UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES

CARRERA DE INFORMÁTICA

TESIS DE GRADO

"SISTEMA EXPERTO PARA DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DEL QUISTE OVÁRICO, BASADO EN REDES BAYESIANAS"

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA MENCIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: UNIV. ANDREA PAOLA RODRIGUEZ CALLICONDE

TUTOR METODOLÓGICO: M. Sc. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO

ASESOR: M. Sc. CARLOS MULLISACA CHOQUE

LA PAZ – BOLIVIA
2017

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

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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta aquí,
una etapa más de mi vida.
A mis padres Edmundo, Nancy y hermano
Mauricio, quienes hicieron esto posible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, por sus palabras de aliento, consejos, por todo su apoyo y amor que me brindan día a día.

Un agradecimiento especial a mi Tutor Metodológico M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, por brindarme su apoyo, sus conocimientos, sus consejos y por sobre todo su amistad.

De la misma manera un agradecimiento a mi Asesor M. Sc. Carlos Mullisaca Choque, por guiarme en el desarrollo de mi tesis.

Al personal de la biblioteca, por su ayuda y colaboración.

A mis amigos, amigas que me acompañaron en todos estos años de estudio y sobre todo por su amistad sincera.

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, basado en redes bayesianas 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.

ABSTRACT

The Expert Systems is an area of Information Technology that derives from the branch of scientific research called Artificial Intelligence. The objective of the Expert Systems is to understand and emulate human intelligence and its reasoning processes in order to obtain models of logical inference and finally to develop computational applications that represent said intelligence.

The Expert System of Diagnosis and Treatment of Ovarian Cyst is a System that diagnoses the different cysts that exist, Functional Cyst, Cystadenoma Cyst, Dermoid Cyst, Endometriosis Cyst, etc. Each of these have different symptoms where it is stored in a knowledge base of the system. Symptoms and types of cyst depend on the age of the patient and the family history where each symptom is a variable to reach a conclusion.

The Expert System of Diagnosis and Treatment of Ovarian Cyst, based on Bayesian networks that are the ones that transform the real values into fuzzy sets by means of belonging functions and vice versa, it has a knowledge base where the database is located and the base of rules that is where the knowledge of the human specialist, we also have the inference engine that is one of the most important parts of the Expert System, the fuzzy inference engine is the one that receives the inputs and evaluates the rules to be used to finally infer a result that in our case is a diagnosis for the patient and his subsequent treatment to follow.

The Expert System is implemented and evaluated together with the specialist human being giving a reliable and equal result, because the system is easy to use and understand. The work with the gynecologist was very important that he resolved many doubts in the analysis of the variables of the disease and relationships existing between them, was also the fundamental factor in the development of the rules of System production.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 MARCO INTRODUCTORIO 1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. ANTECEDENTES 2

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 4

1.3.1. PROBLEMA CENTRAL 5

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS 5

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS 5

1.4.1. OBJETIVO GENERAL 5

1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO 6

1.5. HIPÓTESIS 6

1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 6

1.6. JUSTIFICACIÓN 7

1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONOMICA 7

1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL 7

1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA 7

1.7. ALCANCES Y LÍMITES 8

1.7.1. ALCANCES 8

1.7.2. LÍMITES 9

1.8. APORTES 9

1.8.1. PRÁCTICO 9

1.8.2. TEÓRICO 10

1.9. METODOLOGÍA 10

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO 12
2.1. INTRODUCCIÓN 12
2.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL 12
2.3. SISTEMAS EXPERTOS 13
2.3.1. CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS 15
2.3.2. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO 16
2.3.3. CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS 17
2.3.4. ETAPAS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO 17
2.3.5. DIFERENCIA ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERO HUMANO 19
2.3.6. COMPARACIÓN ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y SISTEMA CLÁSICO. 20
2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN 21
2.4.1. IDENTIFICACIÓN 21
2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN 22
2.4.3. FORMALIZACIÓN 22
2.4.4. IMPLEMENTACIÓN 22
2.4.5. TESTEO 23
2.4.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO 23
2.5. REDES BAYESIANAS 23
2.5.1. INFERENCIA BAYESIANA 25
2.5.2. APRENDIZAJE DE CLASIFICADORES BAYESIANOS 26
2.5.3. TEOREMA DE BAYES 26
2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN 27

2.6.1. SWI-PROLOG 28
2.7. APARATO REPRODUCTOR FEMENINO 28
2.8. QUISTES OVÁRICOS 30
2.8.1. QUISTE FUNCIONAL 31
2.8.2. QUISTE DEL CUERPO LÚTEO 31
2.8.3. QUISTE ENDOMETRIOMA 31
2.8.4. QUISTE DERMOIDE 32
2.8.5. QUISTE CISTOADENOMA 32
2.8.6. QUISTE POLIQUíSTICO 32
2.9. FACTORES PERSONALES 32
2.9.1. LA EDAD DE LA MUJER 32
2.9.2. HISTORIA MENSTRUAL 33
2.9.3. HISTORIA REPRODUCTIVA 33
2.10. FACTORES DE RIESGO EN EL DESARROLLO DEL QUISTE OVÁRICO 34
2.11. SINTOMAS DEL QUISTE OVÁRICO 35
2.12. CAUSAS 37
2.13. TRATAMIENTOS DEL QUISTE OVÁRICO 37
2.13.1. ESPERAR Y OBSERVAR 39
2.13.2. PASTILLAS ANTICONCEPTIVAS 39
2.13.3. CIRUGÍA LAPAROSCóPICA 39
2.14. PREVENCIÓN 40
CAPÍTULO 3 MARCO APLICATIVO 42
3.1. INTRODUCCIÓN 42

3.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO 43
3.2.1. ETAPA I: IDENTIFICACIÓN 44
3.2.2. ETAPA II: CONCEPTUALIZACIÓN 46
3.2.3. ETAPA III: FORMALIZACIÓN 49
3.2.4. ETAPA IV: IMPLEMENTACIÓN 60
3.2.5. ETAPA V: TESTEO 66
3.2.6. ETAPA VI: REVISIÓN DEL PROTOTIPO 67
CAPÍTULO 4 PRUEBA DE HIPÓTESIS 68
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS 68
4.2. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS 69
4.2.1. PASO 1: PLANTEAR HIPÓTESIS NULA E HIPÓTESIS ALTERNATIVA. 69
4.2.2. PASO 2: DETERMINAR NIVEL DE SIGNIFICANCIA. 69
4.2.3. PASO 3: IDENTIFICACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA 69
4.2.4. PASO 4: FORMULACIÓN DE LAS REGLAS DE DECISIÓN 69
4.2.3. PASO 5: TOMA DE DECISIÓN 71
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 73
5.1. CONCLUSIONES 73
5.2. 5.2. RECOMENDACIONES 73
BIBLIOGRAFÍA 75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de un Sistema Experto 15
Figura 2.2 Fases del desarrollo de un sistema experto 18
Figura 2.3 El Ovario 29
Figura 2.4 El Ovario normal y con quiste 30
Figura 2.5 Dolor pélvico 36
Figura 2.7 Laparoscópica 40
Figura 3.1 Metodología Buchanan 43
Figura 3.2 Elementos del Sistema 44
Figura 3.3 Variables asociados al quiste ovárico. 45
Figura 3.4 Base de hechos 50
Figura 3.5 Relación de variables 52
Figura 3.6 Edad del paciente 53
Figura 3.7 Variable Periodo menstrual 54
Figura 3.8 Variable estrógeno 55
Figura 3.9 Variable CA-125 56
Figura 3.10 Árbol de decisión 59
Figura 3.11 Prototipo 60
Figura 3.12 Prototipo Inicio 61
Figura 3.13 Qué es quiste ovárico 61
Figura 3.14 Factores de Riesgo 62
Figura 3.15 Causas 62
Figura 3.16 Bienvenido Prototipo 63
Figura 3.17 Factores de riesgo prototipo 63
Figura 3.18 Síntomas 64
Figura 3.19 Síntomas – Diagnóstico 65
Figura 3.20 Consejos 65
Figura 4.1 Tabla de intervalos de confianza – Test de Rachas 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Categorías de los sistemas expertos 17
Tabla 2.2 Diferencia entre un sistema experto y un sistema humano 20
Tabla 2.3 Comparación entre un sistema experto y un sistema tradicional 20
Tabla 3.1 Definición y codificación de variables 51
Tabla 3.2 Función de pertenencia variable edad paciente 53
Tabla 3.3 Función de pertenencia variable periodo menstrual 54
Tabla 3.4 Función de pertenencia variable nivel estrógeno 55
Tabla 3.5 Función de pertenencia variable CA-125 56
Tabla 3.6 Testeo del Prototipo 66
Tabla 4.1 Comparación de diagnóstico 71

CAPÍTULO 1 MARCO INTRODUCTORIO

1.1. INTRODUCCIÓN

La consideración a una persona experta en problema, cuando el individuo tiene conocimiento especializado sobre dicho problema. En el área de los sistemas expertos, a este tipo de conocimiento se lo denomina, conocimiento sobre el dominio. La palabra dominio se usa para enfatizar el conocimiento que pertenece a un problema específico.

La aparición de las computadoras hasta nuestros días, la gente ha invertido grandes esfuerzos por tratar de dar una cierta capacidad de decisión a estos equipos, incluso un cierto grado de inteligencia.

La rama de la inteligencia artificial en sistemas expertos, el cual necesita un comportamiento similar a la de un experto humano, la lógica difusa, la inferencia son maneras en la que simulan el comportamiento del ser humano, obteniendo conclusiones, realizando acciones lógicas, basándose en las experiencias de los conocimientos de un experto.

El sistema experto de cómputo, es el encargado a tomar de manera especializada con base en el conocimiento en el entendido sobre un área en particular, debido a que los datos son almacenados de forma estructurada para su recuperación. A más de la capacidad de ofrecer soluciones sobre el problema, incluye la explicación del porqué se llegó a determinadas medidas. La medicina es un área en donde se requiere de mucho entrenamiento para ser un especialista, cuando existe una amplia diversidad de enfermedades, los síntomas pueden ser confusos cuando se busca determinar rápidamente un diagnóstico optimo, que puede significar la sobrevivencia o la muerte del paciente (Jiménez, 2008).

El quiste ovárico es una bolsa con líquido en su interior que se forma en el propio ovario o alrededor de él, es un cambio benigno, que puede aparecer en mujeres jóvenes, ancianas y no está relacionado con cáncer en la mayoría de los casos. El quiste ovárico es una lesión

que cuando es pequeña, generalmente no causa síntomas y puede desaparecer espontáneamente con el tiempo.

La investigación a plantear en el trabajo que se propone en el estudio es diseñar un sistema experto que tiene como finalidad proveer una herramienta que permita a las mujeres optar y determinar el grado en cual se encuentra el Quiste Ovárico.

1.2. ANTECEDENTES

El Sistema Experto citado en el presente trabajo forma parte de la ciencia de la Computación, la cual pertenece a la rama de la Inteligencia Artificial. El término fue usado por primera vez en la Universidad de Stanford, por el Dr. Edward A. Feigenbaum, el cual estipuló, el poder de resolución del problema en un programa ordenador, que viene del conocimiento del dominio específico, no únicamente de técnicas de programación ni el formalismo que contiene.

El desarrollo de los Sistemas Expertos también se transformó a medida que se ha ido desarrollando la Inteligencia Artificial, los diferentes métodos que se han empleado para su resolución.

El Sistema Experto, surge a mediados del año 1960, se basa en pocas leyes de razonamiento unido a ordenadores para producir resultados brillantes.

El año 1967 se construye DENDRAL, se considera como el primer Sistema Experto. Se utilizaba en la identificación de estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectro gráfico.

A partir de los años 1970 a 1980 es cuando empiezan a resolver problemas basados en situaciones inciertas, fundamentado en medidas difusas al principio, en redes probabilísticas con posterioridad.

El desarrolló MYCIN es de consulta y diagnóstico de infecciones de la sangre. El sistema introdujo nuevas características: utilizando el conocimiento impreciso para razonar, la posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo importante es el funcionamiento de

una manera correcta, dando conclusiones análogas a las que el ser humano daría en largos años de experiencia. MYCIN aparece diferenciado el motor de inferencia y la base de conocimientos. Al separar esas dos partes, se puede considerar al motor de inferencias aisladamente; esto da como resultado un Sistema vacío (*Shell*).

El EMYCIN (*MYCIN Esencial*), surgió en base a SACON, utilizado en estructuras de ingeniería, PUFF estudia la función pulmonar y GUIDON, se eligen tratamientos terapéuticos. Se desarrollaron también: HERSAY, que intentaba identificar la palabra hablada, PROSPECTOR, utilizado para hallar yacimientos de minerales. De este último se derivó el Shell KAS (*Knowledge Acquisition System*). El año 1980 se pone de moda Sistemas Expertos, numerosas empresas de alta tecnología investigan en el área de la Inteligencia Artificial, desarrollando Sistemas Expertos para su comercialización. Llegando a la conclusión del éxito del Sistema Experto dependiendo casi exclusivamente de la calidad de la base del conocimiento.

El inconveniente es codificar la experiencia del ser humano, el cual resulta difícil, largo y laborioso. Ejemplo, el Sistema Experto moderno es CASHVALUE, el cual evalúa proyectos de inversión. VATIA, asesora acerca del impuesto sobre el valor a añadido o I.V.A.

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

- "SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE QUISTES BUCOMAXILOFACIALES EN NIÑOS BASADO EN REDES BAYESIANAS". Verónica Ingrid Ramos Condori, 2011, Universidad Mayor de San Andrés, Informática. Este sistema, ayuda a determinar el diagnóstico de Quistes Bucomaxilofaciales en niños, utilizando para ello Redes Bayesianas.
- "SISTEMA EXPERTO PARA LA SELECCIÓN DE RECURSOS HUMANOS BASADOS EN UN TEST PSICOLOGICO". Gisela Heydi Carita Rodriguez, 2012

Universidad Mayor de San Andrés, Informática. En este trabajo se desarrolló un Sistema Experto cuyo objetivo es mejorar el proceso de selección de recursos humanos basados en un test psicológico.

- "SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE TRASTORNO DEPRESIVOS BASADOS EN LOGICA DIFUSA". Ana Guadalupe Salas Gonzales, 2012, Universidad Mayor de San Andrés, Informática. Este sistema experto cuyo objetivo es el diagnosticar de forma correcta el tipo de trastorno depresivo de un paciente.

Entre otros trabajos fuera de la carrera de Informática se pueden citar los siguientes:

- "SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS UTILIZANDO LÓGICA FUZZY". Gutiérrez Lozano Fernando, Hernández Valderrama Sergio, 2013, Universidad Nacional de Trujillo, facultad de ciencias físicas y matemáticas, escuela académico profesional de informática, Perú.
- "SISTEMA EXPERTO DIFUSO EN LA WEB PARA DIAGNÓSTICO DE DIABETES". Viridiana Cruz Gutiérrez, Abraham Sánchez López, 2015, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, México.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La economía, falta de tiempo, influyen para que las personas no acudan a un especialista en este caso específico ginecología, sobre todo por no dar la importancia necesaria de ir a realizarse un examen cada cierto tiempo.

