre llamada CA 125 en honor a su descubridor. Algunas veces la prueba se hace en mujeres con un quiste ovárico para ver si el quiste podría ser canceroso. Un nivel normal de CA 125 es menor que 35 por  $\text{cm}^3$  de proteínas en la sangre. Sin embargo, la prueba no siempre es una forma exacta de saber si una mujer tiene cáncer del ovario. Por ejemplo, algunas mujeres que tienen cáncer del ovario tienen un nivel normal de CA 125.

### 2.7.1 SONOGRAMA

Es una prueba médica que usa ultrasonidos, que aunque nosotros no podemos percibirlos, los aparatos utilizados componen con ellos imágenes del cuerpo; las imágenes son estudiadas por el médico ecografista que analiza la forma, tamaño y función de los órganos estudiados.

Un sonograma son ondas de sonido que realiza fotografías de los órganos que tiene el cuerpo. Es una buena manera para que el médico "mire" los ovarios. El tipo de sonograma se puede hacer de dos maneras; ya sea a través del abdomen, o a través de la vagina. Ninguna de las operaciones es dolorosa. El sonograma comúnmente dura 30 minutos. Le dará al médico información valiosa acerca del tamaño y de la apariencia del quiste que tuviera la paciente.

FIGURA 2.3: Ultrasonografía nótese la gran masa quística abdominal izquierda, de 7,0 x 5,47 cm., de contenido líquido.



Fuente: Hospital de la Mujer.

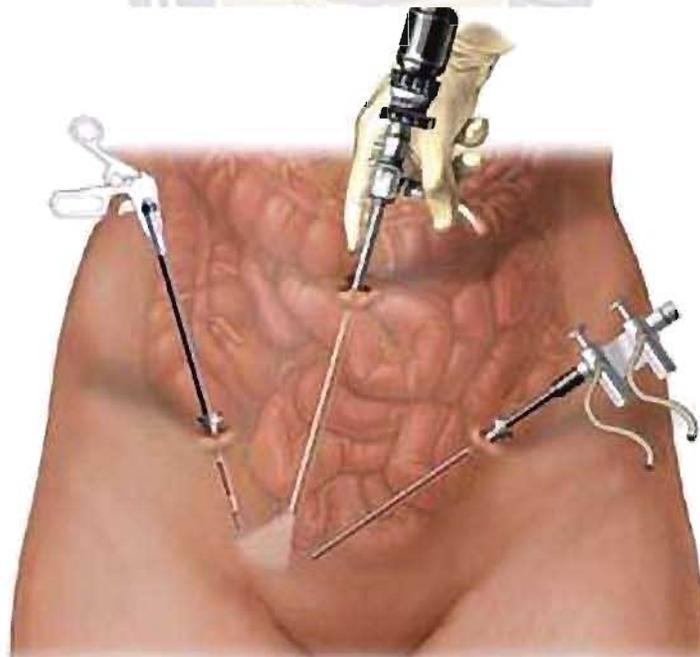
## 2.7.2 LAPAROSCOPIA

Es una cirugía empleada para diagnosticar alteraciones en la superficie de los órganos ginecológicos internos y eventualmente para corregir algunos de los problemas encontrados durante ella. Su uso es frecuente en la localización de quistes aunque su utilidad es muy limitada y sus riesgos graves. Requiere anestesia general pero usualmente se practica en forma ambulatoria. Produce una incapacidad de 4 días si no hay complicaciones.

La técnica consiste en introducir una aguja larga dentro del abdomen, por la cual se inyecta gas a presión para distender la cavidad abdominal. Luego se introduce un tubo mediante fuerte presión para perforar la pared abdominal.

A continuación, por dicho tubo se pasa el instrumento que visualizará los órganos.

FIGURA 2.4: Laparoscopia ginecológica.



Fuente: Hospital de la Mujer.

### 2.7.2.1 RIESGOS DE LA LAPAROSCOPIA:

FIGURA 2.5: Intervención quirúrgica con Laparoscopia.



Fuente: Dr. Enrique Flint (Hospital Holandés).

El principal peligro de la laparoscopia es la perforación de la aorta pues la introducción del instrumental es a ciegas y bajo fuerte presión. También puede perforar el intestino, estómago, quistes, útero, etc., y pueden producirse quemaduras eléctricas e infecciones graves en las áreas que rodean a los órganos intervenidos. Como es casi imposible por el medio eliminar totalmente las lesiones, es muy fácil esparcirlas lo que es grave en caso de infecciones, endometriosis y cáncer.

El riesgo es mayor cuando hay enfermedades cardiacas o respiratorias, obesidad, hernia diafragmática, embarazo, enfermedad inflamatoria pélvica o su antecedente (por la posibilidad de reactivarla), cicatrices abdominales extensas, o múltiples, o cercanas al área umbilical y cirugía abdominal previa.

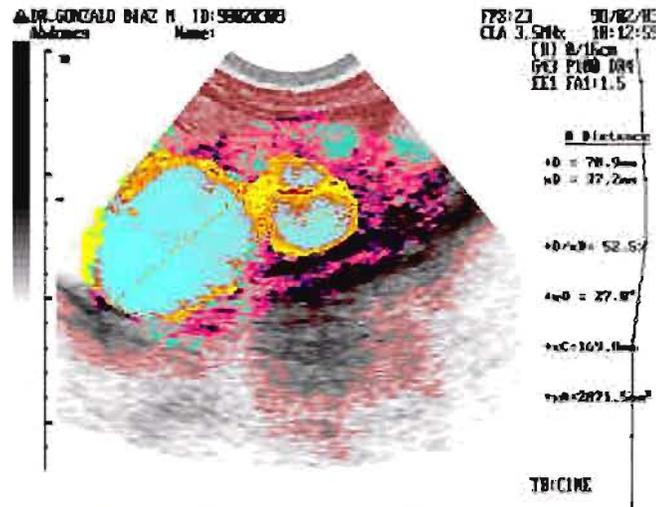
### 2.7.2.2 COMPLICACIONES DE LA LAPAROSCOPIA

Además de lo mencionado arriba, se puede presentar dolor y distensión abdominal, cicatrices permanentes, hemorragia vaginal, infecciones, abscesos,

hematomas, hemorragia, peritonitis, enfisemas, embolismo, problemas respiratorios, arritmias y paro cardiaco.

### 2.7.3 ECOGRAFIA GINECOLOGICA C.A.D. EN COLOR

FIGURA 2.6: Ecografía en color del útero mostrando un quiste.



Fuente: Dr. Gonzalo E. Díaz M. (Hospital Japonés)

La ecografía ginecológica C.A.D. en color es mas segura para detectar los quistes ováricos que con una ecografía convencional, por que suele confundirse algún folículo por los quistes, los ginecólogos después de realizar una ecografía para estar mas seguro siempre solicitan una ecografía C.A.D. en color para estar mas segura que el quiste si existe.

La ecografía detecta muchas más enfermedades visualiza adicionalmente el interior de los órganos y es totalmente segura e indolora. La Ecografía C.A.D. en Color detecta también los focos endometriósicos invisibles para la laparoscopia, así como la adenomiosis que tampoco aparece en la laparoscopia.

La Ecografía Ginecológica C.A.D. en Color es el mejor medio diagnóstico para las enfermedades de la mujer con sensibilidad del 99.8%, lo cual significa que de 1000 pacientes, en 998 detecta enfermedades (las ecografías comunes suelen salir "normales". Se diferencia de una ecografía convencional en que detecta

cinco veces más enfermedades. No debe confundirse con doppler ni con ecografía 3D a continuación se muestra algunas diferencias entre el C.A.D. y la ecografía convencional.

TABLA 2.1. Diferencia entre la ecografía convencional con el de color.

	Ecografía C.A.D.	Ecografía convencional
Sensibilidad	99.8%	0 a 17%
Reporte digital	opcional	No
Análisis C.A.D.	Si	No
Transabdominal y transvaginal	Si	No
En Color	Si	No
Evita la laparoscopia	Si	No
Detecta endometriosis	Si	No
Diagnostica las causas de infertilidad femenina	Si	No
Detecta adenomiosis	Si	No
Detecta quistes	si	No
Demuestra	Si	No

errores en citologías		
Detecta el embarazo antes de la falla menstrual	Si	No
Detecta fibrosis parametrial y adherencias	Si	Alguna ves

Fuente: Enciclopedia de medicina.  
(Las trompas también sufren)

### 2.7.3.1 PREPARACION

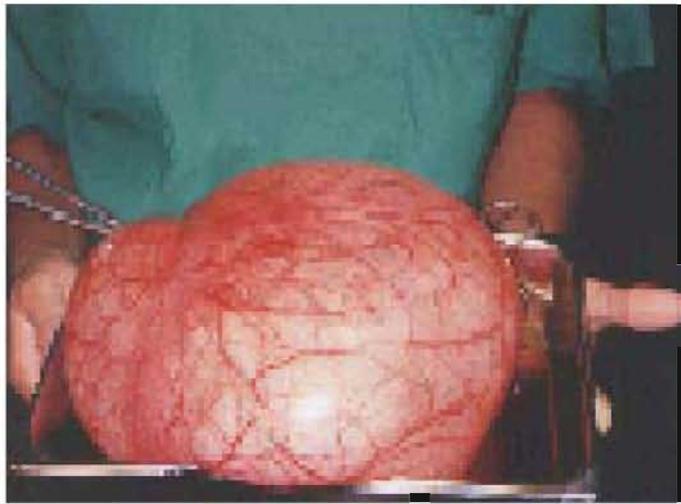
Es muy simple: Tomar 4 vasos con agua una hora antes de la cita y no orinar una hora antes. Todo el procedimiento con el informe incluido toma tan solo 40 minutos luego es el médico quien tiene que introducir los datos al Sistema para tener un buen resultado.

### 2.7.3.2 VENTAJAS DE LA ECOGRAFIA GINECOLOGICA C.A.D. EN COLOR SOBRE LA LAPAROSCOPIA

1. La ecografía carece de riesgos y complicaciones.
2. Es mucho más económica
3. Detecta más enfermedades que la laparoscopia pues también examina el interior de los órganos mientras la laparoscopia sólo examina la superficie.
4. No origina adherencias que complican la infertilidad pues no hay reacción cicatrizal.
5. Es mucho más rápida.

## 2.8 TRATAMIENTOS DEL QUISTE OVARICO

FIGURA: 2.7 Quiste del tamaño de un bebe.



Fuente: Dra. Teresa Luz (Posta 12 de Octubre).

Los quistes ováricos funcionales desaparecen típicamente en un lapso de 60 días sin tratamiento. Para ayudar a establecer ciclos normales y disminuir el desarrollo de los quistes se pueden prescribir anticonceptivos orales.

Los quistes ováricos simples de más de 5 a 10 cm. y los quistes ováricos complejos y persistentes deben ser extirpados quirúrgicamente, para lo cual se puede utilizar una laparoscopia o una laparotomía exploratoria, Ecografía Ginecológica C.A.D. en Color.

Muchos quistes muy grandes requieren retiro quirúrgico, al igual que los quistes ováricos que sangran o tuercen o causan dolor. Los quistes cancerosos pueden necesitar cirugía quitarlos, seguido por el tratamiento de la droga y a veces la radioterapia.

Los quistes ováricos que no parecen ser funcionales pueden requerir extirpación quirúrgica por medio de una laparoscopia o una laparotomía exploratoria. La extirpación quirúrgica a menudo se necesita si el quiste tiene más de 6 cm. o persiste por más de 6 semanas.

El tratamiento depende de su edad, su estado menstrual, el tamaño y tipo del quiste y sus síntomas. Los principales tipos de tratamientos son:

### **2.8.1 ESPERAR Y OBSERVAR**

El enfoque implica la espera de unos pocos meses para observar si el quiste desaparece por sí mismo, lo cual sucede dentro de dos a tres meses.

### **2.8.2 PASTILLAS ANTICONCEPTIVAS**

Si tiene un quiste funcional, el médico puede recetar algunas pastillas anticonceptivas para ayudar a reducirlo. Si sufre con frecuencia de quistes, las pastillas anticonceptivas disminuyen la posibilidad de que se generen más por que las pastillas no permiten que genere más estrógeno.

### **2.8.3 CIRUGÍA LAPAROSCOPICA**

Se puede recomendar una laparoscopia pélvica para extirpar el quiste si éste sigue los siguientes procesos:

- Crece más o alcanza un tamaño mayor a dos pulgadas
- Tiene algún tipo de sustancia sólida interna
- Si persisten las causas o empeoran los síntomas
- Dura por más de dos o tres ciclos menstruales

Si el quiste no es canceroso, por lo común se puede extirpar. Sin embargo, en algunos casos, se necesitará extirpar el ovario completo. Si el quiste es canceroso, se le puede extirpar tanto el ovario como el útero, debido a su riesgo, requiere un procedimiento quirúrgico más que una laparoscopia.

### **2.9 PREVENCIÓN**

En caso de que una mujer no esté buscando quedar en embarazo y desarrolle quistes funcionales con frecuencia, éstos se pueden prevenir tomando medicamentos hormonales (como pastillas anticonceptivas) que previenen la formación del folículo.

La buena higiene y los cuidados médicos de rutina ayudan en cierta medida.

El preludio y la estimulación erótica adecuada ayuda a garantizar la lubricación apropiada de la vagina.

El uso de lubricantes hidrosolubles, como la gelatina K Y, también puede ayudar. La vaselina no se debe usar como un lubricante sexual, ya que no es compatible con los condones de látex (hace que se rompan), no es hidrosoluble y puede promover las infecciones vaginales.

Las prácticas de sexo seguro pueden ayudar a prevenir las enfermedades de transmisión sexual.



### DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO DIFUSO PARA DIAGNOSTICAR UN QUISTE OVARICO

#### 3.1 METODO DEL SISTEMA EXPERTO

El método es una especie de brújula en la que no se produce automáticamente el saber, pero que evita perdernos en el caos aparente de los fenómenos, aunque solo sea porque indica cómo no plantear los problemas y cómo no sucumbir en el embrujo de prejuicios predilectos [Juan Samper Marquez, 1996].

En consecuencia el método es camino para llegar a un fin, el método científico es básicamente el medio principal para la concreción del presente trabajo de investigación, la aplicación de esta metodología contempla la realización de secuencia de las siguientes etapas.

**El problema:** los problemas no se inventa, entonces ¿cómo surgen? Se requiere un observador perspicaz que detecte una congruencia entre lo observado con las teorías y modelos vigentes [Yanés, 200].

**La hipótesis:** Es la tentativa de aplicación o conjetura verosímil, que debe ser sometida a prueba por los hechos que pretende explicar.