Los quistes no tienen síntomas en su etapa de inicio, por lo cual la paciente no tiene la sospecha, ni la necesidad de recurrir al especialista para realizarse un examen. Un elemento importante es la falta de conocimiento cualitativo sobre los problemas que una persona le podría aquejar en su organismo, las mujeres que tienen problemas en realizarse un análisis

con el ginecólogo, corren el riesgo de que la detección del quiste ovárico no sea temprana y se llegue a determinar que sea necesaria de intervención quirúrgica. Los quistes de ovarios pueden formarse por numerosas razones.

1.3.1. PROBLEMA CENTRAL

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

¿Cómo ayudar al experto Ginecólogo en la tarea de obtener un diagnóstico y tratamiento adecuado del Quiste Ovárico?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- ✓ La ausencia de especialistas Ginecólogo, en áreas geográficas alejadas o en horarios poco accesibles, provoca que la paciente no pueda acceder a la atención médica, o lo haga cuando las complicaciones ya están presentes.
- ✓ La falta de información confiable acerca de los distintos riesgos y complicaciones que existen durante el periodo menstrual de la mujer, aumenta el descuido y la ausencia total en la realización de un examen médico.
- ✓ Falta de experiencia y/o preparación por parte de algunos especialistas, que pueden confundir el diagnóstico. Esto puede causar daños severos a la salud por no haber dado un tratamiento adecuado.
- ✓ La ausencia de herramientas informáticas para la promoción de factores de riesgo y prevención de complicaciones, impide la interrelación de la tecnología los profesionales en salud y los pacientes.

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar un Sistema Experto que permita el diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico, logrando determinar el grado en el cual se encuentra para su respectivo

tratamiento, empleando la estrategia de razonamiento probabilístico de las Redes Bayesianas.

1.4.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- ✓ Obtener conocimiento sobre quistes ováricos del experto en ginecología, para la elaboración de la base de conocimiento e implementar en el Sistema Experto.
- ✓ Diseñar el prototipo del Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico basado en redes bayesianas, mediante el conocimiento del experto humano.
- ✓ Desarrollar, el prototipo del Sistema Experto para poder permitir ahorrar recursos, debido a que se acortan distancias.
- ✓ Impulsar al personal de salud, a la población en general y en especial a las mujeres, a disponer de la tecnología para beneficio de su salud.

1.5. HIPÓTESIS

El uso de Redes Bayesianas, permite al Sistema Experto realizar el diagnóstico, tratamiento del quiste ovárico y coadyuvar al especialista con un grado de confiabilidad de 90%.

1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

De la hipótesis planteada se obtienen las variables dependientes y las variables dependientes:

- **Variables independientes.-** Sistema Experto basado en el paradigma de Redes Bayesianas.
- **Variables dependientes.-** Diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONOMICA

El desarrollo del sistema experto 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 gatos económicos que se contemplan al realizar los exámenes sonográficos para disminuir el número de pruebas.

1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En los centros de salud, acuden en su mayoría personas de escasos recursos, que no cuentan con un especialista en el área de ginecología, sino con uno médico general, con el presente trabajo se beneficiaran los pacientes que presentan síntomas de Quistes Ováricos puesto que podrán consultar con el médico el grado en el que se encuentra el Quiste del paciente.

El Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de quiste ováricos, basado en redes bayesianas, 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 resultados. Poder obtener diagnósticos más acertados y afrontar con certeza el flagelo que padece el paciente.

1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

El presente trabajo pretende contribuir a la medicina con ayuda de la tecnología, diseñando un Sistema Experto que será un instrumento alternativo, rápido y eficiente, el cual permitirá optimizar el tratamiento del Quiste Ovárico, por medio de un profesional de salud o de forma directa con los pacientes para: Identificación de Riesgos, prevención de enfermedades asociadas y propias del quiste ovárico, educar y promocionar la salud.

1.7. ALCANCES Y LÍMITES

El experto humano tiene conocimiento de sus posibilidades, sabe cuándo se le presenta un problema que no es capaz de resolver, por ello es importante que un sistema experto controle tanto sus alcances y limitaciones.

1.7.1. ALCANCES

De manera general, el Sistema Experto debe reconocer los signos y síntomas que presenta una mujer con quistes ovárico, usando una base de conocimiento que responda de forma análoga a la que haría un experto humano ginecólogo en las mismas circunstancias, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservando los valiosos conocimientos y difundir más fácilmente.

Los alcances que presenta el presente trabajo son los siguientes:

- El presente trabajo pretende implementar el sistema experto que tendrá capacidad de coadyuvar a los médicos en el diagnóstico de quistes ováricos.
- El sistema experto podrá sugerir recomendaciones para el tratamiento de dicha enfermedad, el resultado final siempre lo dará el experto.
- El sistema experto propuesto será desarrollado para su implementación en consultorios de medicina general, haciendo pruebas mediante el prototipo.
- El sistema experto pretende realizar diagnósticos solo en pacientes mujeres a partir de la primera regla menstrual, ya que desde ese momento las mujeres son propensas a contraer los quistes ováricos.
- El sistema experto preservará el conocimiento de un experto ginecólogo.
- El presente trabajo realiza el análisis para determinar el diagnóstico oportuno del quiste ovárico.

1.7.2. LÍMITES

- El sistema experto no pretende reemplazar al médico experto, pretende emitir y confirmar su diagnóstico en el menor tiempo posible y ayudar en la toma de decisiones en cuanto al tratamiento a seguir por el paciente.
- El Sistema Experto no brinda tratamiento farmacológico.
- No sistematiza, ni remplaza los distintos exámenes de laboratorio de los pacientes.
- En cuanto al área elegida, existen diferentes tipos de quistes ováricos, en el presente trabajo solo se tomara en cuenta ciertos quistes.
- Las redes bayesianas ayudan a generar valores de algunas variables lingüísticas para realizar el diagnóstico y no así la construcción del prototipo de un sistema experto de control difuso.
- El presente trabajo no realiza un análisis profundo en cuanto al posible tratamiento que se debe brindar al paciente.
- El prototipo no realiza la clasificación o el grado de gravedad que presenta una paciente si es que es diagnosticada con quiste ovárico.

1.8. APORTES

1.8.1. PRÁCTICO

Un sistema experto en el área de salud beneficia a toda la población en general. Este software en particular representa un gran beneficio para las mujeres, que por diferentes factores no acuden a un especialista a tiempo, haciendo que la detección de la enfermedad muchas veces sea tardía, también surgen dudas acerca de posibles cambios en el periodo menstrual que pueden ser normales o significar la presencia de un quiste ovárico.

1.8.2. TEÓRICO

Para que este sistema funcione con la confiabilidad deseada, se trabajara con expertos Ginecólogos de alta experiencia y la colaboración de fuentes de información como libros, trabajos de investigación anteriores, datos estadísticos, entre otros.

De esta manera, todo el conocimiento adquirido de las distintas fuentes mencionadas, será debidamente documentado y así poder servir como base de información en la investigación de proyectos futuros relacionados al tema.

1.9. METODOLOGÍA

Los métodos, técnicas y herramientas utilizadas para alcanzar los objetivos propuestos, se detallan a continuación:

- Para la elaboración del presente trabajo de investigación se empleará el Método Científico, metodología que es muy importante para poder resolver los problemas en el área de la salud aplicando diferentes principios y conceptos que clasifican la teoría práctica. En el método científico se tiene los siguientes pasos establecidos por (Hernández; Fernández; Baptista, 2010).
    - Concebir la idea a investigar.
    - Planteamiento del problema a investigar.
    - Elaboración del Marco Teórico.
    - Definir el tipo de investigación.
    - Formulación de la Hipótesis.
    - Seleccionar el diseño apropiado de la investigación.
    - Selección de la muestra.
    - Recolección de datos.
    - Analizar los datos.
    - Presentar los resultados.

- Para el diseño del sistema experto se utiliza la metodología de Buchanan, metodología que se basa en la adquisición de conocimiento de distintas fuentes tales como libros, revistas, artículos y expertos profesionales. Esta metodología sigue una serie de fases para diseñar un sistema experto, según (Peña, Pérez & Roldón, 2009) estas fases son:
    - Identificación
    - Conceptualización
    - Formalización
    - Implementación
    - Testeo o prueba
    - Revisión del prototipo
- Redes Bayesianas, como la técnica para tratar el razonamiento con incertidumbre, en la adquisición e interpretación del conocimiento en el diseño del sistema experto para el diagnóstico y tratamiento oportuno del quiste ovárico.
- Por último la herramienta en la cual es programada e implementada el prototipo del sistema experto es el lenguaje de programación SWI-Prolog para la representación del conocimiento del experto y para realizar la interfaz gráfica se usa la herramienta XPCE que incorpora SWI-Prolog que cuenta con librerías complementarias que ayudan al sistema a interactuar con el usuario.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se mencionará la definición, estructura y funcionamiento de los Sistemas Expertos, así también una breve descripción de los primeros sistema expertos desarrollados; las ventajas, desventajas y las limitaciones que presentan los SE. Se menciona las distintas etapas o fases que presenta la metodología de Buchanan. Se hará una descripción general de las redes bayesianas y por último se realizará una explicación del quiste ovárico, que factores son la causa de su origen, los síntomas que presenta, el cómo realizar el diagnóstico y las formas de tratamiento que se deberían seguir.

2.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La **Inteligencia Artificial** es una rama de la Informática, surgida alrededor de los años 50, que persigue a la vez objetivos básicos:

- Estudiar el comportamiento inteligente de los seres humanos, incluyendo tanto el aspecto cognoscitivo como el perceptual, con el fin de simularlo en un ordenador.
- Hacer máquinas inteligentes y programas capaces de imitar el comportamiento humano inteligente, es decir que puedan realizar las operaciones humanas de ver, oír, hablar, razonar, juzgar, comprender, aprender de la experiencia y comunicarse como lo hacen las personas humanas.
- La Inteligencia artificial es multidisciplinaria y se apoya en los conceptos técnicos de otras disciplinas.

Fue en los años 60 cuando **Alan Newell** y **Herbert Simón**, que trabajando en la demostración de teoremas de ajedrez por ordenador logran crear un programa llamado GPS (General Problem Soulver: solucionador general de problemas). Este era un sistema en el que usuario definía un entorno en función de una **serie de objetos** y los operadores se podían aplicar sobre ellos. Este programa era capaz de trabajar con torres de hanoim esai

como cripto-aritmeticas y otros problemas similares, operando, claro está, con microcosmos formalizados que representaban los parámetros dentro de los cuales se podían resolver. Lo que no podía el GPS era resolver problemas ni del mundo real, ni médicos, ni tomar decisiones importantes. El **GPS** manejaba reglas heurísticas (aprender de sus propios descubrimientos) que la conducían hasta el destino deseado mediante el método de ensayo y error.

En los años 70, un equipo de investigadores dirigido por Edward Feigenbau, comenzó a elaborar un proyecto para **resolver problemas de la vida cotidiana** o que se centrara, al menos, en problemas más concretos. Así es como **nació el sistema experto**.

Desde la perspectiva de la investigación (*Brown, 1997*): La inteligencia artificial estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que por el momento son realizadas mejor por los seres humanos. (*Climent, 1999*).

2.3. SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos son una rama de la Inteligencia Artificial que hace uso amplio del conocimiento especializado de un ser humano para resolver problemas de ciertas áreas. El conocimiento de los Sistemas Expertos puede obtenerse por experiencia o por consulta a distintos medios de información.

Se define también como un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir significativa experiencia humana para su solución.

Un sistema experto o sistema basado en conocimiento ganado a través de razonamiento y heurísticas para resolver problemas complejos e intratables del mundo real, con un alto grado de confiabilidad. En los sistemas expertos se diferencian tres componentes:

- Una base de conocimientos.
- Una base de hechos.

- Un motor de inferencia

La **base de conocimientos** almacena toda la información específica relativa al campo del conocimiento deseado. Para ello se hace uso de un lenguaje específico para representar los conocimientos y que permite definir al experto su propio vocabulario técnico. En la **base de hechos** se encuentran los datos relativos a los problemas que se quieren resolver con la ayuda del sistema. La memoria de trabajo almacena los resultados intermedios, pudiendo guardar el rastro de las inferencias realizadas. Es por eso que puede utilizarse para explicar la forma en la que el sistema ha deducido la información durante una sesión de trabajo o describir el comportamiento del propio sistema. Al comienzo del período de trabajo, en la base de hechos sólo se encuentran los datos introducidos por el usuario del sistema, pero a medida que actúa el motor de inferencia, almacena las inducciones y deducciones que ha llevado a cabo el sistema para conseguir las conclusiones.

El **motor de inferencia**, es un programa que a partir del "conocimiento" puede resolver el problema especificado. Esto se consigue gracias a los datos de la base de hechos del sistema. Por lo general, las reglas de la base de conocimiento son silogismos demostrativos (si A es cierto entonces deducimos B). En este caso, el motor de inferencias selecciona, valida y activa las reglas que permiten obtener la solución correspondiente al problema en cuestión. Existen dos tipos de motor de inferencia: los que emplean el razonamiento aproximado (cuyo resultado puede ser erróneo) y los que usan un tipo de razonamiento a partir del que se puede obtener resultado verdadero.

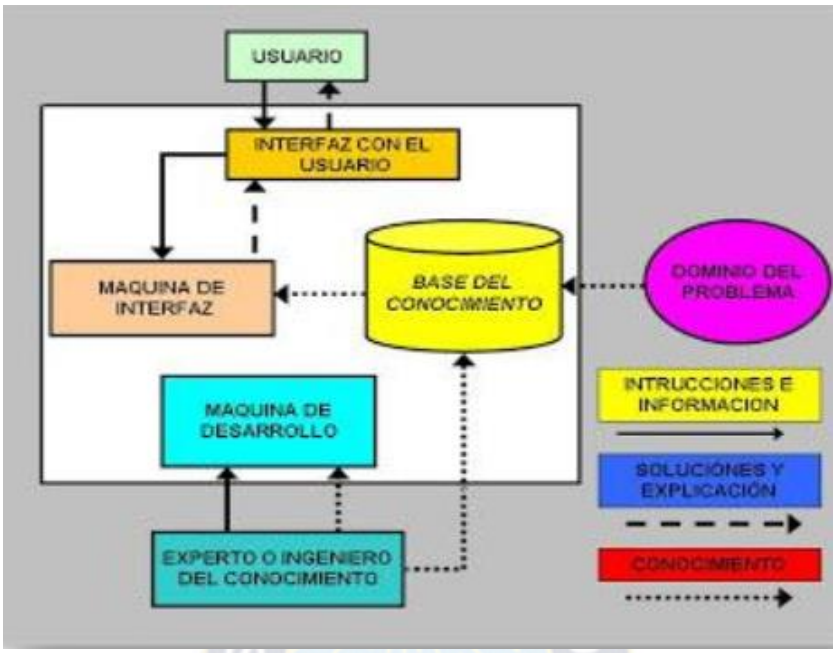

Figura 2.1 Modelo de un Sistema Experto
FUENTE: (Ludwuing Nuñez; Wilmer Carvajal, 2009)

2.3.1. CARACTERISTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Un Sistema Experto (Joseph Giarratano; Gary Riley, 2001) suele diseñarse para que tenga las siguientes características:

- **Alto desempeño:** El sistema debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual o superior al de un especialista en el campo.
- **Tiempo de respuesta adecuada:** El sistema debe responder en un tiempo razonable, comparable o mejor al requerido por un especialista.
- **Confiabilidad:** El sistema debe ser lo suficientemente confiable.
- **Comprensible:** El sistema debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible.
- **Flexibilidad:** Es importante contar con un mecanismo eficiente para añadir, modificar y eliminar conocimiento. Debe tener la capacidad de almacenaje eficiente y modular de las reglas.

2.3.2. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

Los Sistemas Expertos están compuestos por dos partes principales: el ambiente de desarrollo y el ambiente de consulta, el primero es utilizado para crear los componentes e introducir conocimiento en la base de conocimiento. El ambiente de consulta es utilizado para obtener conocimiento experto.

Los siguientes son los componentes básicos de un SE:

- ✓ **Subsistema de adquisición de conocimiento:** Es la acumulación, transferencia y transformación de la experiencia para resolver problemas de una fuente de conocimiento a un programa de computadora para construir o expandir la base de conocimiento.
- ✓ **Base de conocimiento:** Contiene el conocimiento necesario para comprender, formular y resolver problemas. Incluye dos elementos básicos: heurística especial y reglas que dirigen el uso del conocimiento para resolver problemas específicos en un dominio particular.
- ✓ **Base de hechos:** Es una memoria de trabajo que contiene los hechos sobre un problema, alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desean tratar.
- ✓ **Motor de inferencia:** Es el cerebro del SE, también conocido como estructura de control o interpretador de reglas. Este componente es esencialmente un programa de computadora que provee metodologías para razonamiento de información en la base de conocimiento.
- ✓ **Subsistema de justificación:** Se encarga de explicar el comportamiento del SE al encontrar una solución. Permite al usuario hacer preguntas al sistema para poder entender las líneas de razonamiento que este siguió.
- ✓ **Interfaz de usuario:** es la interacción entre el SE y el usuario, y se realiza mediante el lenguaje natural.

2.3.3. CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos tienen diferentes categorías según el tipo de problema y su respectiva aplicación.

CATEGORIA	TIPO DE PROBLEMA	APLICACIÓN
Interpretación	Deducir situaciones a partir de datos observados	Análisis de imágenes, reconocimiento del habla, inversiones financieras
Predicción	Inferir posibles consecuencias a partir de una situación	Predicción meteorológica, previsión del trafico
Diagnóstico	Deducir fallos a partir de sus efectos	Diagnóstico médico, detección de fallos en la electrónica
Diseño	Configurar objetos bajo ciertas especificaciones	Diseño de circuitos, automóviles, edificios, etc.
Planificación	Desarrollar planes para llegar a unas metas	Programación de proyectos o inversiones
Depuración	Prescribir remedios para funcionamientos erróneos	Desarrollo de software y circuitos eléctricos.
Reparación	Efectuar lo necesario para hacer una corrección	Repara sistemas informáticos, automóviles, etc.
Instrucción	Diagnóstico, depuración y corrección de una conducta	Corrección de errores, enseñanza

Tabla 2.1 Categorías de los sistemas expertos
FUENTE: (Castillo, 1996)

2.3.4. ETAPAS PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO

Para el desarrollo de un sistema experto Weiss y Kulikowski (*WEI, 1984)* sugieren las siguientes etapas para el diseño e implementación de un sistema experto, ver la figura 2.

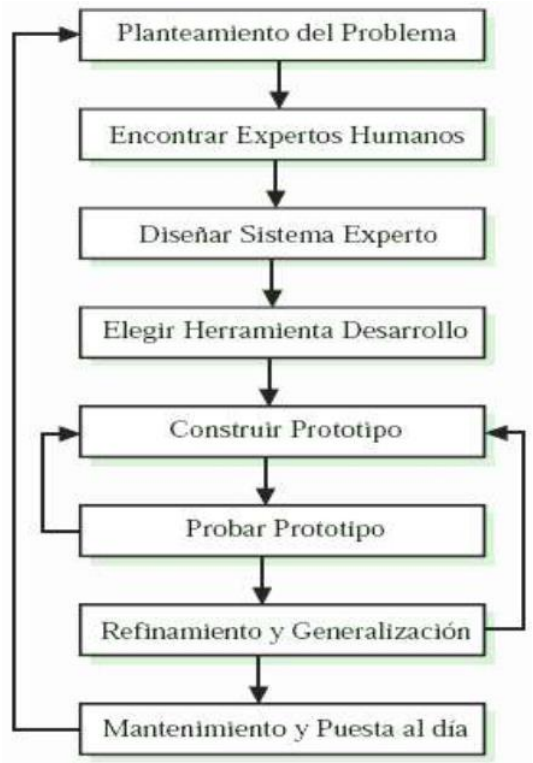

Figura 2.2 Fases del desarrollo de un sistema experto
FUENTE: (Weiss; KuliKowski, 1984)

Planteamiento del problema: La primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un sistema experto es responder a preguntas y resolver problemas, esta etapa es quizás la más importante en el desarrollo de un sistema experto. Si el sistema está mal definido, se espera que el sistema suministre respuestas erróneas.

Encontrar Expertos humanos: Expertos humanos que puedan resolver el problema. En algunos casos, sin embargo, las bases de datos pueden jugar el papel del experto humano.

Diseñar Sistema Experto: Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el subsistema de explicación, la interfaz de usuario, etc.

Elección de la herramienta de desarrollo: Debe decidirse si realizar un sistema experto a medida utilizando lenguaje de programación.

Desarrollo y prueba de un prototipo: Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deban ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.

Refinamiento y generalización: En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

Mantenimiento y puesta al día: En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances, etc.

2.3.5. DIFERENCIA ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERO 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 un 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.
- Para evitar la automedicación en los pacientes.
- Para evitar el mal uso de los buscadores en internet, debido que toda la información encontrada es diversa y no se trata así de algo personalizado.

	Sistema experto	Experto humano
Conocimiento	Adquirido	Adquirido + Innato
Adquisición del conocimiento	Teórico	Teórico + Práctico
Campo	Único	Múltiples
Explicación	Siempre	A veces
Limitación de capacidad	Sí	Sí, no valuable
Reproducible	Sí, idéntico	No
Vida	Infinita	Finita

Tabla 2.2 Diferencia entre un sistema experto y un sistema humano
FUENTE: (Arterego, 2010)

2.3.6. COMPARACIÓN ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y SISTEMA CLÁSICO

Es claro que un sistema experto es muy diferente a un sistema clásico o tradicional especialmente por el uso de heurísticas ya que contribuye grandemente a la potencia y flexibilidad de los SE y tiende a distinguirlos aún más de los sistemas tradicionales. (Rolson, 1995), en la Tabla 2.2 se muestra la comparación de algunas de éstas diferencias.

	Sistema Experto	Sistema Clásico
Conocimiento	En programa e independiente	En programa y circuitos
Tipo de datos	Simbólicos	Numéricos
Resolución	Heurística	Combinatoria
Def. problema	Declarativa	Procedimental
Control	Independiente. No secuencial	Dependiente. Secuencial
Conocimientos	Imprecisos	Precisos
Modificaciones	Frecuentes	Raras
Explicaciones	Sí	No
Solución	Satisfactoria	Optima
Justificación	Sí	No
Resolución	Área limitada	Específico
Comunicación	Independiente	En programa

Tabla 2.3 Comparación entre un sistema experto y un sistema tradicional
FUENTE: (Arterego, 2010)

2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN

Uno de los primeros métodos de desarrollo estructurado de sistemas inteligentes fue el propuesto por Buchanan (*Shortliffeen, 1984*), según estos autores la adquisición del conocimiento de un sistema inteligente y por extensión la construcción de todo el sistema podía dividirse en seis faces. Se puede decir entonces, que el desarrollo de un sistema inteligente varía con el desarrollo de un sistema convencional, ya que por su estructura requiere de otro tipo de metodología, proporcionando al Ingeniero de Conocimiento y al experto proveedor de conocimiento mayor integración definiendo la forma, diseño y desarrollo del Sistema Experto.

Esta metodología se basa en el típico ciclo de vida en cascada utilizado en los inicios de la ingeniería del software, de la que se puede deducir que el proceso de construcción de un sistema experto se plantea como un proceso de revisión casi constante, que puede implicar la redefinición de los conceptos, de las representaciones o el refinamiento del sistema implementado.

2.4.1. IDENTIFICACIÓN

En esta primera fase, se definirá el problema que se trata de resolver, identificando claramente los objetivos que se persiguen y los medios de los que se dispone. Durante esta fase se formula una descripción preliminar del problema, que será revisada por el experto, sugiriendo los cambios que considere oportunos. El ingeniero modificará su descripción preliminar con los cambios sugeridos, presentándola de nuevo al experto para que sugiera nuevos cambios, así repetidamente hasta que ambos lleguen a la descripción del problema adecuada. En esta etapa también se identifican los participantes, los roles, los recursos, fuentes de conocimiento. Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos. Se identifican los objetivos o metas.

2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase, se definen los conceptos que permiten una representación adecuada del conocimiento identificando y todos los elementos necesarios para la solución del problema.

Estos elementos son: conceptos, relaciones, procedimientos, reglas de inferencia, heurísticas, entre otras. Asimismo se analizan los conceptos vertidos por el experto en el área, Los conceptos se toman en cuenta con sumo interés, ya que el experto del área es quien conoce en detalle los fundamentos particulares del tema a investigar. Para todo lo mencionado es preciso, aprender acerca del área, Especificar criterios de desempeño, Seleccionar una herramienta apropiada, Desarrollar diseño.

2.4.3. FORMALIZACIÓN

En la fase de Formalización se deben formar las relaciones entre todas las variables, de entrada, intermedias y la variable objetivo final, de una manera acorde con la herramienta que se va a utilizar. En el supuesto de un sistema experto basado en reglas el ingeniero del conocimiento debe desarrollar un conjunto de reglas, hasta que representen el conocimiento del experto adecuadamente, creando el llamado "diagrama de dependencias" en el cual figuran todas las variables relevantes y las relaciones de dependencia entre ellas. Lo que se pretende es, encontrar una adecuada representación de los conocimientos adquiridos, garantizando su correcta manipulación. Es el primer acercamiento a la máquina en lo que respecta a su implementación.

2.4.4. IMPLEMENTACIÓN

En la etapa de implementación, el Ingeniero del Conocimiento transforma el conocimiento formalizado en la etapa anterior, en el ordenador utilizando las herramientas y técnicas especificadas, para ello se requiere:

- **Contenido:** está dado por el conocimiento que se ha generado en la etapa de formalización en el diagrama de dependencias.

- **Forma:** está dada por el lenguaje y herramienta elegida para el desarrollo del sistema.
- **Integración:** comprende combinar y reorganizar diversas partes del conocimiento para eliminar desajustes globales entre estructuras de datos y reglas o especificaciones de control.

2.4.5. TESTEO

Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de la inferencia, verificándose la funcionalidad del sistema. Para ello se somete el modelo construido a distintas pruebas, se estudian las soluciones y la forma de llegar a ellas en el caso de que se produzcan incongruencias.

2.4.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO

Durante este proceso es posible que sea necesario volver atrás para añadir reglas o eliminar otras que se demuestre que son innecesarias. En esta fase también se pueden descubrir problemas o errores tales como:

- ✓ Falta de conceptos y relaciones.
- ✓ Nivel de representación del conocimiento inadecuado.
- ✓ Mecanismos de control difíciles de manejar.

Estos problemas, pueden forzar a los diseñadores del sistema a volver a fases previas para: Reformular conceptos. Refinar las reglas de inferencia, Revisar el flujo de control.

2.5. REDES BAYESIANAS

Las redes bayesianas modelan un fenómeno mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. Dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana; es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos pueden tener diversas aplicaciones, para clasificación, predicción, diagnóstico, etc. Además, pueden dar información interesante en

cuanto a cómo se relacionan las variables del dominio, las cuales pueden ser interpretadas en ocasiones como relaciones de **causa-efecto**.

Inicialmente, estos modelos eran construidos **a mano** basados en un conocimiento experto, pero en los últimos años se han desarrollado diversas técnicas para aprender a partir de datos, tanto la estructura como los parámetros asociados al modelo. También es posible el combinar conocimiento experto con los datos para aprender el modelo.

Las redes bayesianas o probabilísticas se fundamentan en la teoría de la probabilidad y combinan la potencia del Teorema de Bayes con la expresividad semántica de los grafos dirigidos; las mismas permiten representar un modelo causal por medio de una representación gráfica de las independencias / dependencias entre las variables que forman parte del dominio de aplicación.

Existen diversos tipos de Redes Bayesianas dependiendo del tipo de variables que contenga el grafo (discretas, continuas, o ambas) y del tipo de distribución que se considere para cada variable. Dos tipos importantes de redes Bayesianas son las redes multinomiales y las redes normales o Gausianas.

Se puede interpretar a una Red Bayesiana de dos formas:

- **Distribución de probabilidad:** Representa la distribución de la probabilidad conjunta de las variables representadas en la red.
- **Base de reglas:** Cada arco representa un conjunto de reglas que asocian a las variables involucradas. Dichas reglas están cuantificadas por las probabilidades respectivas.

Los estados que puede tener una variable deben cumplir con dos propiedades:

- **Ser mutuamente excluyentes**, es decir, un nodo sólo puede encontrarse en uno de sus estados en un momento dado.
- **Ser un conjunto exhaustivo**, es decir, un nodo no puede tener ningún valor fuera de ese conjunto.

2.5.1. INFERENCIA BAYESIANA

El razonamiento probabilístico o propagación de probabilidades consiste en propagar los efectos de la evidencia a través de la red para conocer la probabilidad a posteriori de las variables. Es decir, se le dan valores a ciertas variables (evidencia), y se obtiene la probabilidad posterior de las demás variables dadas las variables conocidas (el conjunto de variables conocidas puede ser vacío, en este caso se obtienen las probabilidades a priori). Existen diferentes tipos de algoritmos para calcular las probabilidades posteriores, que dependen del tipo de grafo y de si obtienen la probabilidad de una variable a la vez o de todas.

Los principales tipos de algoritmos de inferencia son:

a. Una variable, cualquier estructura: algoritmo de eliminación (***variable elimination***).
b. Cualquier variable, estructuras sencillamente conectadas: algoritmo de propagación de Pearl.
c. Cualquier variable, cualquier estructura: (i) agrupamiento (***junction tree***), (ii) simulación estocástica, y (iii) condicionamiento.

El proceso de inferencia para esta tesis será basado en el algoritmo de paso de mensajes de Kim y Pearl que considera la comunicación bidireccional lo que permite establecer razonamiento de diagnóstico. Por otro lado el algoritmo almacena valores parciales en base a los mensajes, recibidos de los nodos padres e hijos respectivamente. Esto permite realizar un pre-cálculo de probabilidades lo que permite ahorrar tiempo para la siguiente vez en el que se tenga que realizar esta tarea.

En el caso de que la base de conocimientos sea una red bayesiana, la función de clasificación estará definida a partir de probabilidades condicionadas. Los algoritmos basados en probabilidades aplicados para el aprendizaje de la base de conocimiento en un sistema experto se comportan mejor que aquellos basados en reglas.