Las hipótesis pueden ser contrarias al sentido común, o bien estar de acuerdo con el, así como darse el caso de que sea correcta o incorrecta, de todos modos siempre debe conducir a pruebas empíricas.

**Las predicciones:** Corresponde a hechos particulares que se producen a como consecuencia de cierta hipótesis.

Las predicciones estarán referidas a la medida en la que el sistema experto contribuirá a la paciente en la clasificación del quiste ovárico y la predicción del tratamiento. Esto permitirá la confirmación o negación de la hipótesis planteada.

**Prueba:** Es el procedimiento de observación o experimento necesario para comprobar la predicción respectiva.

Las pruebas que se realizarán para comprobar las predicciones se les hará en el desarrollo del prototipo del sistema experto.

**Evidencias:** Corresponde a los resultados tangibles que quedan a la prueba.

Las pruebas se podrá tener información que evidencien las fortalezas y debilidades, lo cual será utilizada para poder mejorar el sistema experto.

**Teoría:** Cuando finalmente se acepta la validez de una hipótesis, esta constituye la base de una nueva teoría que puede considerar nuevos modelos.

En caso de que la hipótesis sea valida se podrá desarrollar una nueva teoria respecto a como diagnosticar el tipo de quiste ovárico y dar el tipo de tratamiento como son los sistemas expertos.

**Observaciones:** La aplicación de la nueva teoría a la realidad permite dar interpretaciones mas ajustadas a los hechos que se van observando. Si algún observador encuentra que ciertos hechos ya no encajan con la teoría o el método explicatorio y su interpretación no funciona para ellos, entonces tenemos una nueva situación problemática que abría que resolver.

Los trabajos realizados anteriormente afines al objeto será de gran aporte para poder obtener información, lo cual se filtrara obteniendo partes de estos trabajos que podrá ser relevantes para el presente trabajo.

**Prácticas:** Después de algún tiempo van surgiendo productos y procesos tecnológicos a partir de los nuevos descubrimientos científicos.

**Método inductivo:** Este método se a utilizado para la formación de la hipótesis, plantear como partiendo de casos particulares que son una parte del universo, los cuales basados en la experiencia del experto, se logra para alimentar una base de conocimiento para que posteriormente el sistema experto pueda realizar el diagnostico y tratamiento.

**Método deductivo:** La deducción se aplica cuando el sistema experto partiendo de síntomas básicos de la paciente, deduzca (empleando el encadenamiento hacia delante) el diagnostico y tratamiento en base a la información almacenada en su base de conocimiento.

El problema principal surge de la poca capacidad de expresión de la lógica clásica supongamos por ejemplo que tenemos un conjunto de personas que intentamos agrupar según su altura, clasificándolas en *altas* o *bajas*. La solución que presenta la lógica clásica es definir un umbral de pertenencia (por ejemplo, un valor que todo el mundo considera que de ser alcanzado o superado, la

persona en cuestión puede llamarse alta). Si dicho umbral es 1.80 Mts., todas las personas que midan 1.80 Mts. o más serán altas, mientras que las otras serán bajas. Según La manera de pensar, alguien que mida 1.79 Mts. será tratado igual que otro que mida 1.50 Mts., ya que ambos han merecido el calificativo de bajas. Sin embargo, si dispusiéramos de una herramienta para caracterizar las alturas de forma que las transiciones fueran suaves, estaríamos reproduciendo la realidad mucho más fielmente. Asimismo, no hay un valor cuantitativo que defina el término joven. Para alguna gente, 25 años es joven, mientras que para otros, 35 años es joven. Incluso el concepto puede ser relativo al contexto. Un presidente de gobierno o de 35 años es joven, mientras que un futbolista no lo es. Hay sin embargo cosas que están claras: una persona de 1 año es joven, mientras que una de 100 años no lo es. Pero una persona de 35 años tiene algunas posibilidades de ser joven (que normalmente dependen del contexto). Para representar el hecho, definiremos el conjunto joven de modo que cada uno de sus elementos pertenezca a él con cierto grado (posibilidad). De un modo más formal, un conjunto difuso A se caracteriza por una función de pertenencia como se puede observar en la siguiente fórmula.

$$\mu_A : U \rightarrow [0,1]$$

Que asocia a cada elemento x de U un número  $\mu_A(x)$  del intervalo [0,1], que representa el grado de pertenencia de x al conjunto difuso A, donde A U se le llama universo de discurso. Por ejemplo, el término difuso joven puede definirse mediante el conjunto difuso siguiente:

TABLA 3.1: Grado de pertenencia de x al conjunto difuso

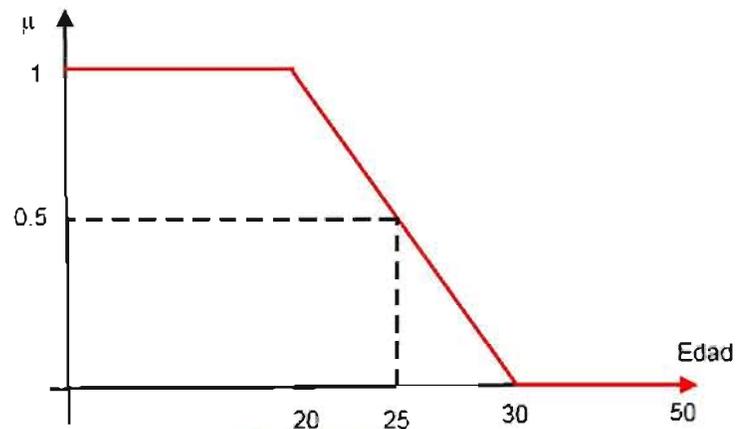
Edad	Grado de Pertenencia
$\leq 13$	1
20	0.8
30	0.6
40	0.4
45	0.2
$\geq 50$	0

Fuente: Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática

Es decir, la función de pertenencia del conjunto difuso joven viene dada por:

$\mu_A(x) = 1$  si  $x \leq 25$ ,  $\mu_A(30) = 0.8$ , ...,  $\mu_A(x) = 0$  si  $x \geq 50$ .

FIGURA 3.2: Función de pertenencia.



Fuente: Sistema neuro fuzzy para pronóstico de quiste (Maria José de Paula Castanho).

La figura 3.2 nos muestra que una persona ya no “tenga” quistes a partir de los 30 años para adelante en un grado de pertenencia de 0 a 1.

En general, si una función de pertenencia se va especificando los valores

correspondientes a un conjunto discreto de elementos del universo de discurso, el valor asociado al resto de los elementos se obtiene por interpolación.

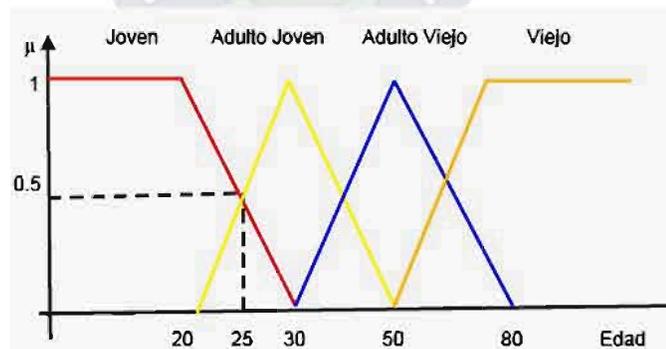
La lógica difusa actualmente fue relacionada y fundamentada en la teoría de los conjuntos difusos. Según la teoría, el grado de pertenencia de un elemento a un conjunto va a venir determinado por una función de pertenencia, que puede tomar todos los valores reales, comprendidos en el intervalo  $[0, 1]$ .

La palabra difuso puede ser definido como: borroso, impreciso, confuso ó vago. Los Sistemas difusos son Sistemas basados en conocimientos representados en forma de reglas el corazón de los Sistemas difusos consiste en bases de conocimientos de las llamadas reglas difusas SI – ENTONCES.

### 3.2 CONJUNTO DIFUSO

Un conjunto difuso en un universo de discurso o conjunto universal  $U$  es caracterizado por una función de pertenencia  $\mu_A(x)$  que puede tomar todos los valores reales, comprendidos en el intervalo  $[0, 1]$ .

FIGURA 3.3: Conjunto difuso en un universo de discurso o conjunto Universal  $U$ .



Fuente: Inteligencia Artificial Lic. Choque.

La figura 3.3 muestra que las personas jóvenes son más propensas a tener el quiste ovárico, la edad mas peligrosa es hasta los 30 años, siendo los rangos críticos de 20 años a 30 años y la menos peligrosa es de la línea amarilla de 25

años hasta los 50 años y donde hay menos probabilidad de tener los quistes son las línea azul de 40 años hasta la menopausia, las personas mayores y ancianos no pueden tener quistes.

### **3.3 VARIABLES LINGÜÍSTICAS**

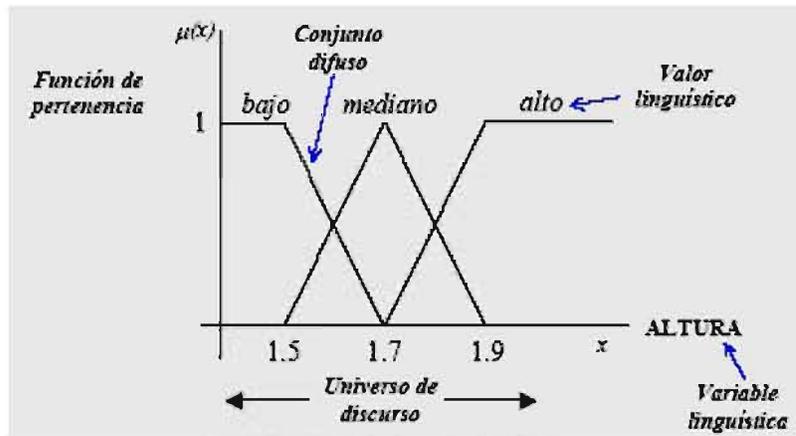
En la vida cotidiana se utilizan palabras para describir variables, por ejemplo cuando se dice “hoy hace calor” es equivalente a decir la temperatura actual es alta, se utiliza la palabra alta, para describir la temperatura actual, la variable temperatura actual toma la palabra alta como su valor, que también puede tomar algún número por ejemplo 28°C.

Cuando una variable toma números como sus valores, se tiene un 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 que el concepto de variable lingüística se introduce, si una variable puede tomar palabras en lenguaje natural como sus valores, es llamada variable lingüística.

### **3.4 UNIVERSO DE DISCURSO**

Para entender mejor tomaremos unos ejemplos del tamaño de una persona, es decir es el rango de valores que pueden tomar los elementos que poseen la propiedad expresada por la variable lingüística. En el caso de la variable lingüística “altura de una persona normal”, sería el conjunto de valores comprendido entre 1.4 Mts. ó 140 centímetros de altura para la persona mas baja y 2.3 Mts.. ó 240 centímetros de altura para la persona más alta, como se muestra en la figura 3.4 para nuestro caso en el diagnóstico del quiste ovárico los rangos se tomarán de la edad del paciente, el nivel de estrógeno así también la proteína del CA 125 en un determinado rango.

FIGURA 3.4: Rango que puede tomar un elemento.



Fuente: Inteligencia Artificial. Lic. Choque.

### 3.5 FUNCIONES DE PERTENENCIA

Aunque en principio cualquier función sería válida para definir conjuntos difusos, en la práctica hay ciertas funciones típicas que siempre suelen usar, tanto por la facilidad de proceso y su uso, como por su estructura lógica para definir su valor lingüístico asociado.

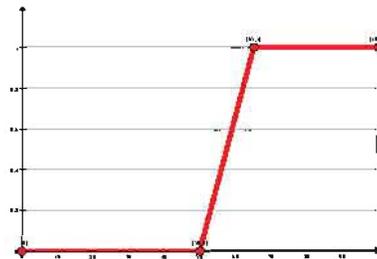
En las siguientes figuras citamos algunas funciones más comunes que utiliza el Sistema para desarrollar un Sistema Experto.

FIGURA 3.5: Funciones más conocidos.

Función Gamma.

$\mu$	0	si $x \leq a$
	$(x-a)/(m-a)$	si $x \in (a,m)$
	1	si $x \geq m$

Gráfica de Gamma.



Función L.

$\mu$	1	si $x \leq a$
	$(a-x)/(m-a)$	si $x \in (a,m)$
	0	si $x \geq m$

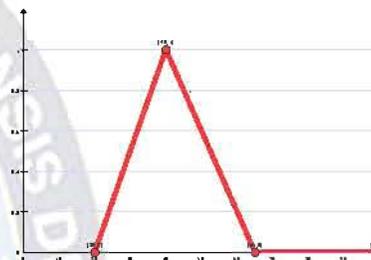
Gráfica L.



Función Lambda o Triangular.

$\mu$	0	si $x \leq a$ o $x \geq b$
	$(x-a)/(m-a)$	si $x \in (a,m)$
	$(b-x)/(b-m)$	si $x \in (m,b)$

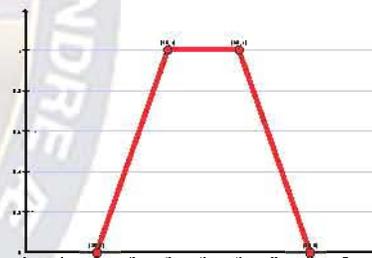
Gráfica Lambda.



Función Trapezoidal.

$\mu$	0	si $x \leq a$ o $x \geq d$
	$(x-a)/(b-a)$	si $x \in (a,b)$
	$(d-x)/(b-c)$	si $x \in (c,d)$
	1	si $x \in (b,c)$

Gráfica trapezoidal.



Fuente: Jantzen Jhon y Lic. Choque (Tutorías On Fuzzy Logic e Inteligencia artificial).