2.5.2. APRENDIZAJE DE CLASIFICADORES BAYESIANOS

Un clasificador, en general, suministra una función que mapea (clasifica) un dato (instancia), especificado por una serie de características o atributos, en una o diferentes clases predefinidas. Los clasificadores bayesianos son ampliamente utilizados debido a que presentan ciertas ventajas:

a) Generalmente, son fáciles de construir y de entender.
b) Las inducciones de estos clasificadores son extremadamente rápidas, requiriendo sólo un paso para hacerlo.
c) Es muy robusto considerando atributos irrelevantes.
d) Toma evidencia de muchos atributos para realizar la predicción final.

Un clasificador bayesiano se puede ver como un caso especial de una red bayesiana en la cual hay una variable especial que es la clase y las demás variables son los atributos. La estructura de esta red depende del tipo de clasificador, como veremos más adelante.

2.5.3. TEOREMA DE BAYES

La estructura del Teorema de Bayes permite el cálculo de probabilidades después de haber realizado un experimento, lo que se denomina probabilidades a posteriori, se basa en la ocurrencia de ciertos eventos que dependan del evento estudiado, dicho de otra forma, se parte de probabilidades conocidas antes de efectuar el experimento, a lo que se denomina probabilidades a priori, las cuales son afectadas por las probabilidades propias del experimento.

La probabilidad condicional de Ai dado B, para cualquier i, es:

$$P(Ai|B) = \frac{P(Ai \cap B)}{P(B)}$$

Aplicando en el numerador la Regla de Multiplicación tenemos:

P(Ai/B) = P(Ai) P(B|Ai) y en el denominador el Teorema de Probabilidad Total P(B) = P(A_1) P(B | A1) + P(A2) P(B | A2) + . . . + P(An) P(B | An), obtenemos la ecuación que representa al Teorema de Bayes.

$$P(A|B) = \frac{P(Ai)P(B|Ai)}{\sum_{i=1}^{n} P(Ai)\,P(B|Ai)}$$

Hallazgo: determinación del valor de una variable, a partir de un dato (una observación, una medida).

Evidencia: conjunto de todos los hallazgos disponibles en un determinado momento.

Probabilidad a priori: es la probabilidad de una variable o subconjunto de variables cuando no hay ningún hallazgo. Coincide con la probabilidad marginal P(A).

Probabilidad a posteriori: es la probabilidad de una variable o subconjunto de variables dada la evidencia e. Se trata de la probabilidad condicional P(A|e).

2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

La hipótesis fundamental del funcionamiento de la Inteligencia Artificial es que el comportamiento inteligente se puede describir exactamente como la manipulación del símbolo y se puede modelar el proceso de símbolo con las capacidades de la computadora. En los años 50 los lenguajes de programación especiales fueron inventados para facilitar la manipulación del símbolo. El más destacado se llama LISP (*LISt Processing*). Debido a su elegancia y simple flexibilidad, la mayoría de los programas de investigación de la Inteligencia Artificial se escriben en LISP, pero las aplicaciones comerciales se han alejado del LISP.

A principios de los años 70 otro lenguaje de programación de IA fue inventado en Francia.

Se llama PROLOG (*PROgramming in LOGic*). El LISP tiene sus raíces en un área de las matemáticas, PROLOG en otra. PROLOG consiste en las declaraciones que son hechos (afirmaciones), reglas (de la inferencia) y preguntas. Los programas escritos en PROLOG tienen comportamiento de gobernar los sistemas bases similar a los escritos en el LISP.

PROLOG, sin embargo, no se convirtió inmediatamente en un lenguaje opcional para los programadores de IA. A principios de los años 80 fue impulsado por el aviso de Japón que utilizaría este lenguaje de programación para el proyecto de la Quinta Generación de Sistemas Informáticos; *Fifth Generation Computing Systems* (FGCS).

2.6.1. SWI-PROLOG

SWI-PROLOG es un código abierto de aplicación del lenguaje de programación PROLOG, comúnmente usado para la enseñanza y la web semántica de aplicaciones, cuenta con un amplio conjunto de características, las bibliotecas de la lógica de programación con restricciones, multihilo, las pruebas unitarias, interfaz gráfica de usuario, la interfaz con java, ODBC y otros, programación literaria, un servidor web, SGML, RDFS, herramientas de desarrollo (incluido un ID con un interfaz gráfico de usuario del depurador y la interfaz gráfica de perfiles), y una extensa documentación. SWI-PROLOG es un lenguaje de programación creado para representar y utilizar el conocimiento que se tiene sobre un determinado dominio. El dominio es un conjunto de objetos y el conocimiento se representa por un conjunto de relaciones que describen las propiedades de los objetos y sus interrelaciones. Un conjunto de reglas que describa estas propiedades y estas relaciones es un programa Prolog.

SWI-PROLOG está basado en la lógica formal, permite ejecutar estatutos que no son otra cosa que operaciones de un lenguaje lógico elemental y particular de cláusulas. Prolog por su naturaleza muestra una habilidad para describir gramáticas, en particular gramáticas libres de contexto.

2.7. 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.

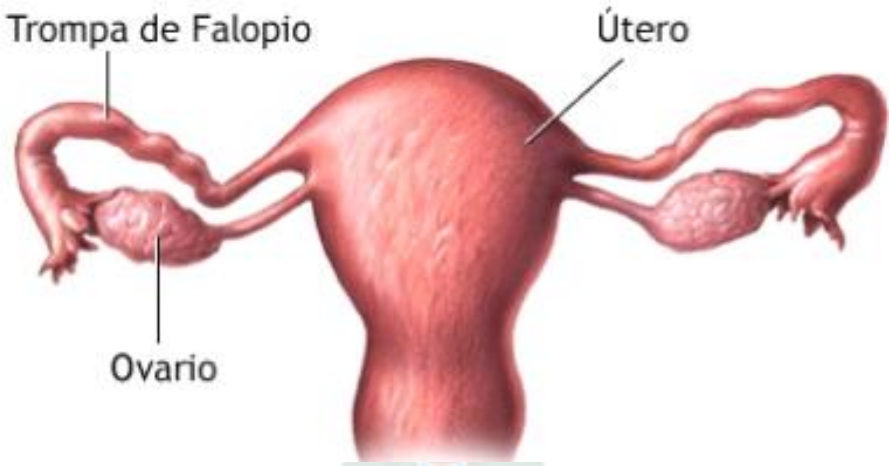

Figura 2.3 El Ovario
FUENTE: (Clark, 1994)

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.

2.8. QUISTES OVÁRICOS

Las tumoraciones funcionales del ovario son transformaciones **quísticas** de sus glándulas cíclicas (folículo y cuerpo amarillo) que se caracterizan por un crecimiento anatómico exagerado, anormal (hasta 6 a 10 cm) y aumento de su actividad tanto en tiempo como en magnitud, produciendo las modificaciones correspondientes en el tracto genital igualmente acentuadas.

La designación mixta, tumoración funcional, está compuesta de un término clínico tumoración (aumento de volumen) y otro fisiológico: funcional (tratarse de glándulas quiere decir secretor). La causa es un trastorno hormonal que repercute sobre el ovario o que parte de éste mismo en su calidad de glándula de secreción interna; son las tumoraciones puras o esenciales pero pueden desarrollarse coincidiendo, o como complicación de un proceso inflamatorio crónico que incluye a los elementos de los anexos. Los trastornos menstruales ya revelan la disendocrinia antes de ser descubiertos clínicamente en sus formas primarias regresivas, por un examen ginecológico accidental o por el accidente agudo doloroso.

Figura 2.4 El Ovario normal y con quiste
FUENTE: (Hospital de la mujer, 1998)

2.8.1. QUISTE FUNCIONAL

Quiste folicular en cada ciclo menstrual, los cambios hormonales estimulan el crecimiento de un folículo ovárico, que es un pequeño quiste que contiene el óvulo. A mediados del ciclo menstrual, este folículo se rompe y libera el óvulo hacia una de las trompas. Este proceso se llama ovulación. Si el folículo no se rompe, sigue acumulando líquidos en su interior y a crecer, formando un quiste. Todo folículo no roto que alcanza por lo menos 2,5 cm de diámetro se llama quiste folicular. El quiste folicular es el quiste ovárico más común de todos y ocurre sobre todo en mujeres jóvenes. Este tipo de quiste suele desaparecer espontáneamente después de algunas semanas.

2.8.2. QUISTE DEL CUERPO LÚTEO

Cuando en el momento de la ovulación el folículo ovárico se rompe y libera el óvulo, él pasa por el cuerpo lúteo. La función del cuerpo lúteo es producir estrógeno y progesterona para preparar el útero y el cuerpo de la mujer para recibir un embarazo. Si el óvulo libertado no es fecundado, el cuerpo lúteo no evoluciona y desaparece en pocos días.

El quiste del cuerpo lúteo aparece cuando, después de su ruptura para la liberación del óvulo, él vuelve a cerrarse pasando a acumular líquido en su interior. El quiste del cuerpo lúteo generalmente tiene más de 3 cm de diámetro y desaparece espontáneamente después de unas semanas.

Es bueno recordar que las mujeres después de la menopausia no ovulan, así no pueden tener la forma más común de quiste ovárico que son quistes foliculares. Del mismo modo, mujeres jóvenes que toman anticonceptivo hormonal también no ovulan y no se espera que tengan quistes foliculares. El mismo razonamiento vale para el quiste del cuerpo lúteo.

2.8.3. QUISTE ENDOMETRIOMA

Mujeres con endometriosis pueden desarrollar quistes en los ovarios, que reciben el nombre de endometriomas o quistes de chocolate, debido a su contenido oscuro y sanguinolento. Los endometriomas son generalmente dolorosos, principalmente en el período menstrual o

durante el acto sexual. Cuando ocurre la ruptura, puede haber un cuadro de dolor abdominal intenso y fiebre blanda, simulando una enfermedad pélvica inflamatoria (EPI) o apendicitis.

2.8.4. QUISTE DERMOIDE

También llamado teratoma quístico maduro, el quiste dermoide es un tumor benigno que se presenta en mujeres jóvenes. Por ser una neoplasia de células germinales, este quiste puede contener pedazos de hueso, pelo, piel, grasa e inclusive dientes. El quiste dermoide es el tipo más común de tumor en mujeres entre 20 y 40 años. A pesar de ser una lesión benigna, en casos raros puede convertirse en cáncer.

2.8.5. QUISTE CISTOADENOMA

El Cistoadenoma es un tumor ovárico benigno y puede alcanzar hasta 25 cm de diámetro. El Cistoadenoma puede presentarse en ambos ovarios y generalmente no desaparece solo con el tiempo.

2.8.6. QUISTE POLIQUÍSTICO

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.

2.9. FACTORES PERSONALES

2.9.1. LA EDAD DE LA MUJER

Además de los tipos mencionados, existen los llamados quistes endometriosis. 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 menopausia 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.

2.9.2. HISTORIA MENSTRUAL

La vida reproductiva amplia ha sido habitualmente considerada como un factor de riesgo. Es decir, la menarquia precoz y la menopausia tardía.

En las pacientes tan solo un 7,3 % tiene menarquia antes de los 12 años, y tan solo el 15,7 % habían alcanzado el climaterio después de los 52 años. Estos datos no se diferencian apenas de los obtenidos en la población general.

2.9.3. HISTORIA REPRODUCTIVA

Uno de los pocos aspectos referentes a la epidemiología del quiste de ovario en los que existe absoluta unanimidad, es en la mujer que no ha dado a luz a ningún hijo, aumenta de forma significativa el riesgo de padecerlo (*Beral, 1978*).

El riesgo parece estar claramente aumentado en mujeres que no han dado a luz a ningún hijo, dando a conocer que el riesgo disminuye con el número de hijos, reduciendo en un

30% después de tener el primero y hasta un 70% si los hijos son varios. Este efecto protector del embarazo se manifiesta también en caso de aborto o parto pre término.

2.10. FACTORES DE RIESGO EN EL DESARROLLO DEL QUISTE OVÁRICO

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.

2.11. SINTOMAS DEL QUISTE OVÁRICO

Los quistes ováricos pueden pasar inadvertidos y con frecuencia no causan síntomas, pero tienen más probabilidad de causar lo siguiente:

- ✓ 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 a causa de torsión de las trompas de Falopio.
- ✓ 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.
- ✓ Dolor pélvico intenso y repentino, a menudo con náuseas, vómitos, que puede ser un signo de torsión o retorcimiento del ovario en su riego sanguíneo o ruptura de un quiste con sangrado interno.

Figura 2.5 Dolor pélvico
FUENTE: (López G, 2010)

2.12. CAUSAS

Cada mes, durante el ciclo menstrual, crece un folículo (donde el óvulo se está desarrollando) en el ovario. La mayoría de los meses, se libera un óvulo de este folículo, lo cual se denomina ovulación. Si el folículo no logra abrirse y liberar un óvulo, el líquido permanece dentro del folículo y forma un quiste, el cual se denomina quiste folicular.

Otro tipo de quiste, llamado quiste del cuerpo lúteo, se presenta después de que un óvulo ha sido liberado de un folículo. Este tipo de quiste a menudo contiene una pequeña cantidad de sangre.

Los quistes ováricos son más comunes en los años de la edad reproductiva desde la pubertad hasta la menopausia. La afección es menos común después de la menopausia.

Tomar drogas para la fecundidad puede causar una afección en la cual se forman múltiples quistes grandes en los ovarios, lo cual se denomina síndrome de híper estimulación ovárica. Por lo general, los quistes desaparecen después del período de una mujer o después de un embarazo.

Los quistes ováricos funcionales son diferentes de tumores de ovario o quistes debido a afecciones relacionadas con las hormonas, como el síndrome de ovario poliquístico.

2.13. TRATAMIENTOS DEL QUISTE OVÁRICO

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.

Mujeres jóvenes: En las mujeres en edad fértil, la mayoría de los quistes no requiere ningún tratamiento, porque causan pocos o ningún síntoma y desaparecen solamente después de 1 o 2 meses. Una reevaluación después de la ecografía de 8 semanas se indica generalmente para que el médico evalúe si el quiste desapareció o aumentó de tamaño en este intervalo. Si el quiste es grande, generalmente mayor que 5 cm y con crecimiento continuo, causar síntomas muy intensos, especialmente si presenta una apariencia sospechosa en los exámenes de imagen, la cirugía para extirpación del quiste ovárico es una opción a tenerse en cuenta. Quistes ováricos causados por endometriosis también generalmente requieren tratamiento quirúrgico. Es bueno señalar que el tamaño del quiste tiene una relación directa con la posibilidad de ser un cáncer. Quistes grandes o crecientes no son necesariamente malignos, al igual que los quistes pequeños no son necesariamente benignos.

Mujeres después de la menopausia: En las mujeres en el período posmenopáusico, la aparición del quiste en la ultrasonografía y el valor del CA 125 ayudan a definir la mejor conducta. Si el quiste tiene un aspecto benigno y el CA 125 es bajo, el médico solamente lo acompañará con ecografías a cada 3 o 6 meses. Sin embargo, si hay alguna duda sobre la inocuidad de la lesión, la cirugía puede ser la conducta más recomendada. Los quistes en mujeres mayores generalmente no desaparecen espontáneamente. Sin embargo, esto no significa que deban ser extraídos por cirugía. Si el quiste es pequeño, asintomático y claramente benigno, es necesario solamente seguirlo con pruebas de imagen.

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

2.13.1. 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.

2.13.2. 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.

2.13.3. CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

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.

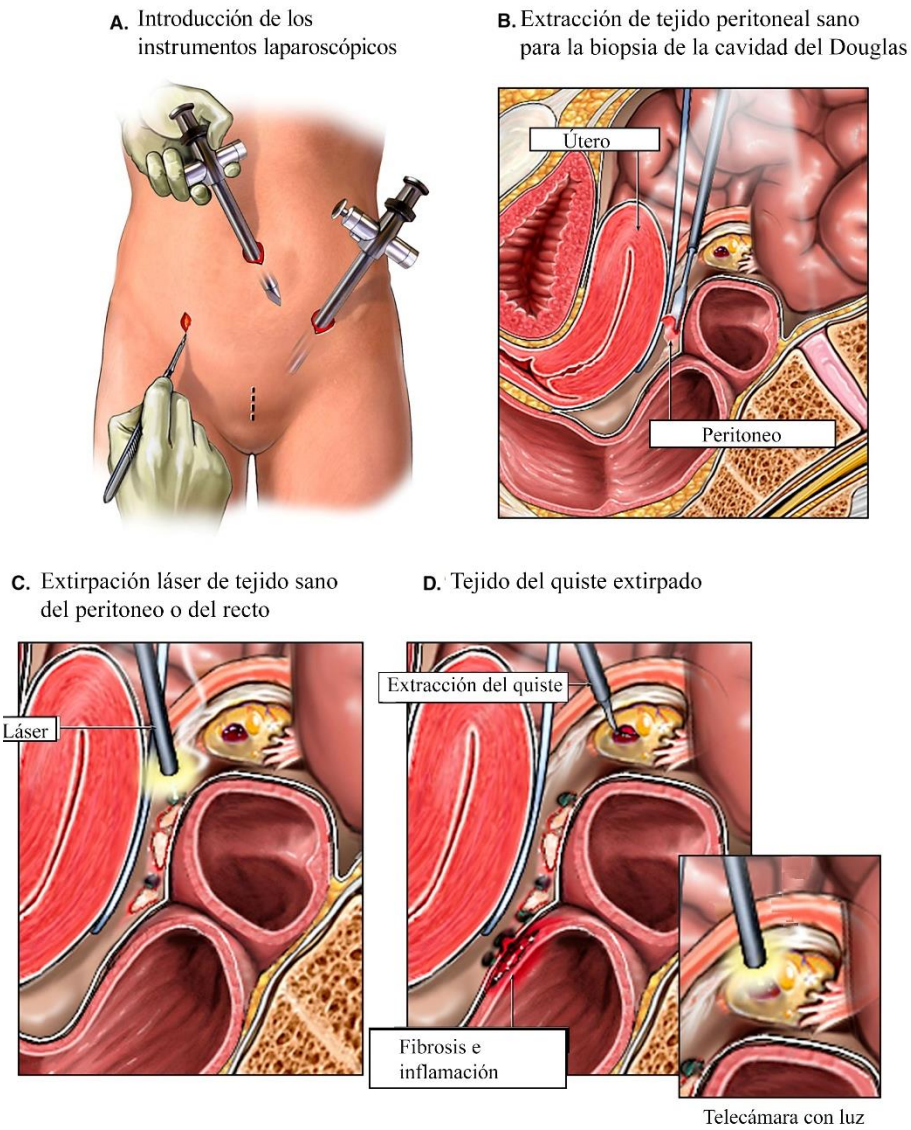

Figura 2.6 Laparoscópica
FUENTE: (Hospital de la mujer, 1998)

2.14. PREVENCIÓN

Para prevenir los ovarios, lo ideal es incluir más alimentos ricos en fibra con el objetivo de reducir la presión abdominal, también se recomienda incluir alimentos que contengan vitaminas y minerales, especialmente zinc, vitamina B y C.

Comer carne roja en exceso no es recomendado en estos casos, por lo que te conviene reducir al máximo su consumo, ya que estos alimentos sólo van a agravar y empeorar los quistes en los ovarios y provocan más dolor.

Beber agua, puede prevenir la formación de quistes ováricos ya que te mantiene hidratada. Lo recomendado es beber al menos 8 vasos de agua al día.

En caso de que una mujer no busque quedar embarazada, puede desarrollar quistes funcionales, 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. Los ejercicios favorecen la regulación del ciclo hormonal, te ayudan a prevenir dolores abdominales y te mantienes saludable en todo sentido. Está comprobado que quienes realizan actividad física, tienden a tener menos irregularidades en su periodo menstrual y reducen la formación de quistes.

CAPÍTULO 3 MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

Para diseñar y construir un sistema experto, es necesario seguir una metodología de construcción, en el presente trabajo se utiliza la metodología de Buchanan, además se realiza la aplicación de reglas de inferencia para representar algunos conocimientos inciertos.

Siguiendo las etapas de la metodología Buchanan, en la etapa de Identificación se realiza el reconocimiento del problema, los encargados y participantes que intervienen en el desarrollo del sistema experto, los medios que se usan y los requerimientos necesarios para su construcción. Así también se realiza la arquitectura propuesta del sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de quistes ováricos, compuesto por los componentes fundamentales de una arquitectura.

En la etapa de Conceptualización se realiza la adquisición del conocimiento aplicando técnicas como las entrevistas, encuestas y consultas a libros, revistas y artículos referentes a los quistes ováricos, obteniendo las conclusiones y definiciones más relevantes brindados por el experto.

Luego en la etapa de formalización se realiza la descripción formal del conocimiento, es decir se realizan distintas actividades como el diseño de la base de conocimiento que está compuesto por una base de hechos y de reglas, para dicha construcción es necesario identificar las variables de entrada, aplicando la inferencia bayesiana para una mejor interpretación en los síntomas que se identifican para diagnosticar la enfermedad, se definen mediante el teorema de bayes y las respectivas reglas de inferencias. El diseño del motor de inferencia se realiza en base a las reglas planteadas.

En la etapa de Implementación el sistema experto es construido con la ayuda de la herramienta de programación SWI-Prolog, programando la base de hechos y la base de reglas para que el motor de inferencia pueda dar un diagnostico final.

En la etapa de Testeo, se hace las respectivas pruebas al sistema experto con los casos analizados.

Finalmente en la etapa de Revisión del prototipo se hace la mejora y el pulido del sistema experto, esta etapa se realiza durante las cinco etapas anteriores de la metodología.

3.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

Teniendo como base todo lo mencionado en el capítulo anterior, se pasara al diseño y desarrollo del Sistema Experto, para lo cual se adoptara la metodología de Buchanan, que gracias a sus seis etapas fundamentales, permite el desarrollo estructurado de sistemas inteligentes.

Figura 3.1 Metodología Buchanan
Fuente: Elaboración propia

Debemos implementar el modelo Buchanan, como se ve en la figura se muestran las seis etapas, donde se introduce el Teorema de Bayes - Redes Bayesianas, con la finalidad de, calcular y estructurar con facilidad las probabilidades "a posteriori", que requiere el Sistema Experto propuesto.

El modelo que se propone para el desarrollo del Sistema Experto, es el siguiente que se desarrolló mediante un estudio de las variables que actúan en el hecho de interpretar

síntomas. Según lo descrito de esta metodología en el capítulo 2 procederemos a continuación a desarrollar las 6 etapas del modelo.

3.2.1. ETAPA I: IDENTIFICACIÓN

En esta etapa identificamos al equipo de desarrollo que está compuesto por un grupo de personas las cuales se encuentra el **experto médico** (ginecólogo), el **ingeniero del conocimiento** (programador) y el **usuario** (paciente), como elementos referenciales de estudio.

Figura 3.2 Elementos del Sistema
Fuente: Elaboración propia

Para dar inicio al desarrollo del Sistema Experto se definió los siguientes elementos del sistema:

Paciente: El paciente es parte del desarrollo, se identificaron como tales a mujeres de diferentes edades.

Experto Medico: Se tiene como base fundamental para extraer información, la participación de un ginecólogo de amplio conocimiento y experiencia, también se tiene la colaboración de un especialista médico de familia, juntos sumaran el conocimiento que requiere es Sistema Experto. Al conocimiento extraído de los expertos en el área, se suma la información de libros, revistas de investigación, páginas de internet, referentes a ginecología.

Ingeniero de programación: Analiza y estructura el conocimiento adquirido del experto, implementa y desarrolla el Sistema Experto (Autor de la presente tesis de grado).

Sistema Experto: Es el resultado de todos los elementos anteriormente mencionados.

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

Figura 3.3 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.

- ✓ Tratamiento.
- ✓ Salidas.

Basado en esta información y la importancia de la misma, se plantea el desarrollo del Sistema Experto con el objetivo de realizar el diagnóstico y tratamiento temprano del quiste ovárico, es decir, identificar en forma oportuna y efectiva, quistes que podrían necesitar tratamiento.

3.2.2. ETAPA II: CONCEPTUALIZACIÓN

De acuerdo a la metodología Buchanan, la siguiente fase es la adquisición del conocimiento, esta tarea es más complicada en el desarrollo de un sistema experto porque establece el conocimiento que maneja el experto, como se utiliza, donde los emplea y cuando los usa.

La adquisición de conocimiento es parte fundamental en el desarrollo del Sistema Experto, por ello, es preciso que el Ingeniero de Programación se familiarizarse ampliamente con el contexto de trabajo. De esta manera lo primero que se hizo fue conocer acerca de los distintos tipos de quistes ováricos que existe, la sintomatología, el tratamiento a seguir y la terminología médica utilizada para estos casos.

El proceso de adquisición del conocimiento que se siguió fue por etapas que se detallan a continuación:

3.2.2.1. ENTREVISTA CON LOS EXPERTOS.

Las entrevistas se realizaron principalmente con una ginecóloga y algunos posibles usuarios del Sistema Experto, entre ellos podemos mencionar; personal de salud en general y/o participantes de distintas casas de estudio superiores en el área de salud. De manera que se recolectaron las necesidades y/o requisitos funcionales del futuro sistema y lo que los usuarios esperan del mismo. Se concluyó:

- Trabajar en los diagnósticos de mayor incidencia en los datos obtenidos de la Clínica Modelo en Salud Sexual y Salud Reproductiva - CIES La Paz.

- Diseñar un Sistema Experto que pueda resolver las dudas principales de las pacientes, ya que muchas veces por factores de políticas internas o tiempo, no se puede realizar ni por el propio experto ginecólogo.
- Sistema Experto debe estar enfocado al diagnóstico, tratamiento y manejo medico oportuno de posible hallazgo de quiste ovárico.

3.2.2.2. TOMA DE MUESTRA.

Posterior a las entrevistas con los expertos se procedió a tomar la muestra poblacional de mujeres con diagnóstico de tener quiste ovárico y los distintos síntomas. Se pudo acceder a historias clínicas que fueron parte fundamental para adquirir los datos necesarios y así poder realizar la representación de incertidumbre que se requiere por tratarse de un Sistema Experto basado en Redes Bayesianas.

3.2.2.3. ENTREVISTA CON LOS EXPERTOS Y EVALUACIÓN DE MUESTRA.

En esta etapa se unió toda la información obtenida de la Clínica Modelo en Salud Sexual y Salud Reproductiva - CIES La Paz, con los datos obtenidos en la primera entrevista con la experta Ginecóloga. Se realizó la selección de información, según el criterio de la experta.

Según la evidencia encontrada se tomaron las decisiones necesarias para la viabilidad del Sistema Experto.

Con todo lo anterior se puede dar paso al diseño y desarrollo del Sistema Experto, contando siempre con la colaboración de la Ginecóloga, otros especialistas y personal de apoyo, como ser personal de salud en general.

Para cada entrevista se siguió el siguiente protocolo: Escuchar al experto, transcribir todo el conocimiento obtenido, analizar la información, preguntar al experto dudas y pedir los detalles necesarios.

3.2.2.4. 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.

a) **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 endometriosis. Muchas veces generan infertilidad en mujeres jóvenes ya que tienden a formarse una y otra vez a no ser que extirpen todo el ovario.

b) **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.

c) **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. todo la información tiene que ser evaluada por las variables del Sistema.

d) **Examen pélvico:** 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.

e) **Ecografía Pélvico:** 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.

3.2.3. ETAPA III: FORMALIZACIÓN

Realizada la conceptualización del conocimiento, se procede a expresar dicho conocimiento de una manera formal. Esta etapa tiene como objetivo expresar los conocimientos sobre el problema y su resolución en estructuras que puedan ser utilizadas por una computadora.

Una de las técnicas de formalización son los sistemas de producción, que es la técnica de representación más utilizada para expresar formalmente los conocimientos de un dominio. La arquitectura de un sistema de producción está formado por tres elementos: Base de Hechos, Base de Reglas o producciones los cuales forman la base de conocimiento, y una estrategia de control.

3.2.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO

La base de conocimientos, constituye el banco de datos del sistema experto, que está compuesto fundamentalmente por hechos y por reglas. Las reglas representan acciones que el sistema deberá iniciar cuando se encuentre con determinadas condiciones, mientras que los hechos especifican verdaderas proposiciones acerca del problema a resolver; ambos

constituyen el conocimiento abstracto o general del sistema experto. Para la base de conocimiento es necesario identificar primero los conceptos relevantes e importantes, esto implica la construcción de la red bayesiana siguiendo básicamente tres tareas: Identificación de las variables y de sus valores, Relación entre variables, Obtención de las probabilidades asociadas a cada nodo del grafo.

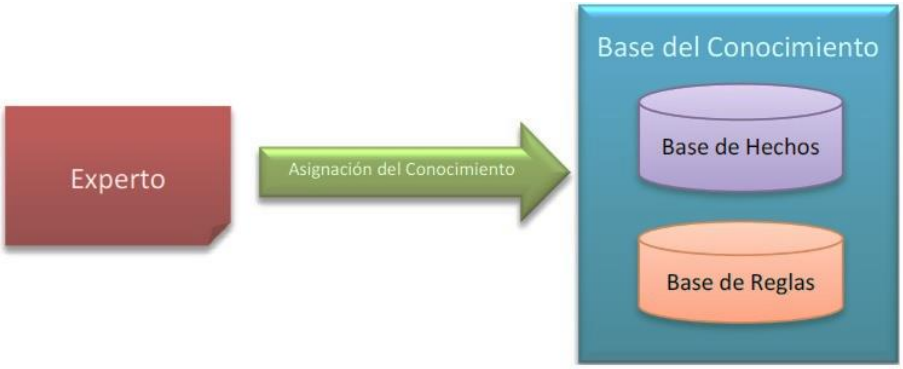

Figura 3.4 Base de hechos
FUENTE: (Elaboración propia)

3.2.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES Y SUS VALORES

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.

Las variables de entrada representaran a los distintos signos, síntomas y datos necesarios introducidos por el usuario, para determinar si la paciente presenta quiste ovárico.