### 3.6 SISTEMAS EXPERTOS DIFUSOS

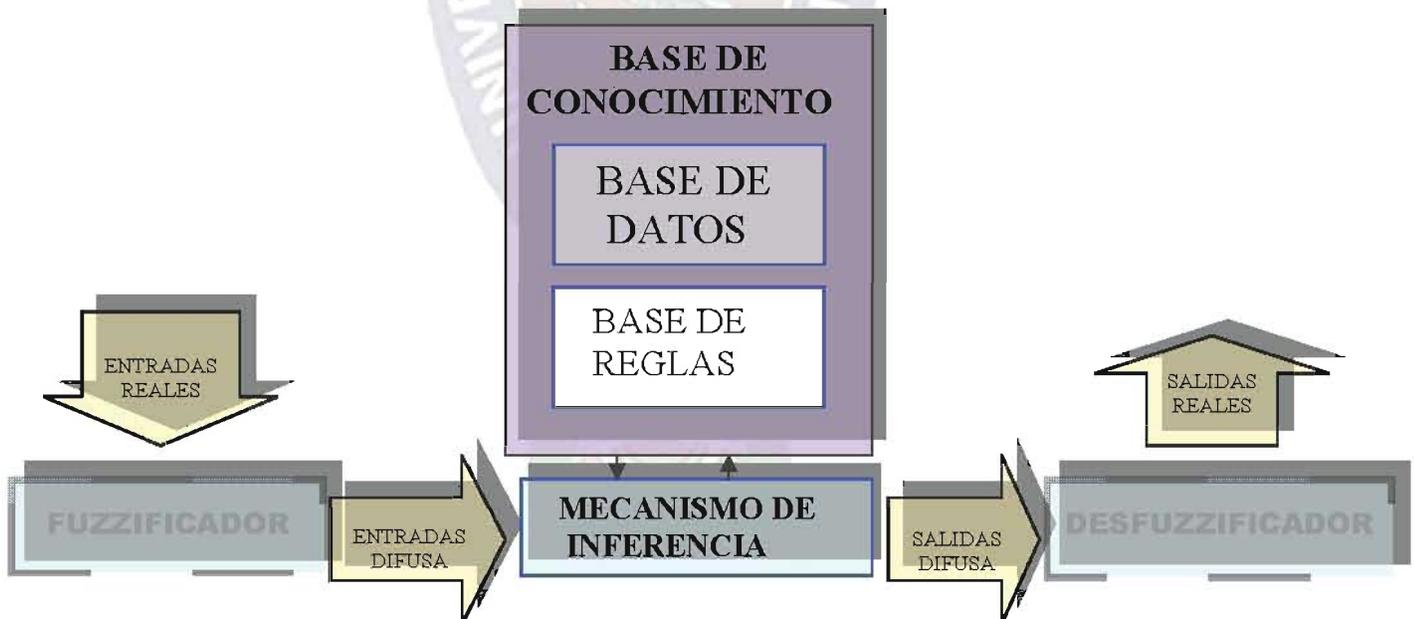
El Sistema de inferencia difusa es una estructura computacional muy popular basada en los conceptos de la teoría difusa, en reglas del tipo si entonces y en métodos de inferencia difusa. El Sistemas de inferencia difusa, actualmente a encontrado diversas aplicaciones exitosas dentro de una gran variedad de áreas tales como el control automático, la clasificación de datos, el análisis de decisiones, así como en nuestro caso un Sistemas Expertos, la predicción de series de tiempo, la robótica y en el reconocimiento de patrones. A causa de su

naturaleza multidisciplinaria, los Sistemas de inferencia difusa son conocidos como Sistemas Experto difusos, modelos difusos, controladores lógicos difusos o simplemente como Sistemas difusos para llegar a una sola salida.

### 3.7 ESTRUCTURA DEL SISTEMA EXPERTO DIFUSO

Motivado por Zadeh y validado por Mamdani, el uso del Sistema difuso será aplicado para diagnosticar un quiste ovárico, así también fueron utilizados y aplicados en una gran variedad de áreas tales como el control automático, el procesamiento digital de señales, las comunicaciones, los Sistemas Expertos de diagnóstico médico de diferentes enfermedades, en la siguiente gráfica se puede notar muy claramente en muy necesario contar con la base de conocimiento, una base de reglas, fuzzificador, defuzzificador para llegar a una solución clara y exacta.

FIGURA 3.6: Arquitectura de un Sistema Experto difuso.



Fuente: Elaboración propia.

### **3.8 FUZZIFICACION**

El proceso de la Fuzzificación consiste en una transformación de un dato o de un conjunto clásico a su correspondiente conjunto difuso. El primer paso que debe realizar el Sistema difuso es pasar la variable medida al mundo difuso, para que pueda ser utilizado por las siguientes etapas. Lo cual se hace utilizando funciones de pertenencia de conjuntos difusos predefinidos. Por cada variable de entrada al Sistema la etapa determina su grado de pertenencia a algún conjunto difuso, a partir de la función de pertenencia del conjunto ya sea un quiste funcional o quiste patológico.

### **3.9 MECANISMO DE INFERENCIA**

El módulo constituye el motor del Sistema, puesto que aquí es donde se define la lógica que debe realizar para procesar adecuadamente las reglas. La entrada a la etapa es el grado de pertenencia de las variables de entrada a algún conjunto difuso. A partir de los datos se evalúan un conjunto de reglas, como se describió anteriormente, para obtener un resultado. A partir del grado de activación de la condición IF-THEN se obtiene el grado de activación de la conclusión.

A partir del resultado se obtiene una función de pertenencia para la salida, similar a las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos. La función de pertenencia depende de las funciones de pertenencia de los conjuntos que definen la regla que aplica.

La teoría de conjuntos difusos se puede utilizar para representar expresiones lingüísticas que describen conjuntos, siendo capaces los conjuntos difusos de captar la vaguedad e imprecisión lingüísticas, característica inherente a la inteligencia humana. Para ello entra en juego el concepto de variable lingüística, que es aquella variable cuyos valores son etiquetas lingüísticas definidas sobre un universo de discurso.

Para obtener un resultado lógico a partir de una serie de antecedentes es necesario seguir un proceso de razonamiento. El razonamiento lógico se basa, generalmente, en una serie de proposiciones condicionales (nuestras reglas) y

de observaciones presentes (las premisas). En el razonamiento aproximado se trata de reproducir los esquemas mentales del cerebro en el proceso de razonamiento. Es una extensión del Sistema clásicos de inferencia en lógica binaria (silogismo clásico), para seguir un proceso de razonamiento difuso se necesitan una serie de reglas de inferencia, que se expresan por medio de reglas IF-THEN difusas.

### **3.10 DEFUZZIFICACION**

Los problemas basados en conjuntos difusos se originan de la utilización de calificaciones lingüísticas. Luego de formar los conjuntos difusos correspondientes a un determinado problema es necesario obtener una respuesta. En muchos casos es importante que la respuesta no sea difusa y se debe pasar de una respuesta difusa a una que no lo es. Para lograr donde se ha desarrollado el concepto de Defuzzificación. Se han propuesto varios métodos para lograr la transformación, algunos de ellos se explican a continuación. El método debe ser escogido de acuerdo con la aplicación que se desea hacer.

#### **3.10.1 METODO DEL MAXIMO**

El método del máximo no es muy utilizado en los Sistemas Expertos por que no es óptimo solo se trata para elegir como valor de la variable de salida para el cual la función característica del conjunto difuso de salida sea máxima.

#### **3.10.2 CENTROIDE DE AREA (COA)**

El método consiste en hallar para cada conjunto difuso su área y la ubicación del centroide de área. El valor defuzzificado es el resultado del cociente entre el producto entre las sumatoria de los productos del las áreas y sus centroides, y la sumatoria de las áreas en lo cual fue dado por la siguiente fórmula siendo  $B^*$  el área del centroide, realiza la operación de manera interna.

FIGURA 3.7: Fórmula del centroide.

$$B^* = \frac{\int y \cdot \mu_{B'}(y) dy}{\int \mu_{B'}(y) dy}$$

Fuente: Ing. Fernando Gómez (Tutorías On Fuzzy Logic).

### 3.10.3 METODO DE ALTURA

Se calcula el centro de gravedad del conjunto difuso de salida de cada regla y a continuación se calcula la media ponderada, donde la salida del Sistema es dado por la siguiente fórmula, donde C son las reglas del Sistema.

FIGURA 3.8: Fórmula de la altura.

$$B^* = \frac{\sum_{K=1}^m c^{(k)} * \mu_{B^{(k)}}(c^{(k)})}{\sum_{K=1}^m \mu_{B^{(k)}}(c^{(k)})}$$

Fuente: Ing. Fernando Gómez (Tutorías On Fuzzy Logic).

### 3.10.4 METODOS DE RAZONAMIENTO DIFUSO

Los métodos de razonamiento difuso se pueden clasificar en:

Métodos directos:

- a) Método directo de Mamdani.
- b) Modelado difuso de Takagi & Sugeno.
- c) Método simplificado.

Métodos indirectos:

De igual modo en que en la lógica clásica el razonamiento se basa en el modus ponens y en el modus tollens, en la lógica difusa el razonamiento se basa en el modus ponens generalizado o modus ponens difuso donde A, B son las reglas para realizar una adecuada inferencia, los cuales se describen a continuación.

TABLA 3.2: Métodos de inferencia.

Modus Ponens:	
Premisa 1: $A \rightarrow B$	Premisa 1: IF $x$ es A THEN $y$ es B
Premisa 2: A	Premisa 2: $x$ es A
Consecuencia: B	Consecuencia: $y$ es B
Modus Tollens:	
Premisa 1: $A \rightarrow B$	Premisa 1: IF $x$ es A THEN $y$ es B
Premisa 2: $\neg B$	Premisa 2: $y$ es $\neg B$
Consecuencia: $\neg A$	Consecuencia: $x$ es $\neg A$
Modus Ponens Generalizado:	
Premisa 1: $A \rightarrow B$	Premisa 1: IF $x$ es A THEN $y$ es B
Premisa 2: $A'$	Premisa 2: $x$ es $A'$
Consecuencia: $B'$	Consecuencia: $y$ es $B'$

Fuente: Ing. Fernando Gómez (Tutorías On Fuzzy Logic).

Siendo A, B, A' y B' conjuntos difusos. La novedad en el modus ponens generalizado es que los conjuntos en los que x toma valores pueden ser distintos en las dos premisas.

### 3.10.5 METODO MAMDANI

El método Mamdani llamado también "Difuso Puro", Sus reglas difusas son del tipo:

Si  $x_1$  es  $A_1$  y  $x_2$  es  $A_2$  y... y  $x_n$  es  $A_n$  ENTONCES es  $B$

Utiliza reglas difusas para obtener la respuesta del Sistema difuso ante una determinada entrada. Hay dos formas de realizar el proceso:

- a) Inferencia basada en reglas individuales, aplicar la entrada a la primera regla, a la segunda y así sucesivamente. Posteriormente las salidas de las reglas se unen para obtener una única salida.
- b) Inferencia basada en la composición, calcular la relación difusa que representa el significado de toda la base de reglas para aplicar la entrada a esa relación difusa global.

El Sistema Experto para el diagnóstico del quiste ovárico se utilizará la inferencia basada en reglas individuales lo que permite salir una única solución.

### 3.10.6 METODO TAKAGI SUGENO

Donde las reglas son del tipo:

Si  $x_1$  es  $A_1$  y  $x_2$  es  $A_2$  y... y  $x_n$  es  $A_n$  ENTONCES  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

Normalmente  $f(x_1, \dots, x_n) = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n$

El antecedente se procesa igual que el de las reglas tipo Mamdani, para una entrada específica, el resultado de disparar una regla es un valor nítido finalmente los valores nítidos obtenidos al dispararse distintas reglas se combinan para obtener una única salida.

## MODELO DEL SISTEMA EXPERTO PARA DIAGNOSTICAR UN QUISTE OVARICO

### 4.1 METODOLOGIA DEL SISTEMA

Para aplicar un Sistema Experto difuso exige una metodología a seguir de manera que los resultados esperados sean los deseados y se pueda demostrar la hipótesis establecida, el metodología se deberá adecuar al problema que se va tratando de resolver como es el diagnóstico del quiste ovárico, las etapas que sigue el metodología de desarrollo utiliza herramientas técnicas y científicas que son utilizadas según la característica del problema que se desea resolver.

### 4.2 EL METODO CIENTIFICO

La metodología de investigación que se adoptó para el proceso de investigación es el método científico, para la obtención de información se utilizan técnicas y metodologías de acuerdo la etapa desarrollada, entre las técnicas tenemos la formulación de preguntas y cuestionarios sobre el tema de investigación obteniendo la base de lo que constituye el análisis de requerimientos que es fundamental para estructurar un marco ambiental de trabajo, la técnica de la observación es empleada para ver el desarrollo de los procesos involucrados en el problema. Entre los métodos de adquisición del conocimiento tenemos el método del conocimiento empírico que se lo obtiene a través del proceso de observación, también están el método teórico, el método inductivo y el método experimental identificando los requerimientos que se necesitan para operar el tema de estudio. Con los procesos se establece las variables que van a intervenir en la búsqueda de solución del problema

La clasificación del método por su finalidad será utilizada en el presente trabajo pues el principal objetivo de la presente tesis es el de desarrollar un Sistema Experto capaz de dar un diagnóstico adecuado y confiable sobre el quiste.

FIGURA 4.1 Esquema del método científico por su finalidad.



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3 ETAPAS DE DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

Para el desarrollo del Sistema señalamos las siguientes etapas, como primer punto que se puede tomar es el problema, análisis del Sistema, diseño del Sistema, elección del software, construcción del prototipo finalmente se ven los resultados que nos da el prototipo.

#### 4.3.1 ANALISIS DEL SISTEMA EXPERTO

El principal problema es la obtención de un Diagnóstico y Tratamiento adecuado para el paciente con quiste ovárico mediante el Sistema Experto basado en lógica difusa. Para comprobar la hipótesis se debe desarrollar un Sistema Experto difuso que brinde un diagnóstico y tratamiento adecuado del quiste ovárico. Se realiza un estudio y análisis completo de los factores asociados al quiste ovárico como ser: Identificar las variables, evaluar los grados de incidencia de la variable con la enfermedad e identificar las variables de entrada y salida.

### **4.3.2 DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO**

El diseño del Sistema Experto es compuesto por el diseño de cada uno de sus componentes, la construcción de la base de conocimiento utilizando reglas de producción difusas se define los conjuntos difusos y sus funciones de pertenencia, se define la metodología de inferencia difusa a usarse.

### **4.3.3 ELECCION DEL SOFTWARE**

El software para el desarrollo del prototipo del Sistema Experto elegido es el Visual Basic, el módulo de lógica difusa de Visual Basic tiene prestaciones y características que son muy necesarias y útiles a la hora de desarrollar prototipos rápidos de Sistemas Expertos difusos como ser: interfaces gráficas de fácil manipulación, un visualizador gráfico de la inferencia difusa con el estado de las reglas y sus variables, etc., también es posible utilizar otro software como ser Prolog, Matlab, php, etc. no cuentan con los requisitos necesarios, si no que se tiene que programar desde lo mas mínimo.