Estos datos servirán para realizar la inferencia del Sistema Experto:

Nro.	Variable	Descripción	Rango/Valor
1	EP	Edad del paciente	Pubertad, joven, adulto
2	PM	Periodo Menstrual	Regular, Irregular
3	E	Estrógeno	Normal, elevado, alto
4	CA-125	Antígeno para Cáncer	Normal, anormal
5	SO	Sonografía	Normal, Patológico
6	LA	Laparoscopia	Normal, Patológico
7	DAP	Dolor Abdominal o Pélvico	Si, No
8	DAC	Dolor Abdominal Tipo Cólico	Si, No
9	HE	Hemorragia	Si, No
10	HP	Hormigueos en las piernas	Si, No
11	CT	Consumo de Tabaco	Si, No
12	MA	Mala Alimentación	Si, No
13	AF	Antecedentes Familiares	Si, No
14	CBA	Consumo de bebidas Alcohólicas	Si, No
15	DL	Dio a Luz	Si, No
16	DRS	Dolor durante las relaciones sexuales	Si, No
17	HA	Hinchazón Abdominal	Si, No
18	N	Náuseas	Si, No
19	V	Vómitos	Si, No

Tabla 3.1 Definición y codificación de variables
Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3. RELACIÓN ENTRE VARIABLES

El Sistema Experto está compuesto por tres módulos que se pueden observar en la Figura 8.

Figura 3.5 Relación de variables
Fuente: Elaboración propia

- **Entrada:** Este se encarga de recibir los datos que ingrese el usuario, como los signos, síntomas y otros datos adicionales de la historia clínica.
- **Proceso:** En este módulo se genera todo lo aprendido del experto en su forma de razonamiento, protocolos, técnicas de diagnóstico, etc.
- **Salida:** El proceso de salida depende de las dos anteriores ya que sin entrada y sin proceso no existe la salida, para el tema en cuestión los datos de salida serán los distintos diagnósticos considerados.

3.2.3.4. OBTENCIÓN DE LAS PROBABILIDADES

a) DISTRIBUCION DE PROBABILIDAD:

- **Variable Edad.**

  Según la distribución de probabilidad de la variable edad de 12 para adelante y grado de pertenencia entre 0 a 1.

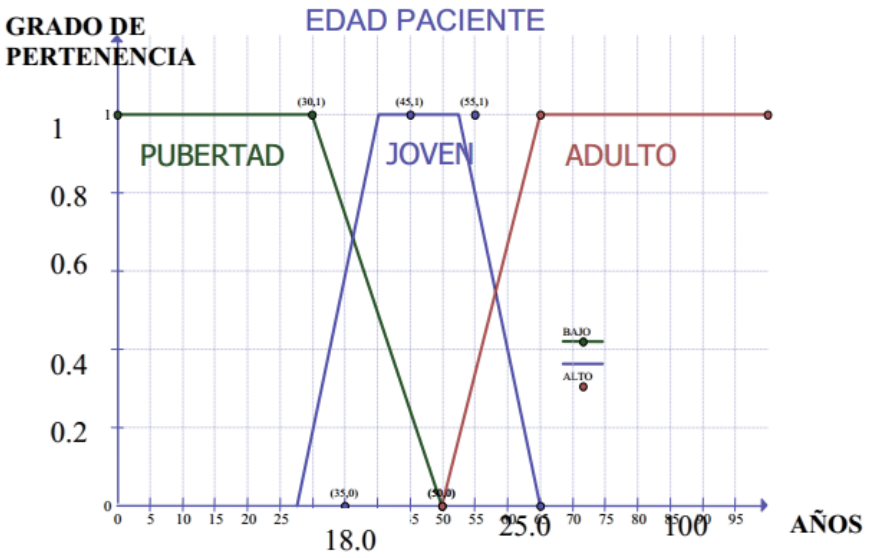

Figura 3.6 Edad del paciente
Fuente: Elaboración propia

EDAD PACIENTE		
PUBERTAD	0	si x ≥ 10
	(15 - x) / 5	si 10 ≤ x ≤ 15
	1	si x ≤ 15
JOVEN	0	si x ≥ 16
	(x – 16) / 23	si 16 ≤ x ≤ 39
	1	si x ≤ 39
ADULTO	0	si x ≥ 40
	(65 - x) / 25	si 40 ≤ x ≤ 65
	1	si x ≤ 65

Tabla 3.2 Función de pertenencia variable edad paciente
Fuente: Elaboración propia

- **Variable Periodo Menstrual**

  Según la distribución de probabilidad de la variable periodo menstrual con la función de pertenencia en un rango de 0 a 1.

Figura 3.7 Variable Periodo menstrual
Fuente: Elaboración propia

PERIODO MENSTRUAL		
IRREGULAR	0	si x ≥ 18
	(22 - x) / 4	si 18 ≤ x ≤ 22
	1	si x ≤ 22
REGULAR	0	si x ≥ 16
	(x - 16) / 4	si 16 ≤ x ≤ 20
	1	si x ≤ 20

Tabla 3.3 Función de pertenencia variable periodo menstrual
Fuente: Elaboración propia

- **Variable Estrógeno**

  Según la distribución de probabilidad 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.

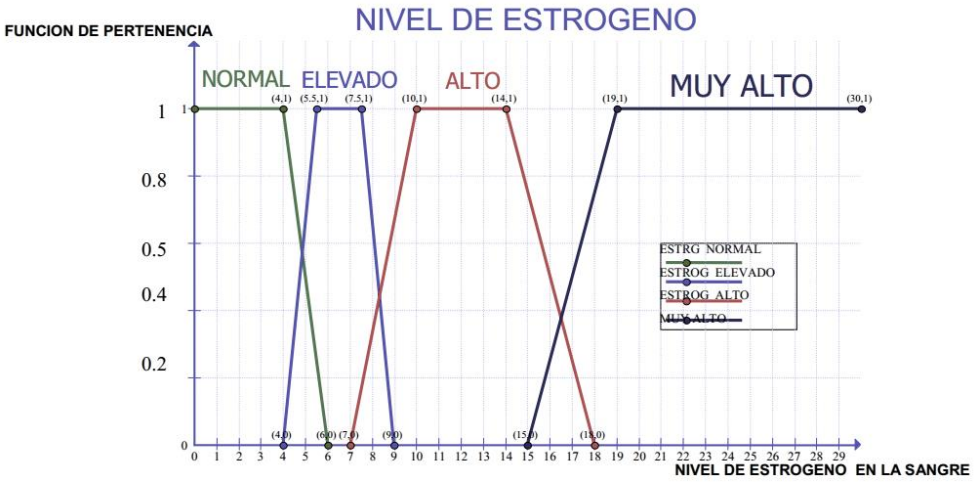

Figura 3.8 Variable estrógeno
Fuente: Elaboración propia

ESTRÓGENO		
NORMAL	0	si x ≥ 4
	(6 - x) / 2	si 4 ≤ x ≤ 6
	1	si x ≤ 6
ELEVADO	0	si x ≥ 6
	(X - 6) / 1,5	si 6 ≤ x ≤ 7,5
	1	si x ≤ 7,5
ALTO	0	si x ≥ 7,5
	(9 - x) / 1,5	si 7,5 ≤ x ≤ 9
	1	si x ≤ 9

Tabla 3.4 Función de pertenencia variable nivel estrógeno
Fuente: Elaboración propia

- **Variable Antígeno para Cáncer**

  Según la distribución de probabilidad de la variable de Antígeno para cáncer CA-125 con la función de pertenencia en un rango de 0 a 1 son:

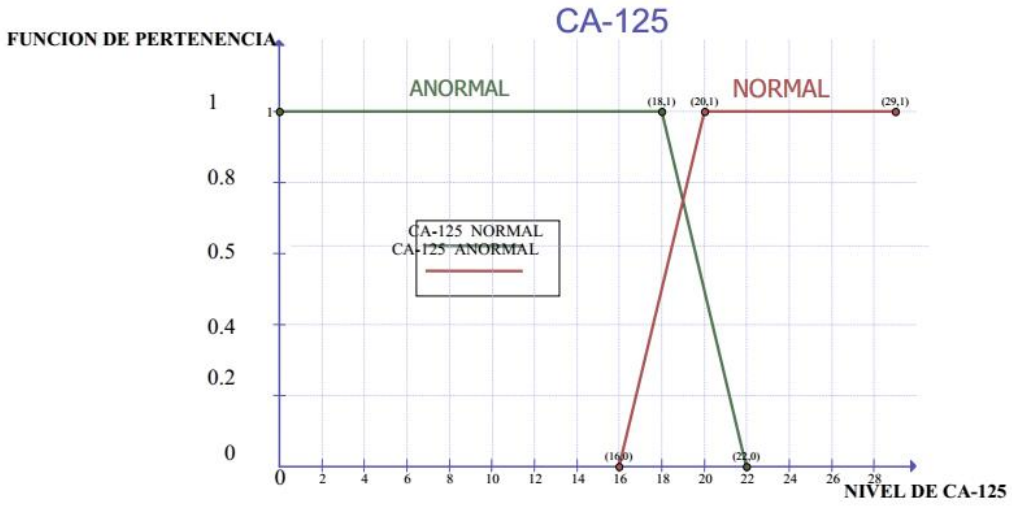

Figura 3.9 Variable CA-125
Fuente: Elaboración propia

CA - 125		
ANORMAL	0	si x ≥22
	(22 - x) / 4	si 18 ≤ x ≤ 22
	1	si x ≤ 18
NORMAL	0	si x ≥ 16
	(x - 16) / 4	si 16 ≤ x ≤ 20
	1	si x ≤ 20

Tabla 3.5 Función de pertenencia variable CA-125
Fuente: Elaboración propia

b) BASE DE REGLAS

Representan la forma de razonar, tienen la forma Si <condición> Entonces <acción conclusión>. Es importante el orden de ejecución de las reglas, por ello se les suele dotar de prioridades. Una regla de activa otra se denomina meta regla, y suelen usar para desarrollar progresivamente el conocimiento del experto.

La labor fundamental es la adquisición del conocimiento y su representación mediante alguna de las formas anteriores. Una de las técnicas más usadas son las entrevistas con los responsables del proceso, donde se consume la mayoría del

tiempo. Además se usan las bases de datos existentes en el sistema, añadir modelos matemáticos o heurísticos, y analizar el sistema mediante programas de simulación.

Las reglas nos permitirán el representar el conocimiento del experto (ginecólogo), constituido por los síntomas particulares que presenta cada paciente y las reglas de producción (forma de representar el conocimiento) se presentan de la siguiente manera, que sólo son los más notable pues los demás se podrán observar en la parte de anexos:

Regla 1

Si EP >="12 años" AND EP<="52 años" AND DAP="Si" AND DAC="Si" AND HE="No" AND HO="Si" AND CT="No" MA="Noi" AND AF="Si" CBA="Si" AND DL="No" AND DRS="Si" AND HA="Si" AND N="No" AND V= "No" **ENTONCES** "Usted puede tener QUISTE CL o CUERPO LÚTEO, que es cuando se forma un folículo que libera un óvulo y este se llena de fluidos, de sangre, y se queda en el ovario.

Regla 2

Si EP >="12 años" AND EP<="52 años" AND DAP="Si" AND DAC="Si" AND HE="Si" AND HO="Si" AND CT="NO" MA="NO" AND AF="NO" CBA="NO" AND DL="NO" AND DRS="Si" AND HA="Si" AND N="SI" AND V= "SI" **ENTONCES** "Usted puede tener QUISTE HEMORRÁGICO, que es cuando un quiste sangra.

Regla 3

Si EP >="12 años" AND EP<="52 años" AND DAP="NO" AND DAC="NO" AND HE="NO" AND HO="Si" AND CT="Si" MA="Si" AND AF="Si" CBA="Si" AND DL="Si" AND DRS="NO" AND HA="Si" AND N="NO" AND

V= “NO” **ENTONCES** “Usted puede tener QUISTE FUNCIONAL, que es cuando un quiste ovárico se contrae y desaparece tras dos o tres menstruaciones.

Regla 4

Si EP >=“12 años” AND EP<=“52 años” AND DAP=“Si” AND DAC=“Si” AND HE=“Si” AND HO=“Si” AND CT=“Si” MA=“Si” AND AF=“Si” CBA=“Si” AND DL=“Si” AND DRS=“NO” AND HA=“Si” AND N=“SI” AND V= “SI” **ENTONCES** “Usted puede tener QUISTE DERMOIDE, que es cuando un quiste ovárico alcanza un tamaño mayor a los 5 cm y puede ser un tumor benigno.

Regla 5

Si EP >=“12 años” AND EP<=“52 años” AND DAP=“Si” AND DAC=“Si” AND HE=“No” AND HO=“No” AND CT=“Si” MA=“Si” AND AF=“Si” CBA=“No” AND DL=“No” AND DRS=“Si” AND HA=“Si” AND N=“NO” AND V= “NO” **ENTONCES** “Usted puede tener QUISTE FOLICULAR, que es cuando un folículo maduro se colapsa sobre sí mismo.

3.2.3.5. MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es el corazón de todo sistema experto. La tarea principal de este es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos.

En el caso particular del Sistema Experto para diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico, se hace uso de la probabilidad, en el modelo de Redes Bayesianas, la propagación de incertidumbre es la tarea principal del motor de inferencia en este caso y debe permitir sacar conclusiones bajo incertidumbre.

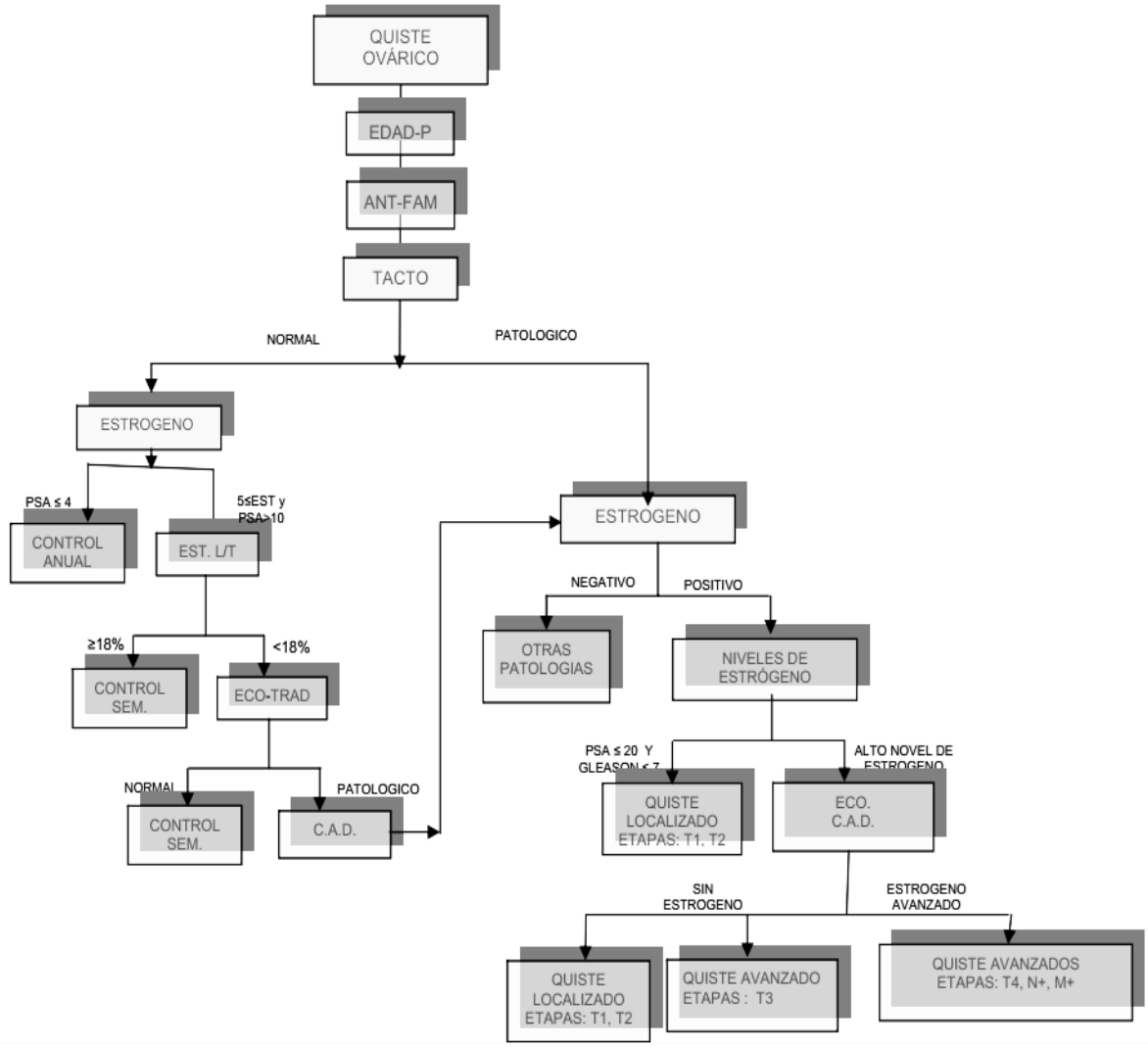

Figura 3.10 Árbol de decisión
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3.10 se muestra una parte de la Red Bayesiana que está construida con la finalidad de diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico, se utilizara esta parte de la red para dar un ejemplo de cómo está funcionando el resto de la Red, y a la vez comprobar los resultados obtenidos tomando de esta forma los niveles de pertenencia y apoyando en la base de reglas generando la salida.

3.2.4. ETAPA IV: IMPLEMENTACIÓN

Con todo el estudio realizado hasta este capítulo en el presente trabajo, ya solo queda implementar el prototipo del Sistema Experto.

3.2.4.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Se utilizó el entorno SWI-Prolog que es el intérprete de Prolog de dominio público, además de un editor de programación SWI-Prolog Editor.

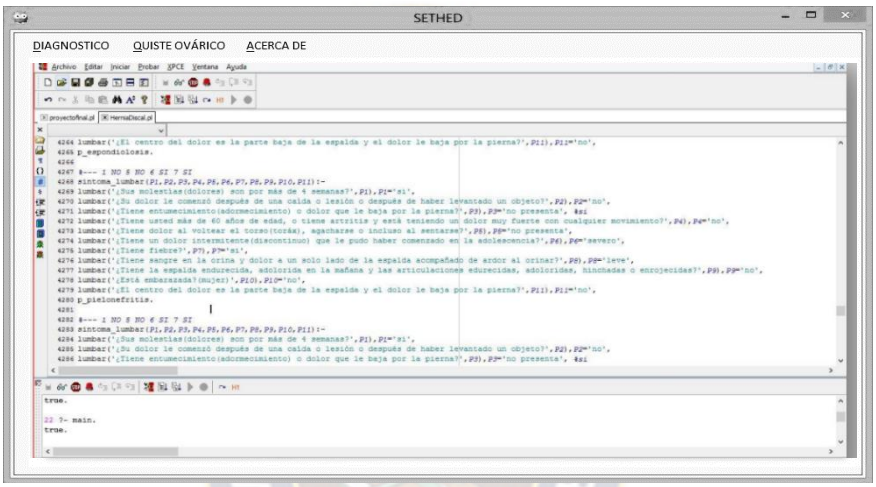

Figura 3.11 Prototipo
FUENTE: (Elaboración propia)

3.2.4.2. PROTOTIPO

Para tener la ejecución del programa, obligatoriamente se debe tener instalado el SWI-Prolog y el SWI-Prolog Editor en español, el motor de inferencia contiene las reglas ya descritas en el apartado anterior.

Se inicia mostrando la pantalla principal del sistema experto, esta cuenta con tres pestañas, una de diagnóstico, la otra a cerca de Quiste Ovárico, y la última sobre el autor y el sistema experto.

Figura 3.12 Prototipo Inicio
FUENTE: (Elaboración propia)

En la Figura III.12 se muestra la pantalla de inicio del prototipo que se implementó con el lenguaje de Programación PROLOG.

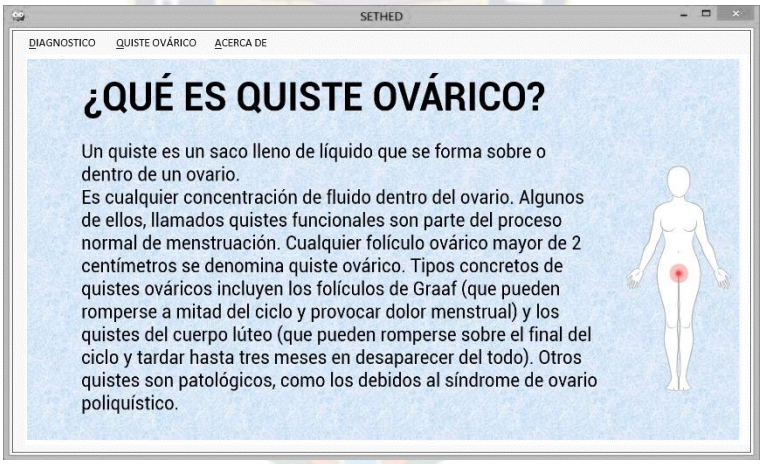

Figura 3.13 Qué es quiste ovárico
FUENTE: (Elaboración propia)

La Figura III.13 hace referencia al concepto que se tiene del quiste ovárico, en el presente trabajo se pretende dar información acerca de algunos conceptos importantes sobre el tema.

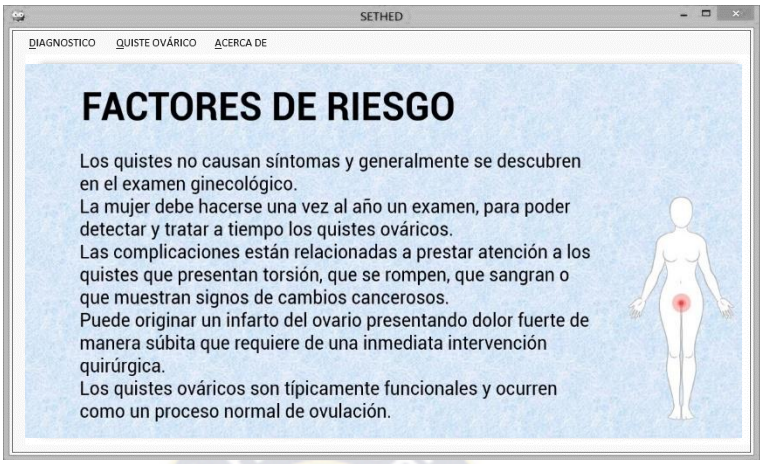

Figura 3.14 Factores de Riesgo
FUENTE: (Elaboración propia)

En la Figura 3.14 se muestra los factores de riesgo que se presenta en los quistes ováricos.

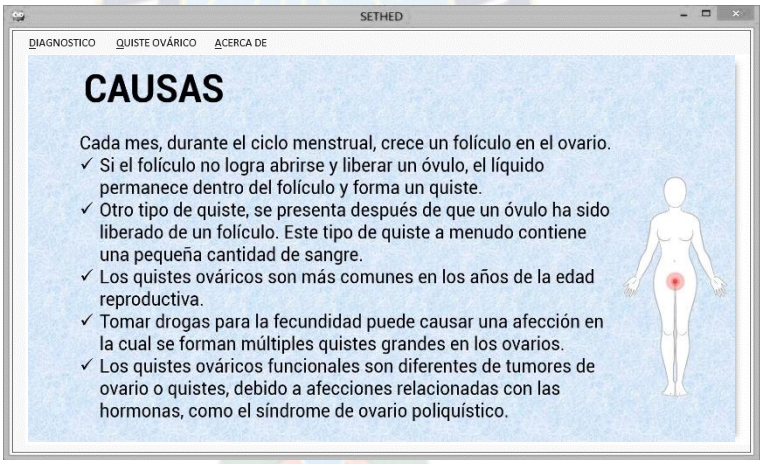

Figura 3.15 Causas
FUENTE: (Elaboración propia)

Pulsando el menú diagnóstico y la opción iniciar, es donde empieza el sistema experto a funcionar.

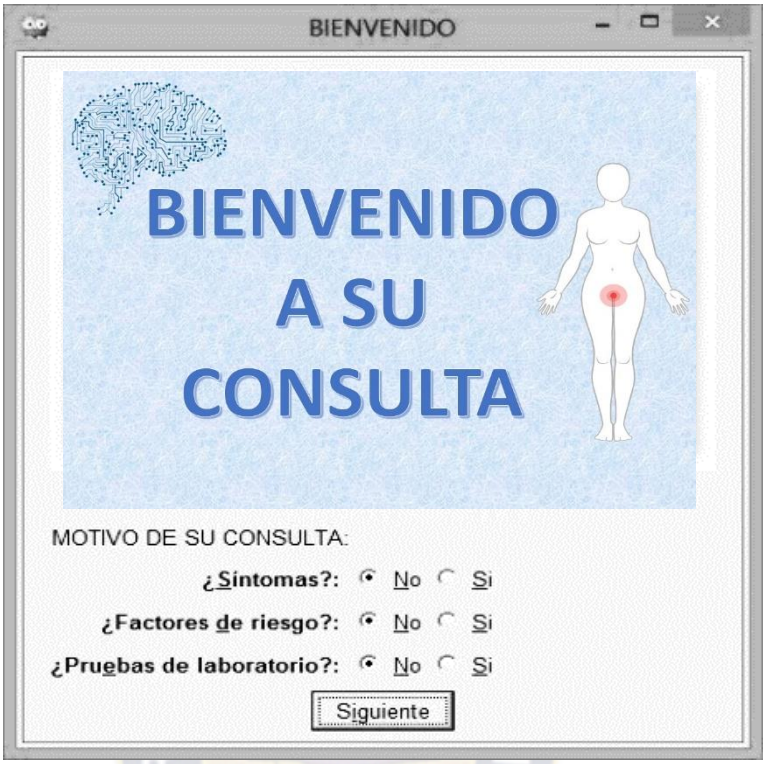

Figura 3.16 Bienvenido Prototipo
FUENTE: (Elaboración propia)

De acuerdo a lo introducido anteriormente, se le abrirá una nueva ventana.

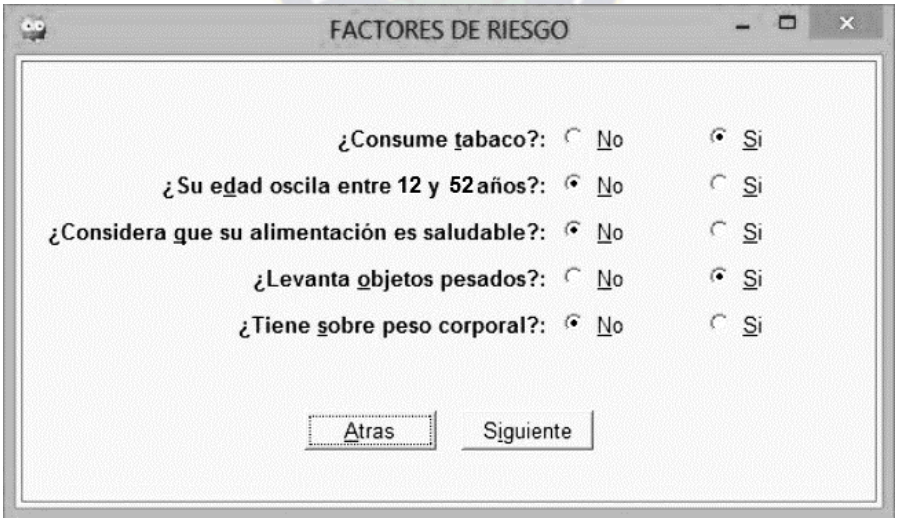

Figura 3.17 Factores de riesgo prototipo
FUENTE: (Elaboración propia)

En la Figura se muestra las preguntas sobre los Factores de Riesgo que se presenta con anterioridad a tener o diagnosticar quiste ovárico.

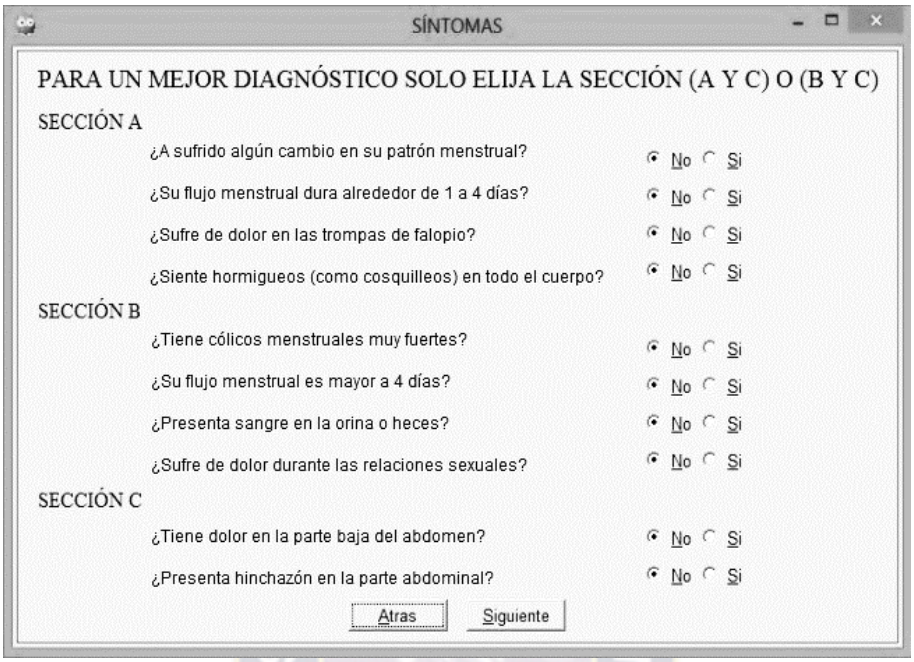

Figura 3.18 Síntomas
FUENTE: (Elaboración propia)

En cuanto a los síntomas, estas varían según el tipo de quiste ovárico y según a los síntomas a presentarse en cada paciente de forma independiente, como se muestra en la Figura III.18.

Figura 3.19 Síntomas – Diagnóstico
FUENTE: (Elaboración propia)

En la figura anterior se muestra el diagnóstico de acuerdo a los síntomas que se presentan, en caso de no diagnosticar quiste ovárico, le saldrá otro diagnóstico a los síntomas presentes, como los consejos a seguir.