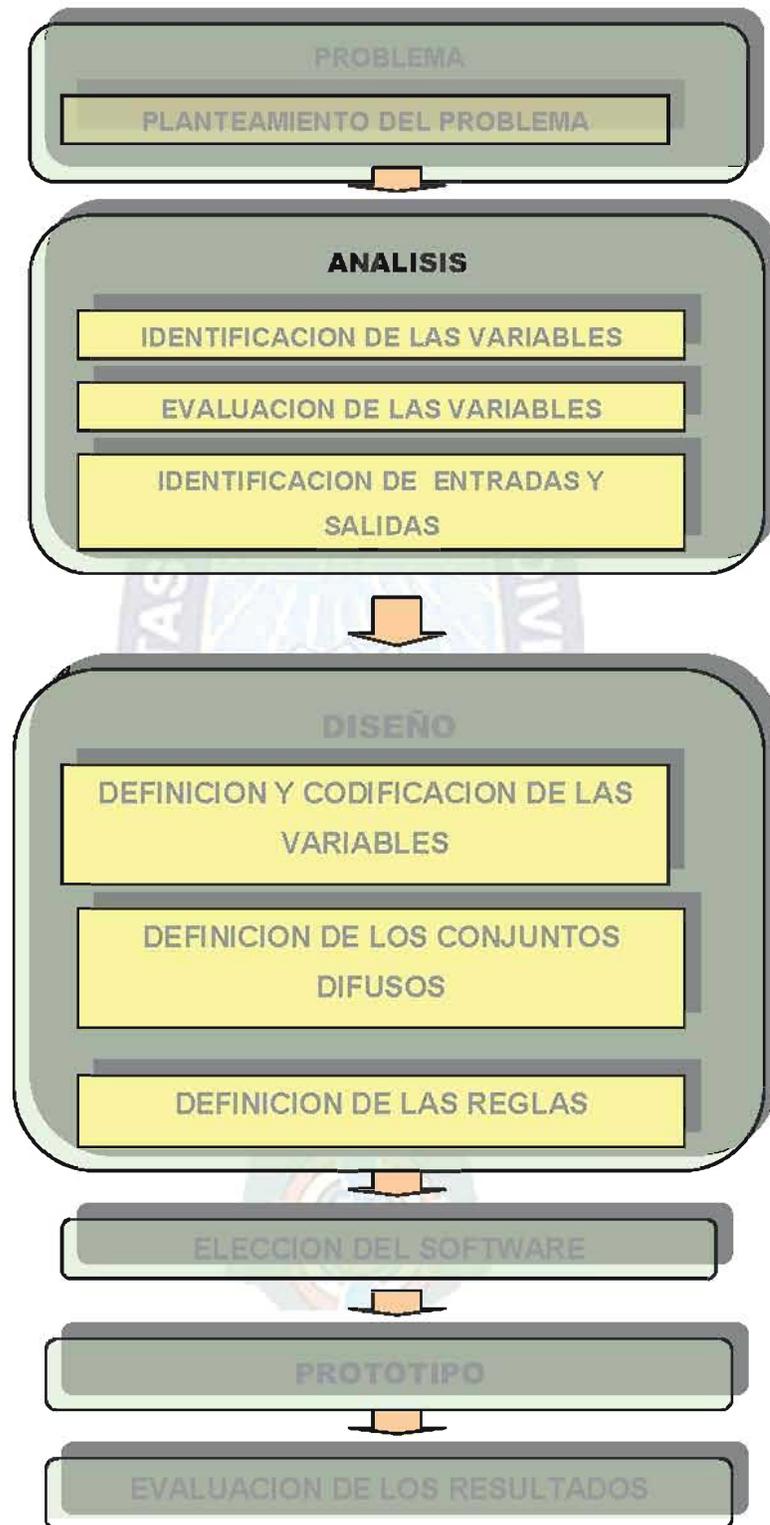
### **4.3.4 APLICACIÓN DEL PROTOTIPO**

La aplicación del prototipo se lo realizará en Visual Basic aplicando el modelo Mamdani como un Sistema de inferencia difusa, se implantaran la base de reglas y la base de datos, Fuzzificador y Defuzzificador de acuerdo a los modelos desarrollados en la etapa de diseño del Sistema Experto difuso, donde podrá ejecutar todas las reglas.

### **4.3.5 EVALUACION DE RESULTADOS**

Se realizarán pruebas al prototipo del Sistema Experto con datos e información reales de pacientes con la enfermedad del quiste ovárico, para evaluar los resultados y compararlos con los resultados del especialista médico sobre los mismos pacientes, el objetivo de reestructurar y optimizar el modelo del Sistema Experto difuso para que sus resultados sean lo mas aproximado posible al diagnóstico del médico.

FIGURA 4.2: Etapas del Sistema Experto.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.6 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES ASOCIADOS AL QUISTE OVARICO

Las variables identificadas asociadas al quiste ovárico son aquellas que están directamente e indirectamente relacionadas con la enfermedad del quiste ovárico tienen un nivel de implicancia sobre el quiste y según los Expertos algunas variables no son tomadas en cuenta para un diagnóstico real puesto que su relación con la enfermedad no es significativa.

Las variables más importantes que se toman es como la edad de la paciente, el nivel de hormonas, antecedente familiar, infecciones genitales, los niveles de estrógeno, y de más síntomas que le acogerán a la paciente.

Todo estas variables serán introducidos al Sistema Experto donde se inferirá para diagnosticar el tipo de Quiste que tiene la paciente.

FIGURA 4.3: Variables asociados al quiste ovárico.



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar las variables del quiste ovárico se clasifican en:

- Pruebas y factores de riesgo iniciales.
- Prueba determinante del quiste.
- Exámenes clínicos ecográficos.
- Pruebas determinantes de la estadificación.
- Estadificación y tratamiento.
- Salidas son t1, t2, t3, t4, N y M.

#### 4.4 EVALUACION DE LAS VARIABLES DEL QUISTE OVARICO

El grado de relación que tiene cada variable con el desarrollo del quiste es una de las tareas más importantes a definir, ya que de la relación variable, enfermedad tendremos como resultados los conjuntos difusos y sus respectivas funciones de pertenencia que serán implementadas luego en la base de datos del Sistema.

Donde t1, t2 son los que no tienen ninguna consecuencia de gravedad y M es el mas grave en lo cual se necesita una intervención quirúrgica.

FIGURA 4.4: Niveles de relación de las variables



Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4.1 PRUEBAS Y FACTORES DE RIESGO INICIALES**

Las variables son las que determinan en una primera instancia el cuadro patológico del paciente e indica el curso a seguir posteriormente de acuerdo al grado o nivel de las variables en relación con los quistes. Los factores de riesgo y pruebas iniciales que se realizan al paciente para ver la posibilidad de que exista el quiste ovárico, las variables indicarán si existe la necesidad de hacer o no una intervención quirúrgica.

##### **4.4.1.1 EDAD DEL PACIENTE**

El quiste ovárico afecta por lo general a todas las mujeres en edad de ovulación, aumentando el riesgo en las personas mayores. El 75% de los casos son personas en la edad de fertilidad. La edad del paciente es directamente relacionada con el quiste ovárico como ser el nivel de estrógeno, nivel de proteína en la sangre CA 125 todos los factores tiene que ser tomado por el Sistema Experto.

También existen los llamados quistes endometriósicos. Muchas veces generan infertilidad en mujeres jóvenes ya que tienden a formarse una y otra vez a no ser que extirpen todo el ovario.

##### **4.4.1.2 ANTECEDENTE FAMILIAR**

La relación familiar la directamente ligada en la enfermedad, pues el grado de padecer el quiste ovárico es alto si un familiar de primer orden (madre, hermanas) lo ha padecido antes. Se estima que un 10% de los casos del quiste ovárico pueden presentar un componente hereditario. Diversos estudios han demostrado que aquellas mujeres con antecedentes familiares de primer grado (madre, hermanas) del quiste ovárico presentarían un riesgo dos veces superior de padecer la enfermedad todo, la información tiene que ser evaluado en las variables del Sistema.

#### **4.4.1.3 PRUEBA DEL TACTO**

El tacto es la prueba inicial estándar para diagnosticar cualquier patología anormal en la matriz y ovario consiste en presionar diferentes partes del abdomen y la parte pélvica. La variable es el resultado de prueba física inicial de gabinete para poder determinar el grado patológico del quiste, el examen derivado de la exploración física de la matriz y el ovario por el médico especialista tiene como conclusión 2 resultados: matriz y ovarios Normales y Patológica (Anormal) si tuviera algún anomalía se lo deriva a otros exámenes como ser sonografía, laparoscopia, etc. toda la información tiene que ser evaluada por las variables del Sistema.

#### **4.4.1.4 EXAMEN PELVICO**

Al paciente se le practica un examen pélvico así como una exploración de los ovarios. Los quistes ováricos se hallan con frecuencia en la exploración pélvica rutinaria cuando no se presenta ningún síntoma.

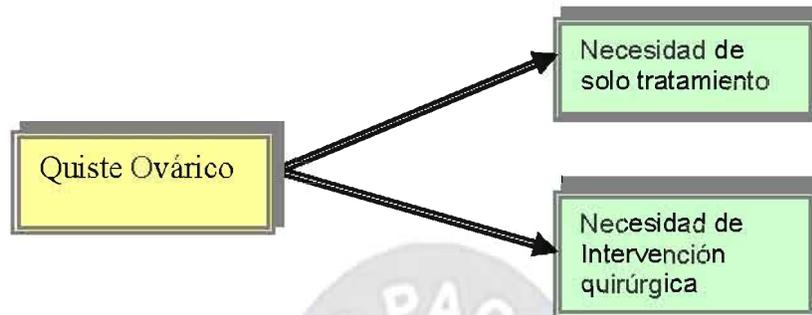
Si se sospecha o se encuentra un quiste en la exploración, el médico puede recomendarle un ultrasonido pélvico (sonografía). La prueba que usa ondas sonoras para crear imágenes de los ovarios, a partir de las cuales el doctor puede determinar el tipo y tamaño del quiste y si se necesita un tratamiento especial.

#### **4.4.1.5 ECOGRAFIA PELVICO**

El examen médico consiste en estudiar y verificar las imágenes que muestra la ecografía pélvico con la finalidad de hallar anormalidades y patologías sospechosas mediante imágenes, la prueba apoya directamente a las pruebas anteriores cuando no son claras y definitivas.

Con las pruebas y síntomas se derivan en dos caminos la necesidad de solo un tratamiento o la intervención quirúrgica del quiste ovárico.

FIGURA 4.5: Resultados después de las pruebas.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES DE ENTRADA Y SALIDA

Después de evaluar los factores asociados al quiste y los niveles de relación que tienen con la enfermedad identificamos las siguientes variables de entrada y salida del Sistema.

FIGURA 4.6: Variables de Entrada y Salida



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6 DEFINICION Y CODIFICACION DE LAS VARIABLES LINGUISTICAS

Codificamos y describimos las variables lingüísticas, definimos los valores lingüísticos para cada variable para un manejo mas optimo de los datos cuando el modelo se evalué.

Donde cada variable puede optar de tener tres posibilidades alto, bajo y normal o también medio, elevado y avanzado cada cual en su respectivo rango de codificación.

TABLA 4.1: Definición y codificación de variables.

NRO.	VARIABLE LINGÜÍSTICA	DESCRIPCION DE VARIABLE	VALOR LINGUISTICO
1	ESTR	Estrógeno	Bajo Normal Alto
2	ED	Edad del paciente	Medio Elevado Avanzado
3	CA-125	Proteína en la sangra	Medio Elevado Avanzado
4	AF	Antecedente Familiar	1er Grado 2do Grado
5	TA	Tacto	Normal Patológico
6	SON	Sonografía	Normal Patológico
7	LAP	Laparoscopia	Normal Patológico

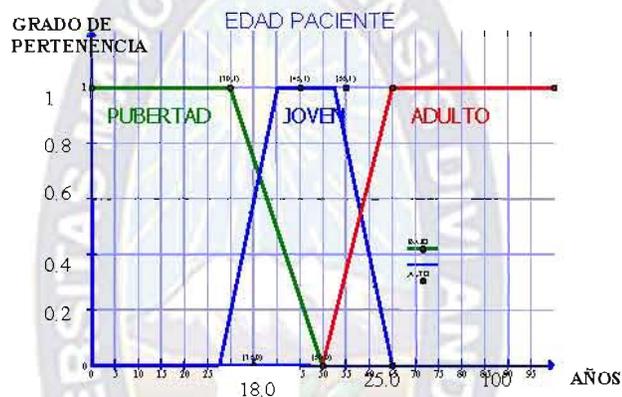
Fuente: Elaboración propia.

## 4.7 DEFINICION DE LOS CONJUNTOS DIFUSOS Y LAS FUNCIONES DE PERTENENCIA

### 4.7.1 VARIABLE: EDAD DEL PACIENTE

Los conjuntos difusos de la variable edad de 13 para adelante y grado de pertenencia entre 0 a 1.

FIGURA 4.7: Conjuntos difusos edad del paciente.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4.2: Función de pertenencia variable edad.

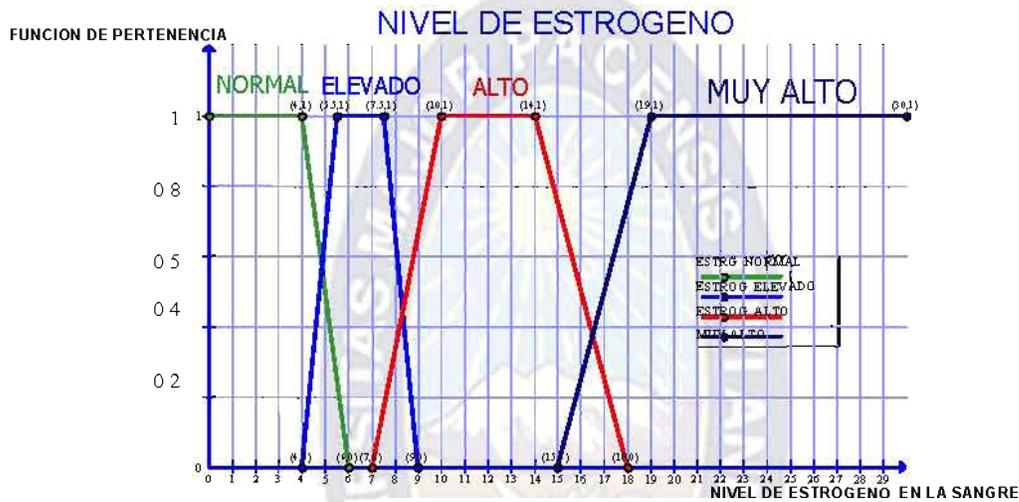
FUNCION DE PERTENENCIA: EDAD	
PUBERTAD	0 si $x \geq 50$
	$(50 - x) / 20$ si $30 \leq x \leq 50$
	1 si $x \leq 30$
JOVEN	0 si $x \leq 35$ o $x \geq 65$
	$(x-35) / 10$ si $35 \leq x \leq 45$
	1 si $45 \leq x \leq 55$
	$(65-x) / 10$ si $55 \leq x \leq 65$
ADULTO	0 si $x \leq 50$
	$(x-50) / 15$ si $50 \leq x \leq 65$
	1 si $x \geq 65$

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.2 VARIABLE: NIVEL DE ESTROGENO

El conjunto difuso del Nivel de estrógeno normal, elevado, alto y muy alto con la función de pertenencia que tiene un rango de 0 a 1 es la siguiente.

FIGURA 4.8: Conjuntos Difusos del variable estrógeno con la función de pertenencia.



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4.3: Función de pertenencia variable estrógeno

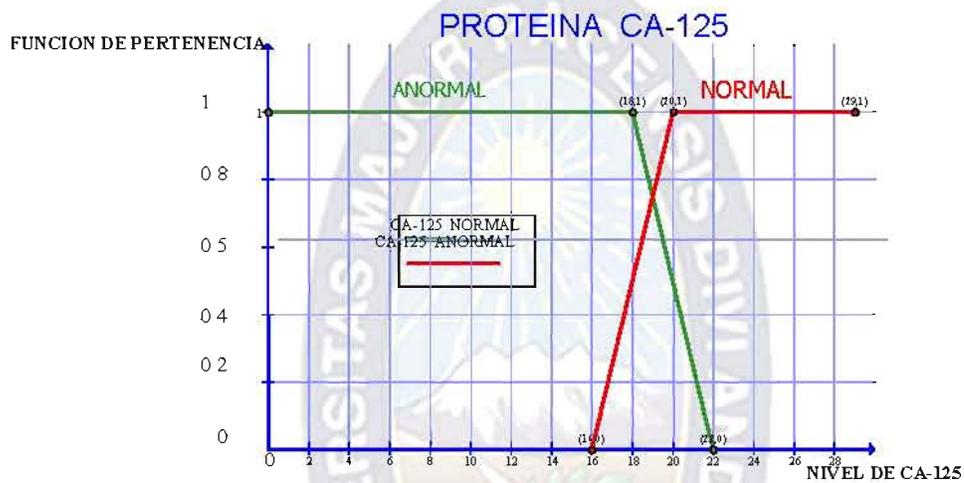
FUNCION DE PERTENENCIA: NIVEL DE ESTROGENO	
ESTROGENO NORMAL	0 si $x \geq 6$
	$(6 - x) / 2$ si $4 \leq x \leq 6$
	1 si $x \leq 4$
ESTROGENO ELEVADO	0 si $x \leq 4$ o $x \geq 9$
	$(x-4) / 1.5$ si $4 \leq x \leq 5.5$
	1 si $5.5 \leq x \leq 7.5$
	$(9-x) / 1.5$ si $7.5 \leq x \leq 9$

Fuente: Elaboración propia.

### 4.7.3 VARIABLE: NIVEL DE PROTEINA CA-125

Los conjuntos difusos de la variable de la proteína CA-125 con la función de pertenencia en un rango de 0 a 1 son:

FIGURA 4.9: Conjuntos difusos de la variable CA-125



Fuente: Elaboración propia.

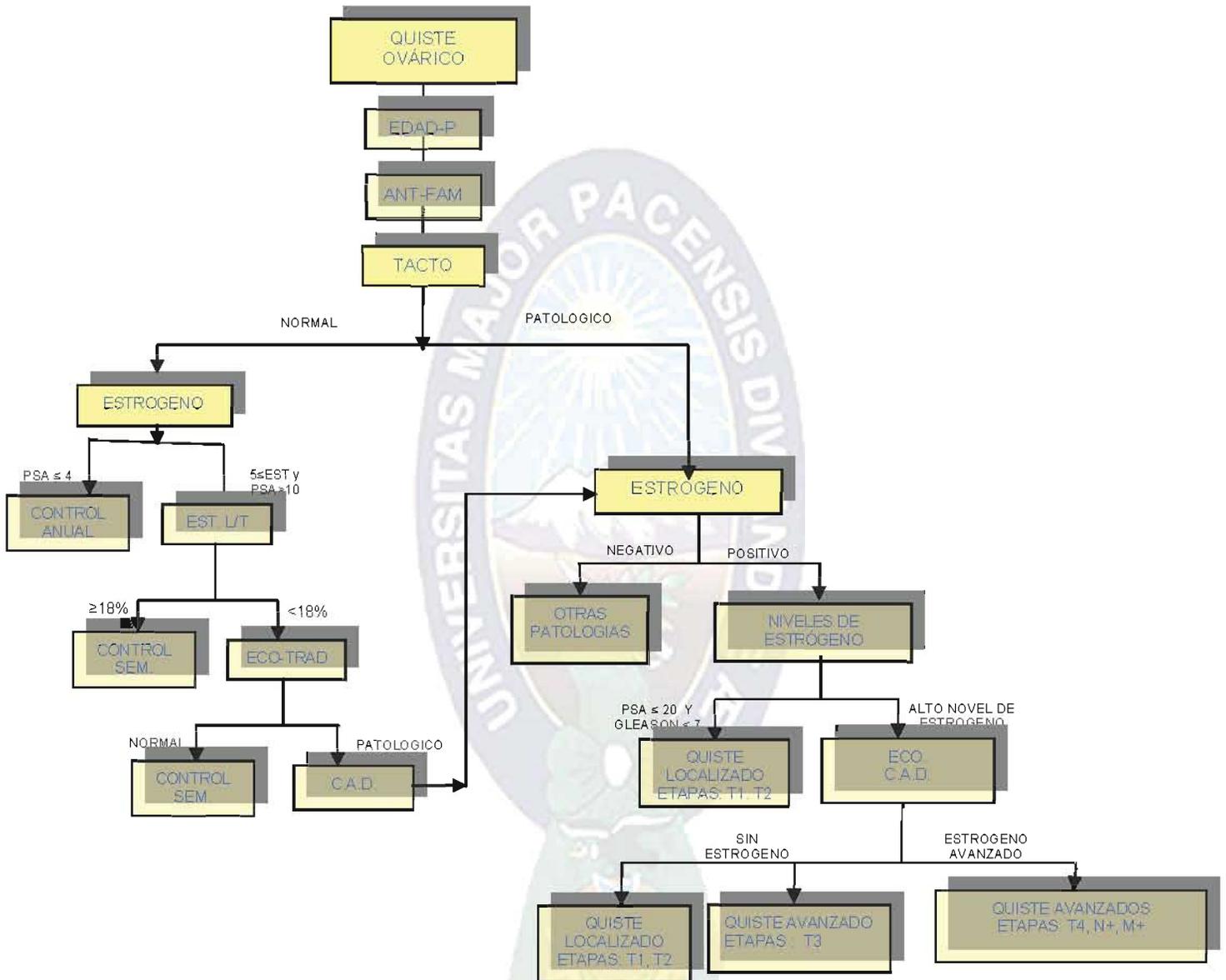
TABLA 4.4: Función de pertenencia de la variable proteína CA-125.

FUNCION DE PERTENENCIA: NIVEL DE CA-125			
ANORMAL (PATOLOGICO)	0	si	$x \geq 22$
	$(22 - x) / 4$	si	$18 \leq x \leq 22$
	1	si	$x \leq 18$
NORMAL	0	si	$x \leq 16$
	$(x-16) / 4$	si	$16 \leq x \leq 20$
	1	si	$x \geq 20$

Fuente: Elaboración Propia

## 4.8 ARBOL DE DECISION PARA LA ESTATIFICACION

FIGURA 4.10: Árbol de decisión.



Fuente: Elaboración propia.

## 4.9 DESARROLLO DE LAS REGLAS

Las reglas fueron diseñadas mediante algoritmos y protocolos de diagnóstico que siguen los especialistas médicos y que son rutinas normalizadas que deben seguir los médicos para una buena estadificación.

El algoritmo protocolizado es plasmado en el árbol de decisiones para el diagnóstico del quiste ovárico, de donde fueron obteniéndose las reglas de producción que rigen al Sistema, son un total de 60 reglas que podrán fácilmente ser adicionadas o reestructuradas para un óptimo funcionamiento del Sistema Experto. Se menciona algunas reglas ya que todas se encuentran en el editor de reglas del prototipo llamado diagnóstico del Visual Basic.

R1. **SI** ESTRO es ELEVADO **and** ANTFAN es 1\_GRADO **and** TACREC es NORMAL **and** EST es ALTO **and** BIOPRO es POSITIVO **and** GLEASON es BIENDIF **then** ESTADIO es T1

R2. **SI** EDAD es ELEVADO **and** ANTFAN es 1\_GRADO **and** TAC es NORMAL **and** ESTG es ALTO **and** BIOPRO es POSITIVO **and** GLEASON es INDIF **then** ESTADIO es T2

R3. **SI** EDAD es AVANZADO **and** ANTFAN es 1\_GRADO **and** TACREC es NORMAL **and** PSA es ALTO **and** BIOPRO es POSITIVO **and** GLEASON es BIENDIF **then** ESTADIO es T2

R4. **SI** EDAD es ELEVADO **and** ANTFAN es 1\_GRADO **and** TACREC es NORMAL **and** PSA es MUYALTO **and** SONGR es POSITIVO **and** CA es BIENDIF **and** TACNPPVS es SINMET **and** RMNPPVS es SINMET **then** ESTADIO es T1

R5...etc.

## 4.10 DEFINICION DEL METODO DIFUSO

De entre los distintos modelos de Sistemas difusos, utilizaremos el Sistema difuso tipo Mamdani por que se aplica de manera optima a los Sistemas de diagnósticos médicos sobre determinadas enfermedades, la facilidad de comprensión e implementación en el desarrollo de Sistemas Expertos difusos, los Sistemas difusos tipo Mamdani tienen las siguientes características:

- Facilidad para la derivación de reglas.
- Fácil interpretación de las reglas difusas.
- Presentan gran libertad a la hora de elegir los Interfaces de Fuzzificación y Defuzzificación así como el Sistema de Inferencia.

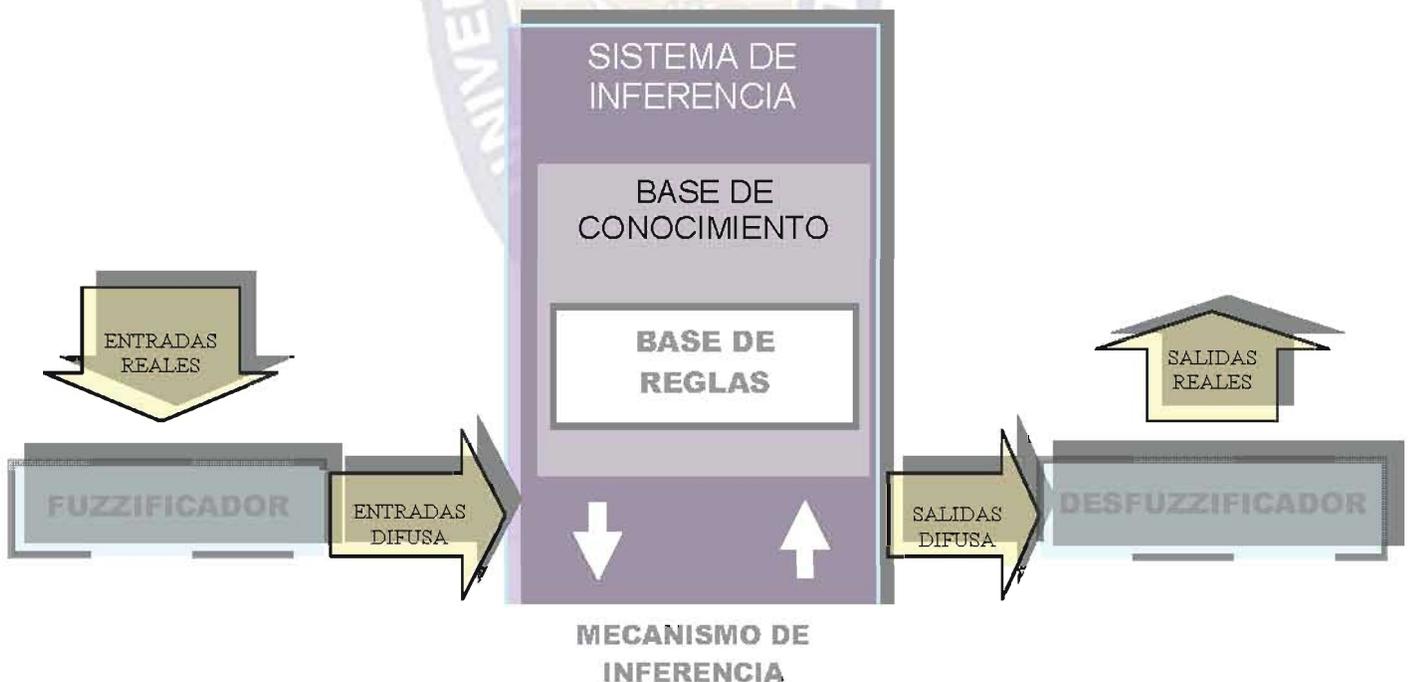
Las reglas son del tipo "Si - entonces" y el Sistema Experto Difuso tipo Mamdani tiene múltiples entradas y una única salida, presentan la siguiente estructura:

Si (X1 es A1) y ( X2 ES A2) y ... y (Xn es An) entonces Y es B

Donde Xi e Y son variables lingüísticas de entrada y salida respectivamente, y los Ai y B son etiquetas lingüísticas asociadas a dichas variables.

El modelo Mamdani tiene la clásica arquitectura de un Sistema Experto difuso como ser el mecanismo de inferencia, la base de conocimiento y los módulos de Fuzzificación y defuzzificación.

FIGURA 4.11: Arquitectura del Sistema Difuso Mamdani.



Fuente: Sistemas Difusos Mamdani.

#### 4.10.1 SISTEMA DE INFERENCIA

El Sistema de inferencia difuso (llamado también motor de inferencia) emplea la información contenida en la Base de Conocimiento para llevar a cabo dicho proceso. El proceso de inferencia difuso está basado en la aplicación del Modus Ponens Generalizado (MPG), extensión del Modus Ponens de la Lógica Clásica.

TABLA 4.5: Inferencia difusa MPG.

Modus Ponens Generalizado MPG	
PREMISA 1	Si X es A entonces Y es B
PREMISA 2	X es A'
CONSECUENTE	Y es B'

Fuente: Texto de IA - Lic. Choque.

#### 4.10.2 OBTENCION DE LA SALIDA DEL SISTEMA DIFUSO

Para el proceso de obtención de la salida del Sistema difuso mediante reglas difusas ante unas determinadas entradas utilizaremos la llamada **Inferencia basada en reglas individuales**, que aplica las entradas a la primera regla, a la segunda y así sucesivamente. Posteriormente las salidas de las reglas se unen para obtener una única salida.

#### 4.10.3 ESQUEMA EL MOTOR DE INFERENCIA BASADO EN REGLAS INDIVIDUALES

Una regla se activa si el grado de emparejamiento (o aplicabilidad) del antecedente de la regla con las entradas es mayor que cero.

- Cálculo del grado de emparejamiento del antecedente de las reglas con las entradas.
- Escalado de la salida difusa.

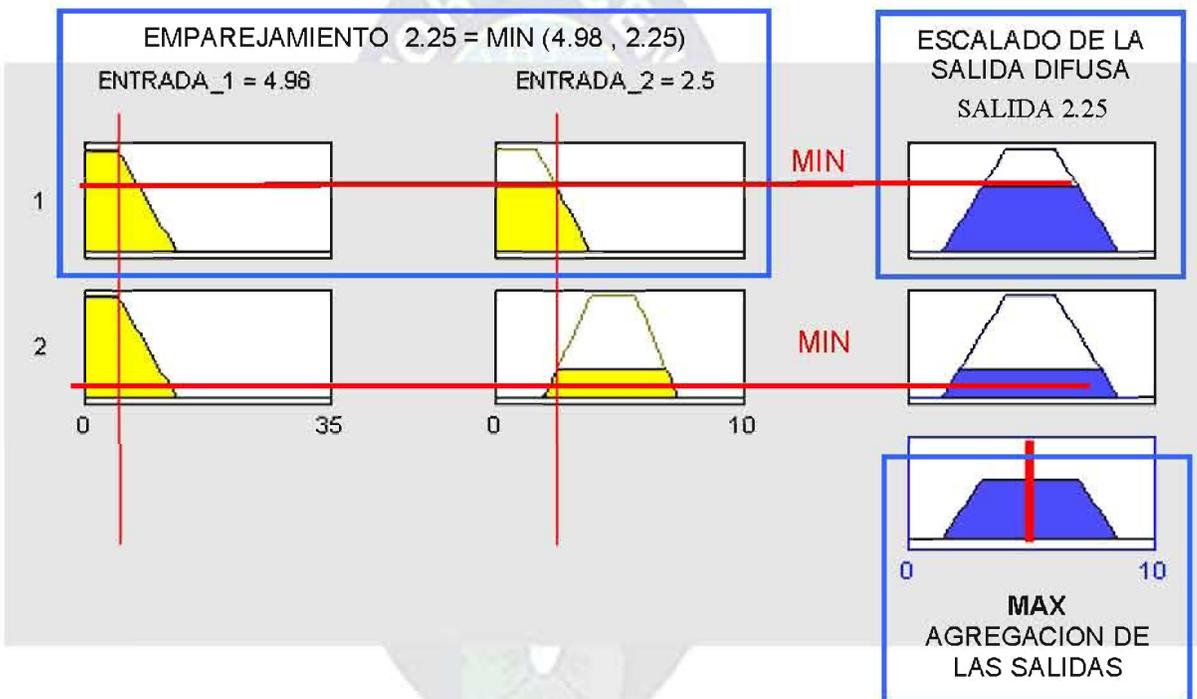
En nuestro Sistema se utiliza el operador Intersección estándar:

$$T(a,b) = \min(a,b) \text{ de la T-norma.}$$

#### 4.10.4 INFERENCIA DIFUSA TIPO MAMDANI

Usando las funciones MIN (T-norm=min) y MAX (T- conorm=max).

FIGURA 4.12: Inferencia modelo Mamdani.



Fuente: Sistemas Difusos Mamdani.

#### 4.10.5 FUZZIFICACION DIFUSO

Que se encarga de transformar los datos precisos de entrada (valores numéricos) en valores manejables (valores difusos) en el proceso de razonamiento difuso, es decir, en algún tipo de conjunto difuso.

#### 4.10.6 DEFUZZIFICACION DIFUSO

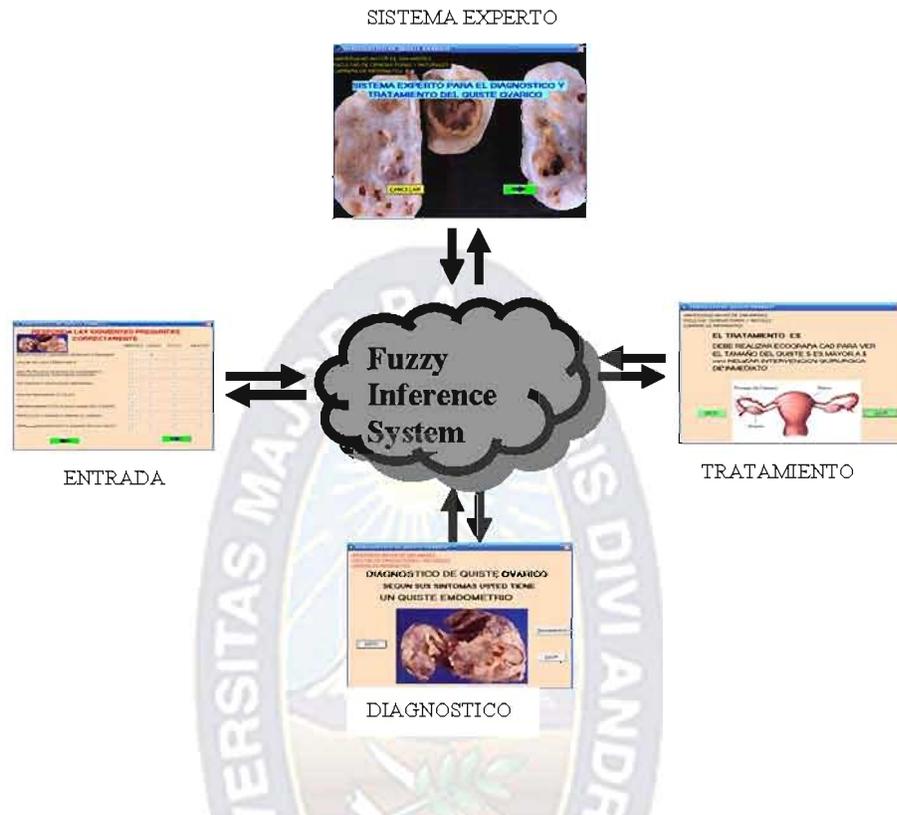
Que transforma la acción difusa resultante del proceso de inferencia en una acción precisa que constituye la salida global del Sistema Experto difuso. En el prototipo del Sistema Experto utilizaremos el método de defuzzificación del Centroide o llamado también Centro de Gravedad o de Área.

#### 4.11 SOFTWARE DIFUSO

Para la elección del software a emplearse para el desarrollo del Sistema y posterior prueba es el Visual Basic por ser un software muy flexible y optimizable para un constante mejora del prototipo y del propio modelo de Sistema Experto difuso.

La ventaja de el Sistema de desarrollo rápido de prototipos es que acepta una cantidad grande de variables de entrada y permite mas de una variable de salida, el Sistema también muestra la visualización gráfica de las reglas donde se observa que diferentes entradas muestran diferentes salidas y se puede ver de manera visual las reglas que se activan con cada nueva entrada de variables. El software Visual Basic tiene un editor gráfico que nos permite ver las reglas del Sistema, las funciones de pertenencia, así también las superficies entre las diferentes variables que tiene el Sistema Experto.

FIGURA 4.13: Características del Visual Basic



Fuente: Visual Basic.

## 4.12 APLICACION DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA EN VISUAL BASIC

El Sistema Experto para el Diagnóstico y Tratamiento del quiste ovárico de tipo Mamdani e implementado en Visual Basic tiene las siguientes características:

### 4.13 BASE DE CONOCIMIENTOS

#### 4.13.1 BASE DE REGLAS

La base de reglas del Sistema Experto se encuentra implementada en el Editor de reglas del prototipo es aquí donde se visualizan las reglas, es donde se procesan los datos para poder llegar a una conclusión esto puede ser positivo o negativo para el paciente de que se está diagnosticando.

FIGURA 4.14 Reglas del Sistema

**DIAGNOSTICO DE QUISTE OVARICO**

**RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS CORRECTAMENTE**

ABECES NADIA POCO MUCHO

DOLOR BAJO EL ABDOMEN DERECHO O IZQUIRDO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DOLOR PELVICO CONSATANTE	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DULOR PELVICO DESPUES DE LUMIENZO Ó FINALIZACION DE CADA MENSTRUACION	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DISTINCION O HINCHAZON ABDOMINAL	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DOLOR ABDOMINAL O COLICO	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
AMORATAMIENTO EN ALGUN LUGAR DEL CUERPO	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
DIFICULTAD O DOLOR O ARDOR AL ORINAR	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ORINA SANGUINOLENTA O SANGRE EN LOS HACES	<input type="checkbox"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

← →

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.13.2 BASE DE DATO

La base de dato se implanta mediante el editor de funciones de pertenencia y quedan almacenados los conjuntos difusos de todas las variables del Sistema, incluyendo la única variable de salida que es un valor real que mide el estadio en que se encuentra el quiste ovárico, llegando a una conclusión de quiste tipo funcional, quiste cistoadenoma, quiste dermoide, quiste endometriósicos o el mas peligroso del quiste los poliquísticos.

FIGURA 4.15: Editor de Funciones de Pertenencia del Sistema.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.13.3 SISTEMA DE INFERENCIA DIFUSA EN VISUAL BASIC

El Sistema de inferencia difusa utiliza todas las variables de entrada para inferir un resultado final e implementado en el modelo Mamdani. Que tiene un menú donde se seleccionan los síntomas luego se realiza los operadores lógicos matemáticos que van a ser usados durante el proceso de inferencia del Sistema de quiste ovárico para llegar a una conclusión real para lo cual el paciente debe seleccionar los síntomas de manera correcta.

FIGURA 4.16: Sistema de inferencia difusa

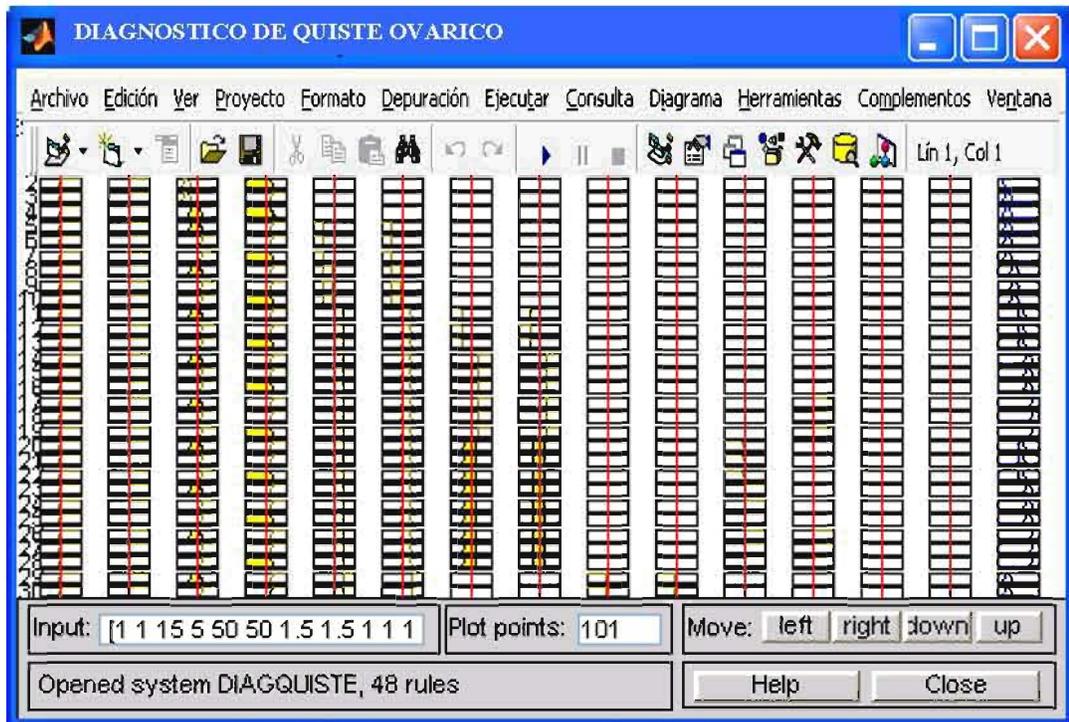
	NINGUNO	NADA	POCO	MUCHO
INFECCION POR ALGUN TIPO DE UNGUIS EN LA PARTE VAGINAL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
LESION VAGINAL POR INSERCIÓN DE OBJETOS EXTRANAOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PARFUMES VAGINALES SECOS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UTILIZA PILDORAS ANTICONCEPTIVAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UTILIZA DROGAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
INFECCION DEL TRACTO URINARIO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IRRITACION VAGINAL POR JABONES, DETERGENTES O PRODUCTOS DE HIGIENE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TUVO ENFERMEDADES DE TRANSMISION SEXUAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ABORTO ESPONTANEO O INDUCIDO	<input type="checkbox"/> NO			<input type="checkbox"/> SI

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.13.4 REGLAS DEL SISTEMA EXPERTO

En el visualizador de reglas se puede ver gráficamente todas las reglas y las variables del Sistema, además se puede contemplar las reglas que han sido activadas cuando determinadas variables cumplen sus condiciones, se puede apreciar los conjuntos difusos seleccionados en cada regla activada. También se puede hacer variar las entradas solo moviendo con el puntero el valor de las entradas actuales (líneas rojas verticales) o cambiando parámetros en el menú de entrada de datos.

FIGURA 4.17: Visualizador de reglas



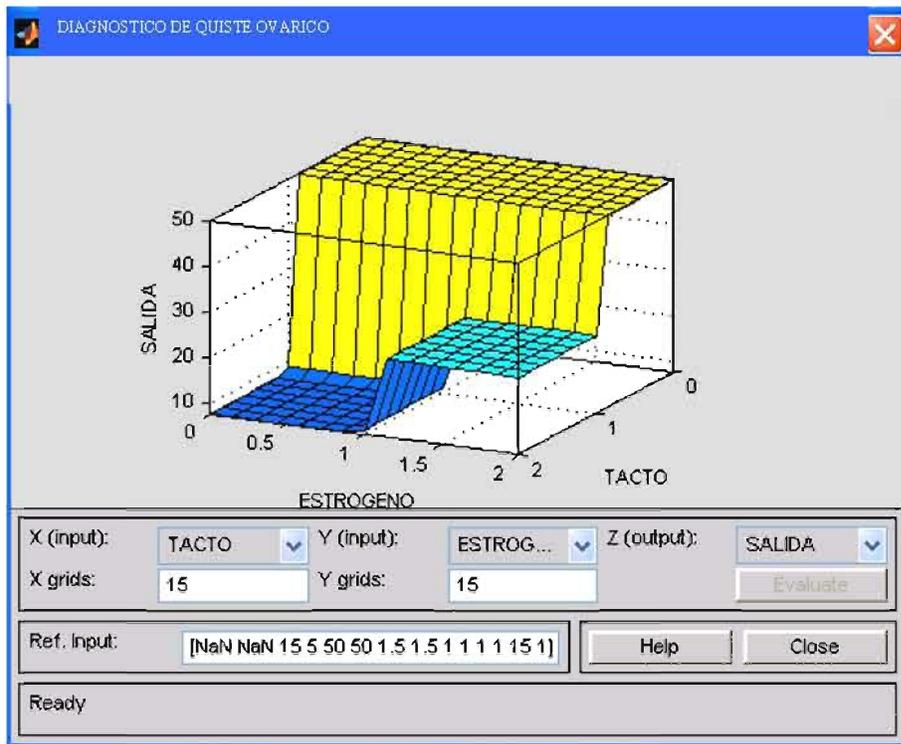
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.13.5 VISUALIZADOR DE SUPERFICIES

El visualizador muestra en tres dimensiones la superficie formada por la relación entre dos variables de entrada cualesquiera (a elección nuestra) y la variable de salida que es la estatificación, en las figuras siguientes se muestran las superficies entre las variables que se pueden combinar por ejemplo la variable tacto y estrógeno ó tacto y sonografía, las gráficas son las siguientes.

En la figura 4.18 nos muestra las variables de entrada estrógeno y tacto estas dos variables son muy esenciales para el diagnostico si el estrógeno es alto y con el tacto tiene dolor nos indicar que el quiste tiene un avance bastante peligrosa.

FIGURA 4.18: Superficie estrógeno y tacto.

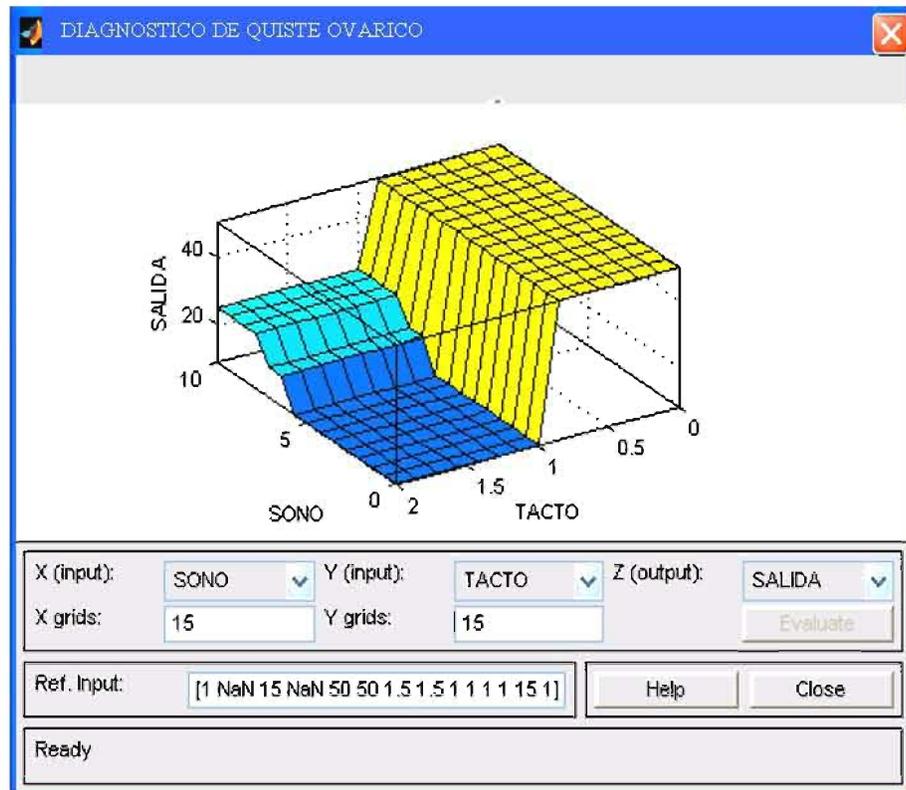


Fuente: Elaboración Propia

La figura muestra en tres dimensiones la superficie formada por la relación entre dos variables de entrada cualesquiera (a elección nuestra) y la variable de salida que es la estadificación, la figura muestra la superficie entre las variables que se pueden combinar en esta caso son las variables sonografía y tacto y estrógeno y tacto.

La figura 4.19 nos muestra las variables de entrada sonografía y tacto estas dos variables son muy importante para el diagnostico si la sonografía muestra un quiste con un diámetro mas de cinco centímetros y con el tacto se puede confirmar dolor, indica que el quiste tiene un avance bastante avanzada que es necesario aplicar tiramientos mas fuertes.

FIGURA 4.19: Superficie sonografía y tacto.

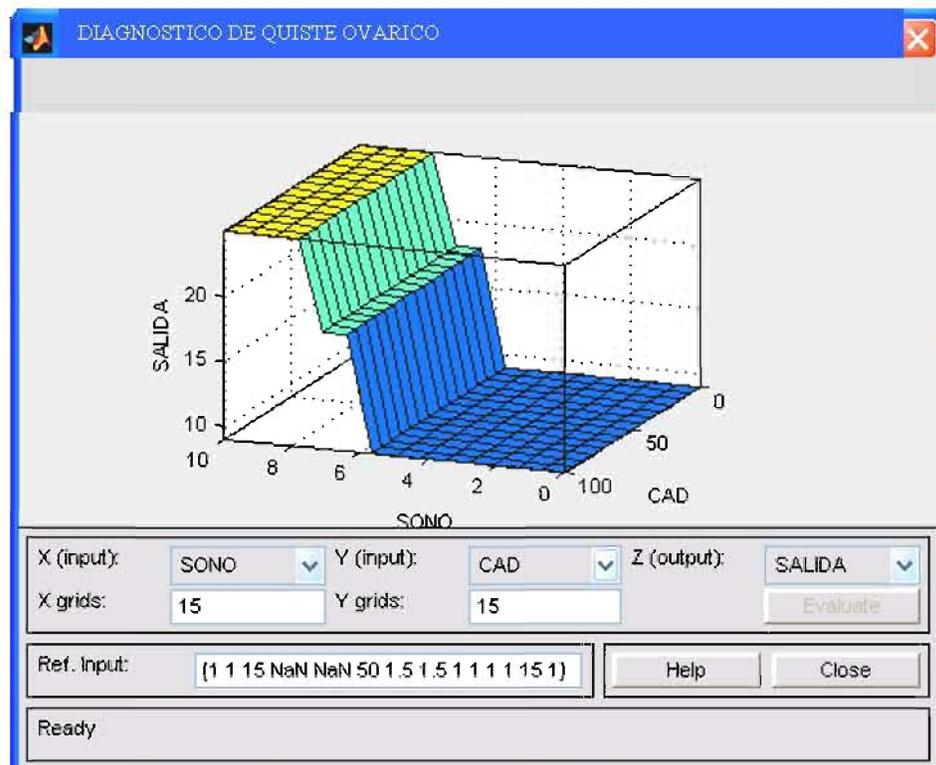


Fuente: Elaboración Propia

La figura 4.20 muestra las variables de entrada sonografía y la ecografía de CAD lo cual tiene una exactitud mas precisa que la sonografía estas dos variables son muy importante para el diagnostico, si la sonografía muestra un quiste bastante avanzada y la CAD muestra que el quiste es funcional es donde el especialista toma tratamiento mas exacto.

En la figura muestra en la sonografía alta, pero en CAD da un resultado mas pequeña lo que significa que el quiste no es peligrosa, Estas dos variables se lo realizan para no cometer errores y no realizar una intervención quirúrgica sin necesidad, pudiendo realizarse un tratamiento más convencional, mas adecuado y menos costoso para el paciente.

FIGURA 4.20: Superficie sonografía y C.A.D.



Fuente: Elaboración Propia

#### 4.14 PRUEBA DEL SISTEMA

Realizando una prueba al prototipo del Sistema para ver los resultados que se le introducen al sistema y las variables que se le aplica es lo siguiente.

La paciente no tiene dolor por debajo del abdomen, sufre de dolor constante pero de poca intensidad a su vez el dolor pélvico se presenta en ocasiones, no tiene hinchazón abdominal, alguna vez se le presenta cólicos en poca intensidad, ningún amoratamiento en el cuerpo, no tiene dificultad el orinar, tampoco tiene sangre en los ases, alguna vez tubo infección vaginal y fue de baja intensidad, no tubo lesiones vaginales, pero si tubo una sequedad en las paredes vaginales fue la sequedad muy seca, no utiliza píldoras anticonceptivas, no utiliza drogas, nunca sufrió infección del tracto urinario, hubo irritación vaginal

por consecuencia de los detergentes higiénicas, también hubo hongos vaginales y nunca tubo un aborto,

FIGURA 4.21 Prueba del Sistema.

	ABECES	NUNCA	POCO	MUCHO
DOLOR BAJO EL ABDOMEN DERECHO O IZQUIERDO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DOLOR PELVICULO CONSTANTE	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DOLOR PELVICULO DESPUES DE COMENZAR O FINALIZACION DE CADA MENSTRUACION	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DISTENSION O HINCHAZON ABDOMINAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DOLOR ABDOMINAL O COLICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
AMPEGATAMIENTO EN ALGUN LUGAR DEL CUERPO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HEMORRAGIA VAGINAL O EN LAS URINAS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ORINA SANGUINOLENTA O SANGRE EN LOS HACES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fuente: Elaboración Propia

El diagnóstico en el estado de N (estatificación) nos indica que no sufre de ningún quiste los males que la paciente tiene es por consecuencia de otros factores como se ve en la figura 4.22.

FIGURA 4.22: Resultado de la inferencia difusa

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE CIENCIAS PUROS Y NATURALES  
CARRERA DE INFORMATICA

**DIAGNOSTICO DE QUISTE OVARICO  
SEGUN LOS SINTOMAS  
NO TIENE NINGUN ANOMALIA**

INICIO

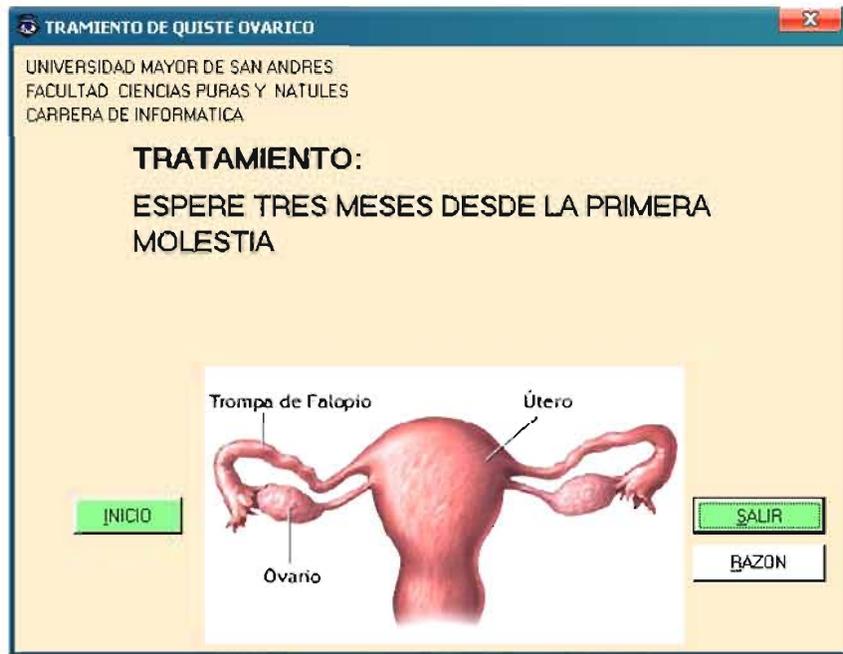
TRATAMIENTO

SALIR

Fuente: Elaboración Propia

No se le da ningún tratamiento pero se le recomienda a la paciente que sus dolencias son por otros factores, es como se ve en la siguiente figura 4.23.

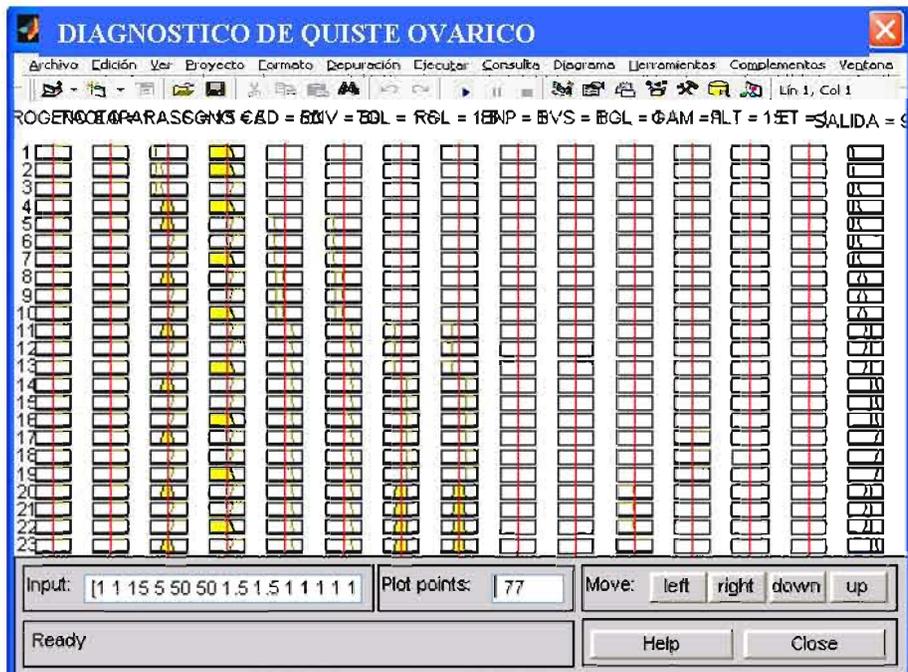
FIGURA 4.23 Prueba del Sistema.



Fuente: Elaboración Propia

En el visualizador de reglas se puede ver gráficamente todas las reglas y las variables del Sistema, además se puede contemplar las reglas que han sido activadas cuando determinadas variables cumplen sus condiciones, se puede apreciar los conjuntos difusos seleccionados en cada regla activada. También se puede hacer variar las entradas solo moviendo con el puntero el valor de las entradas actuales (líneas rojas verticales) o cambiando parámetros en el menú de entrada de datos.

FIGURA 4.24 Visualizador de reglas.



#### 4.15 ANALISIS DE RESULTADOS

Para realizar el diagnóstico del quiste ovárico se recolectó mucha información sobre la enfermedad y entre ellas el historial médico de personas que se encontraban en diferentes etapas de quiste ovárico y los tratamientos que se estuvieran siguiendo, la información fue proporcionada relacionado por el especialista médico.

Se ha probado el prototipo con datos de entrada y variables reales donde se aprecia que se asemeja al diagnóstico médico proporcionado por el especialista, teniendo en cuenta que es difícil incluso para un especialista médico dar al paciente, un diagnóstico médico acertado de manera confiable y rápida, lo cual lleva mucho tiempo de análisis y pruebas que son analizados por uno o más especialistas. Uno de los aspectos más importantes para los médicos es llegar a un buen diagnóstico ya que existe un nivel muy alto de diagnósticos errados y fue un tema muy preocupante para los médicos de la especialidad.

Los resultados obtenidos en el prototipo son mostrados a continuación y son comparados con los resultados del especialista.

TABLA 5.1: Historial de pacientes

DATOS DEL PACIENTE	
Paciente 1	La paciente de edad avanzada 42 años, con estrógeno patológico con 16 es alto, nivel de CA-125 muy bajo 12 ml. es anormal, la ecografía convencional da negativo, el examen ecográfico C.A.D. da positivo mostrando que el diámetro del quiste ovárico de 3 cm.
Paciente 2	La paciente de 25 años presenta dolor en la parte pélvica, teniendo en la familia un nivel de primer orden de tener el quiste ovárico, teniendo el nivel de estrógeno elevado de 8, nivel, el examen ecográfico C.A.D. dio positivo que indica con un diámetro de 2 cm.
Paciente 3	La paciente de 15 años presenta dolor en la parte pélvica con un nivel de estrógeno muy alto 23, lo cual el estudio familiar de primer hormen también es alto, teniendo un estrés constante, así también se le adelanta y retrasa el ciclo menstrual, la ecografía convencional dio positivo, el CA-125 es de 15 (anormal), la ecografía C.A.D. dio un resultado de 3 cm. de diámetro del quiste ovárico.
Paciente 4	La paciente de 20 años presenta los siguientes síntomas, estrés constante, no presenta dolor en la parte pélvica , siente dolor al tener relaciones sexuales.

Fuente: Historial del Dr. Gonzalo Díaz Mac. (Hospital Japonés)

Una vez realizado los historiales de las pacientes e introducidos en el Sistema Experto, se realizó una comparación con los resultados del especialista así también con los resultados del Sistema, dándonos un resultado semejante al del especialista como se puede ver en el siguiente cuadro:

TABLA 5.2: Resultados de los Diagnósticos Médico / Sistema.

	RESULTADOS	
	DIAGNOSTICO DEL MEDICO	DIAGNOSTICO DEL SISTEMA
Paciente 1	El diagnóstico del médico indica un quiste bastante avanzado por tanto es necesario de una intervención quirúrgico, el mal fue localizado en la trompa izquierdo y podría llegar a la torción de la trompa uterino	Luego de introducir los datos en el Sistema Experto, el prototipo infiere un resultado de estatificación a que el mal se encuentra en una trompa lo que nos indica claramente que pertenece a la etapa de alto riesgo donde no es necesario de un tratamiento, más bien de una intervención quirúrgica.
Paciente 2	El médico da un diagnóstico de quiste localizado en la trompa derecho del útero por lo tanto no es necesario de una intervención quirúrgica, solo un tratamiento y reposo de la paciente.	El Sistema infiere un resultado de que la paciente se encuentra en un estado regular lo que significa que el quiste no es peligroso si no que se debe tratar con algún tipo de medicamento en ente caso el medicamento seria pastillas anticonceptivas

Paciente 3	El médico indica un quiste bastante peligroso que podría afectar incluso al mismo útero por lo que es necesario de una intervención quirúrgica inmediato.	Con los datos del paciente el Sistema infiere un resultado de estatificación de alto riesgo que corresponde a la etapa mas peligrosa del quiste lo que indica que la patología puede afectar a otros organismos por lo que el Sistema indica una intervención quirúrgica de inmediato.
Paciente 4	El especialista diagnóstica un quiste funcional localizado en la parte del trompa de Falopio izquierdo, con un tratamiento de 3 meses el quiste funcional podrá desaparecer.	El Sistema Experto infiere un resultado leve que corresponde a la etapa inicial del quiste ovárico, el estado es de menor gravedad e indica un quiste sin ningún riesgo localizado en la superficie de la trompa en lo cual indica un tratamiento con medicamentos.

Fuente: Diagnóstico médico y diagnóstico Sistema Experto.

Una vez evaluados los diferentes resultados vemos que el diagnóstico del estadio del quiste ovárico de los pacientes por el Sistema difuso Diagquiste es muy parecido al del Experto humano, con la única diferencia que el Sistema hace la inferencia en cuestión de segundos, para que el Sistema Experto infiera resultados lo mas aproximado posible a los resultados del Experto humano lo mejor será realizar la mayor cantidad de pruebas posibles con los datos reales existentes, luego comparando los resultados, realizar una estructuración al

Sistema (calibrar estructuras), ya sea en los conjuntos difusos o la base de conocimientos, la facilidad que ofrece el prototipo de desarrollo de Visual Basic. La comparación del tiempo que tarda el médico (Experto humano) en el momento de realizar la consulta y dar el diagnóstico al paciente (persona), el proceso es llamado comparación de consulta en tiempo real, en el caso el Sistema Experto con el Experto humano es notable la diferencia entre ambas tipos de diagnóstico, mientras que el Experto humano puede tardar varios minutos o hasta horas, el Sistema Experto lo realiza en cuestión de segundos y lo mas conveniente es que portátil y eficiente.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSION

Una vez que se ha probado el Sistema con datos reales de pacientes con quistes en el ovario y haber comparado los resultados con los del especialista médico, se llega a la conclusión de confirmar que: El Sistema Experto mediante la Lógica Difusa brinda un diagnóstico adecuado para el paciente y ayuda al tratamiento en la especialidad de quiste ovárico.

El diagnóstico se establece mediante las reglas de inferencias y la base de conocimiento, llegando a un resultado con rapidez y confiabilidad, siempre que los datos aportados por el paciente en la consulta con el médico sean confiables y suficientes para que el sistema pueda evaluar las variables de entrada e inferir mediante el motor de inferencia y la base de conocimientos un resultado adecuado y confiable que vendrá a ser el diagnóstico final y su posterior tratamiento a seguir.

### 5.2 RECOMENDACIONES

Para conseguir un Sistema Experto más eficiente y eficaz se deberá probar y evaluar con más información real de pacientes con quistes ováricos, los resultados se compararan con los del médico y se realizarán las correcciones necesarias en el Sistema y en el prototipo. Las correcciones o readecuaciones se las realizará principalmente en la base de conocimientos, es la base de datos (funciones de pertenencia, valores lingüísticos, etc.) y a la base de reglas.

Una de las ventajas que tiene el implementar el prototipo del Sistema en programar en Visual Basic es que se pueden hacer las mejoras y cambios de manera oportuna y rápida hasta conseguir resultados más óptimos y eficientes

ya que los módulos de Visual Basic están diseñados para tal situación según sea el programador.

## **BIBLIOGRAFIA**

**[Aznar, 2004/2005]:** Fidel Aznar Gregori Sistemas Expertos Fundamentos de Inteligencia Artificial Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Alicante. [http://www.fidel\\_asmar/inteligencia/artificial/univer&.htm](http://www.fidel_asmar/inteligencia/artificial/univer&.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:15)

**[Baena, 2001]:** J. Baena, M.Vallejo “Fuzzycomp: Generador de código para Sistemas difusos”. Primera edición, tesis de grado, Universidad de Antioquia. <http://www.Fuzzycomp%&/generator.htm> (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:15)

**[Choque. 1992]:** LIC. GUILLERMO CHOQUE Texto de Inteligencia Artificial, La Paz - Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

**[Hilera & Martines, 1995]:** HILERA G., JR, y Martines, V “Redes Neuronales Artificiales”, Fundamentos, Modelos y Aplicaciones, 390 Pág., Addison – Wesley Iberoamericana, México. [http://www.hilera\\_redesneuronales/iberoamericana.htm](http://www.hilera_redesneuronales/iberoamericana.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Mercado, 1998]:** MERCADO, S.H., “Como Hacer Una Tesis”, ED. McGraw Hill, Edo. De México, 501 Págs. [http://www.hilera\\_redesneuronales/iberoamericana.htm](http://www.hilera_redesneuronales/iberoamericana.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:20)

**[Merlo, 1976]:** JUAN CARLOS MERLO, “Diccionario de Ciencias Medicas”, 5ta. Ed., 1664 pags., Tomo I y II, Librería “El Ateneo” Editorial. Texto del hospital Holandés

**[Morales, 1999]:** Eduardo Morales 06-18-1999 Adquisición de Conocimiento de Lógica difusa1, Razonamiento con Incertidumbre, Redes Bayesianas. <http://>

[www.Redes\\_Bayesianas/iberoamericana.htm](http://www.Redes_Bayesianas/iberoamericana.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Nebendahl, 1998]:** NEBENDAHL, D., “Sistemas Expertos Introducción a la Técnica y Aplicación”, 1ra. Ed. Barcelona España, 175 pags. [http://www.tecnicas\\_de\\_aplicacion/&&/esp.htm](http://www.tecnicas_de_aplicacion/&&/esp.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Ramírez, 1997]:** RAMIREZ, JA., “Diagnóstico precoz y rentabilidad”, 120 pags., Medicine. [Http://www.Cistoadenoma.seroso.simple\\_del\\_ovario\\_Quiste\\_ovarico.htm](http://www.Cistoadenoma.seroso.simple_del_ovario_Quiste_ovarico.htm) (Internet Av. 6 de Marzo el 17/07/2009 Hrs. 15:40)

**[Rich, E, 1989]:** RICH, E, Inteligencia artificial y Sistemas Expertos, 1ra Ed. España. [http://rich\\_system.art.htm](http://rich_system.art.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Rolston, 1998]:** ROLSTON, D., Sistemas Expertos Introducción a la Técnica y Aplicación, 1ra . Barcelona España. <http://www.tecnicas.de.sistemas.expertos/Barcelona.htm> (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Rolston, 1990]:** ROLSTON, “Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos”, 254 Pág., Mc-Graw Hill. [Http://www.principio.de.sistemas.expertos/rolston.htm](http://www.principio.de.sistemas.expertos/rolston.htm) (Internet Laberinto 16/08/2009 Hrs. 14:16)

**[Salkind, 1999]:** SALKIND, N.J., Mayo 1999: “Métodos de Investigación”, 3 ED. Prentice, 21-51 pags. [Http://www.metodos.de.investigacion.expertos/nayer.htm](http://www.metodos.de.investigacion.expertos/nayer.htm) (Internet Laberinto 20/10/2009 Hrs. 18:16)

**[Velasquez, 2003]:** LUISA VELASQUEZ, L., “Apuntes de Sistemas Expertos, Universidad Mayor de San Andrés”, La Paz – Bolivia.

**[Vera, 1987]:** VERA, A., “Metodología de la Información”, McGraw Hill,

<http://www.metodologia.informacion/vera.htm> (Internet de la Av. 6 de Marzo el 06/10/2009 Hrs.. 15:25)

[Zadeh, 2002]: Lis. Zadeh introducción a los Sistemas Expertos con lógica difusa. [http://www.sistema\\_expertos\\_fundamental/logica\\_difusa.htm](http://www.sistema_expertos_fundamental/logica_difusa.htm) (Internet de la Av. 6 de Marzo el 06/07/2009 Hrs.. 15:25)

## GLOSARIO MEDICO

**Andrógeno:** Cualquier sustancia que produce características físicas. La hormona androgénica principal es la testosterona.

**Antiandrógeno:** Medicamento que combate el cáncer quiste bloqueando la acción de la testosterona.

**Anticonceptivo:** Son pastillas que impiden el desarrollo de los folículos por tanto no hay posibilidad de un embarazo.

**Antiandrógeno no esteroide:** Antiandrógenos que no tienen un componente esteroide.

**Benigno:** Quiste que no ocasiona ningún daño en particular.

**CA-125:** Nivel de proteína que se encuentra en la sangre en el ser humano por debajo de 18 es anormal y por encima es normal

**Cáncer:** Nombre para enfermedades en las que las células anormales crecen y se dividen sin control, y posiblemente se difunden a otras partes del cuerpo.

**Cápsula:** Capa de células que cubre un órgano, tal como el folículo.

**Célula:** La unidad estructural y funcional básica del organismo.

**Ecografía pélvica:** procedimiento en que se detecta alguna anomalía de las trompas de Falopio.

**Especialista en quiste:** Médico que se especializa en los diferentes tipos de quistes.

**Funcional:** Quiste benigno que solo desaparecerá en un periodo de tres a cuatro meses.

**Laparoscopia:** Instrumento quirúrgico es como una aguja que se lo introduce al cuerpo por donde es trasferido los diminutos instrumentos para la extirpación de algún mal.

**Lesión:** Término general para cualquier anomalía visible y local de un tejido (por ejemplo, lesión, herida, forúnculo, llaga, erupción cutánea).

**Maligno:** Tumor canceroso que puede crecer y difundirse y ser potencialmente mortal.

**Patólogo:** Médico que se especializa en el diagnóstico de la enfermedad al estudiar células y tejidos bajo un microscopio.

**Pronóstico:** Predicción hecha sobre el posible desenlace de una enfermedad.

**Quiste:** Folículo que no a logrado salir por completo.

**Sonografía:** Equipo que emite un sonido que traspasa los tejidos del cuerpo humano del cual puede formar un grafica en blanco y negro.

**Sonografía C.A.D.:** Similar que la Sonografía con la diferencia que es a color es indoloro y mas fiable para los quistes.