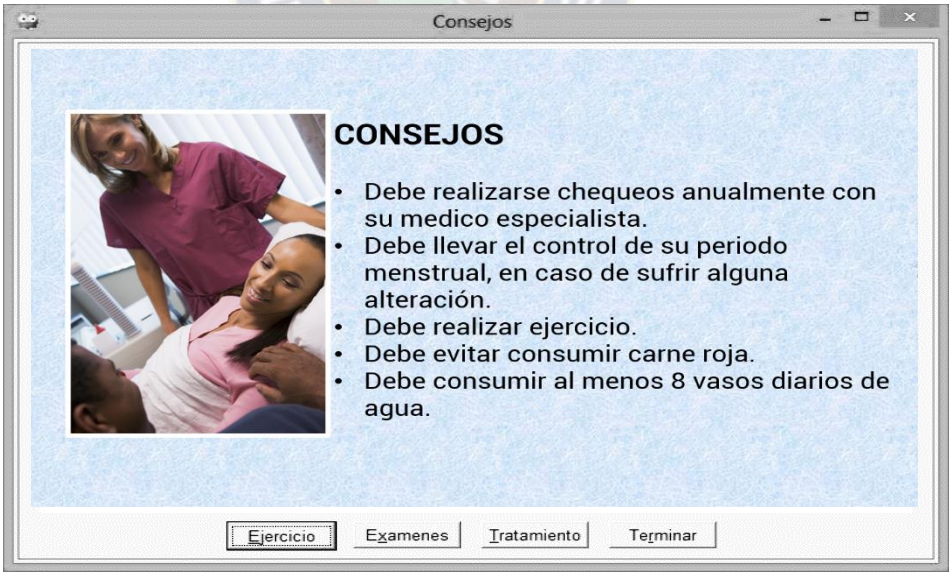

Figura 3.20 Consejos
FUENTE: (Elaboración propia)

3.2.5. ETAPA V: TESTEO

Una vez construido y programado el sistema experto se realizan las respectivas pruebas de funcionamiento, se muestran capturas de las pantallas de ejecución del sistema experto SEDTAR, demostrando como se introducen los datos de entrada, la secuencia de preguntas para determinar el diagnóstico oportuno de quiste ovárico y por último se muestra el resultado del diagnóstico final de si un paciente presenta o no quiste ovárico.

Se usará un ejemplo para realizar la respectiva prueba del sistema experto de diagnóstico y tratamiento oportuno.

Caso de Estudio	**Diagnóstico Ginecólogo**	**Diagnóstico Sistema Experto**
Caso 1	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional
Caso 2	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional
Caso 3	Presenta Quiste Ovárico Funcional	No Presenta Quiste Ovárico
Caso 4	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional
Caso 5	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional

Tabla 3.6 Testeo del Prototipo
FUENTE: (Elaboración propia)

Se tomó 5 casos de estudio para realizar el testeo al presente prototipo, en el cual se comparó los diagnósticos de él experto ginecólogo y el prototipo del sistema experto, planteado en el siguiente trabajo.

Se puede observar que en tan solo 5 casos se tuvo un caso erróneo, en el cual los diagnósticos no coinciden.

En ese momento se realizó la reformulación, rediseño y refinamiento del Prototipo.

3.2.6. ETAPA VI: REVISIÓN DEL PROTOTIPO

La etapa de revisión del prototipo se hizo durante todo el proceso de construcción del sistema experto, modificando y puliendo en cada etapa la estructura del sistema experto SETHED para así obtener un resultado confiable y un diagnóstico eficiente.

CAPÍTULO 4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La Prueba de Hipótesis es un procedimiento basado en evidencia muestral y en la teoría de la probabilidad para la aceptación o rechazo de hipótesis de investigación.

Existen diferentes métodos para realizar una Prueba de Hipótesis, dependiendo del tipo de problema y de la información con que se cuenta. En la presente tesis para probar la hipótesis planteada en el Capítulo I, es indispensable contar con ayuda del experto ginecólogo capaz de evaluar al sistema experto y su correcta funcionalidad. Para ello es necesario seguir los siguientes cinco pasos, teniendo en cuenta sus características:

a) **Paso 1:** Plantear Hipótesis Nula e Hipótesis Alternativa.

   La Hipótesis Nula se denota normalmente como H_0 y la Hipótesis Alternativa como H_i.

   La Hipótesis alternativa siempre plantea lo que queremos demostrar y la Hipótesis Nula se encarga de negarlo.

b) **Paso 2:** Determinar Nivel de Significancia.

   El nivel de significancia indica la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera y se denota con la letra griega: α.

c) **Paso 3:** Identificación del estadístico de prueba.

   Aplicación de la Distribución de Probabilidad apropiada.

d) **Paso 4:** Formulación de las reglas de decisión.

   Aplicando de la distribución de Probabilidad apropiada, se obtiene la estructura definida para la prueba.

e) **Paso 5:** Toma de decisión.

   En base a la evidencia disponible se acepta o se rechaza la hipótesis alternativa.

4.2. DESARROLLO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. PASO 1: PLANTEAR HIPÓTESIS NULA E HIPÓTESIS ALTERNATIVA.

H_0 = Las Redes Bayesianas no permiten la construcción del Sistema Experto para la detección temprana de quiste ovárico.

H_i = El uso de Redes Bayesianas permite al Sistema Experto el diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico, con una confiabilidad de 90%.

4.2.2. PASO 2: DETERMINAR NIVEL DE SIGNIFICANCIA.

El nivel de significancia es de 95%, lo que indica que $\alpha = 0.05$ en la Normal.

4.2.3. PASO 3: IDENTIFICACIÓN DEL ESTADÍSTICO DE PRUEBA

Para probar la hipótesis, es preciso combinar los diagnósticos efectuados por el experto ginecólogo y los diagnósticos determinados por el sistema experto en las pacientes tomadas como casos de estudio, para ello se hará uso de los Contraste de Rachas de Wald-Wolfowitz por que permite contrastar la hipótesis nula de las dos muestras independientes.

4.2.4. PASO 4: FORMULACIÓN DE LAS REGLAS DE DECISIÓN

Para la prueba fueron evaluados los 19 diagnósticos que reconoce el Sistema Experto propuesto, por tanto, los especialistas ginecólogo evaluaron bajo sus parámetros al Sistema Experto, dando su aceptación o rechazo a los resultados devueltos por el mismo.

Para ello:

> **(+)** Representa los casos que coinciden con el diagnóstico proporcionado por el especialista ginecólogo.
>
> **(-)** Representa los casos que no coinciden con el diagnóstico proporcionado por el especialista ginecólogo.

En la tabla en la primera columna se observa el número de casos de estudio, en la segunda columna se muestra el diagnóstico dado por el especialista ginecólogo, en la tercera columna están los diagnósticos determinados por el sistema experto para cada casos de

estudio con la correspondiente probabilidad, en la última columna se observa la característica de aceptación o rechazo del diagnóstico determinado por el sistema experto, evaluado por el ginecólogo.

Caso de Estudio	**Diagnóstico Ginecólogo**	**Diagnóstico Sistema Experto**	**Aceptación por rachas**
Caso 1	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+
Caso 2	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 3	Presenta Quiste Ovárico Funcional	No Presenta Quiste Ovárico	-
Caso 4	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 5	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 6	No Presenta Quiste Ovárico	Presenta Quiste Ovárico Funcional	-
Caso 7	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+
Caso 8	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+
Caso 9	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 10	Presenta Quiste Ovárico Funcional	No Presenta Quiste Ovárico	-
Caso 11	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 12	Presenta Quiste Ovárico Funcional	No Presenta Quiste Ovárico	-
Caso 13	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+

Caso 14	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 15	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+
Caso 16	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 17	No Presenta Quiste Ovárico	Presenta Quiste Ovárico Funcional	-
Caso 18	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	Presenta Quiste Ovárico No-Funcional	+
Caso 19	Presenta Quiste Ovárico Funcional	Presenta Quiste Ovárico Funcional	+

Tabla 4.1 Comparación de diagnóstico
FUENTE: (Elaboración propia)

De los datos obtenidos en la Tabla. Se tiene los siguientes resultados:

Número de Rachas o R = 14

(+ +) (-) (+ +) (-) (+ + +) (-) (+) (-) (+ + + +) (-) (+ +)

Número de observaciones de la muestra: N1 (+) = 14

Número de observaciones de la muestra: N2 (-) = 5

N = N1 + N2 = 14 + 5 = 19

4.2.3. PASO 5: TOMA DE DECISIÓN

Como de los datos observados tenemos que N1 y N2 son menores a 20 procedemos a buscar en la tabla con un nivel de significación de 0.05 / 2 y así obtenemos el intervalo [5 - 11] que constituyen el límite en la región critica. Como se puede ver en la Figura.

Test de Rachas

		n-								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
n+=2	α=0.05	0-4	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	2-3	2-5	2-5
	α=0.01	0-4	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5
n+=3	α=0.05	0-5	0-6	0-6	2-7	2-7	2-7	2-7	2-7	3-7
	α=0.01	0-5	0-6	0-7	0-7	0-7	0-7	0-7	2-7	2-7
n+=4	α=0.05	0-5	0-6	2-7	2-8	3-8	3-8	3-9	3-9	3-9
	α=0.01	0-5	0-7	0-8	0-9	2-9	2-9	2-9	2-9	2-9
n+=5	α=0.05	0-5	2-7	2-8	3-8	3-9	3-9	3-10	4-10	4-10
	α=0.01	0-5	0-7	0-9	2-9	2-10	2-10	2-11	3-10	3-11
n+=6	α=0.05	05	2-7	3-8	3-9	3-10	4-10	4-11	4-11	5-11
	α=0.01	05	0-7	2-9	2-10	2-11	3-11	3-12	3-12	3-13
n+=7	α=0.05	0-5	2-7	3-8	3-9	4-10	4-11	4-12	5-12	5-12
	α=0.01	0-5	0-7	2-9	2-10	3-11	3-12	3-12	4-13	4-14
n+=8	α=0.05	2-5	2-7	3-9	3-10	4-11	4-12	5-12	5-13	6-13
	α=0.01	0-5	0-7	2-9	2-11	3-12	3-12	4-13	4-14	4-14
n+=9	α=0.05	2-5	2-7	3-9	4-10	4-11	5-12	5-13	6-13	6-14
	α=0.01	0-5	2-7	2-9	3-10	3-12	4-13	4-14	4-15	5-15
n+=10	α=0.05	2-5	3-7	3-9	4-10	5-11	5-12	6-13	6-14	6-15
	α=0.01	0-5	2-7	2-9	3-11	3-13	4-14	4-14	5-15	5-16
n+=11	α=0.05	2-5	3-7	3-9	4-11	5-12	5-13	6-14	6-14	7-15
	α=0.01	0-5	2-7	2-9	3-11	4-13	4-14	4-15	5-16	5-17
n+=12	α=0.05	2-5	3-7	4-9	4-11	5-12	6-13	6-14	7-15	7-16
	α=0.01	0-5	2-7	3-9	3-11	4-13	4-14	5-15	5-16	6-17
n+=13	α=0.05	2-5	3-7	4-9	4-11	5-12	6-13	6-14	7-15	8-16
	α=0.01	0-5	2-7	3-9	3-11	4-13	5-15	5-16	6-17	6-18
n+=14	α=0.05	2-5	3-7	4-9	5-11	5-12	6-13	7-15	7-16	8-16
	α=0.01	0-5	2-7	3-9	3-11	4-13	5-15	5-16	6-17	6-18

Figura 4.1 Tabla de intervalos de confianza – Test de Rachas
Fuente: Tabla de Estadística

Como indica la teoría en el Contraste de Rachas de Wald-Wolfowitz la extracción de la muestra se rechaza cuando $R <= R_{n1, n2, \alpha/2}$ ó $R >= R_{n1, n2, 1-\alpha/r}$

Como R=1 no existe en la región critica entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta H_1 = El uso de Redes Bayesianas permite al Sistema Experto el diagnóstico y tratamiento de quistes ováricos con una confiabilidad de 90%.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

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 redes bayesianas 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.

Gracias a la prueba de Hipótesis en el capítulo cuatro, se puede comprobar el cumplimiento de la hipótesis establecida. El uso de Redes Bayesianas permite al Sistema Experto que el diagnóstico y tratamiento del quiste ovárico tenga una confiabilidad de 90%.

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 Prolog es que se pueden hacer las mejoras, cambios de manera oportuna y rápida hasta

conseguir resultados más óptimos y eficientes ya que los módulos se pueden modificar según sea el programador.

Se debe cambiar la actual situación en Bolivia, con respecto a la salud, El contar con un sistema experto puede permitir realizar las acciones adecuadas, basadas en evidencia y establecer estrategias bien planteadas para disminuir la mortalidad.

BIBLIOGRAFÍA

CHOQUE, L. G. (1992). *Inteligencia Artificial.* La Paz: Carrera de Informática.

CLIMENT, S. (1999). *Informática aplicada a la gestión de empresas - Sistemas Expertos*. Recuperado el 18 de 10 de 2017, de http://www.uv.es/~scliment/investigacion/1999/sistemasexpertos.PDF

FLORES, R. (2015). *Apuntes de Sistemas Expertos, Universidad Mayor de San Andrés.* La Paz.

GIARRATANO J., R. G. (2001). *Sistemas Expertos – Principios de Programación*. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de http://www.intercambiosvirtuales.org/libros-manuales/sistemas-expertos-principios-y-programacion-giarratano-y-riley-tercera-edicion

GONZÁLEZ F., HERNÁNDEZ H, LUNA Y, CASAS G. GUTIÉRREZ I. (s.f.). *Sistema experto basado en casos para el diagnóstico de la hipertensión arterial.* Recuperado el 25 de 05 de 2017, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302011000400020&lang=es

Gregori, A. (2004). *Sistemas Expertos Fundamentos de Inteligencia Artificial Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia*. Recuperado el 19 de 10 de 2017, de http://www.fidel_asmar/inteligencia/artificial/

HERNANDEZ, S. F. (2010). *Metodología de la investigación.* Mc. Graw Hill.

HILERA G., J. y. (1995). *Redes Neuronales.* Mexico: Addison – Wesley Iberoamericana.

Lara, J. M. (2010). *Manual Básico de Ginecología y Obstetricia*. Recuperado el 13 de 5 de 2017, de http://www.ingesa.msssi.gob.es/estadEstudios/documPublica/internet/pdf/Manual_obstetricia_ginecologia.pdf

MERCADO, S. (1998). *Como Hacer Una Tesis.* Mexico: ED McGraw Hill.

MERLO, J. C. (1976). *Diccionario de Ciencias Medicas.* hospital Holandés: El Ateneo.

NEBENDAHL, D. (1998). *Sistemas Expertos Introducción a la Técnica y Aplicación*. Recuperado el 1 de 11 de 2017, de http://www.tecnicas_de_aplicacion/&&/esp.htm

POMA, R. (2013). *Sistema Experto para el Diagnóstico de Malformaciones dentarias.*

PRESSMAN. (2010). *Ingeniería de software: un enfoque práctico.* Mc. Graw Hill.

RAMIREZ, J. (1997). *Diagnóstico precoz y rentabilidad*. Recuperado el 1 de 11 de 2017, de Http://www.Cistoadenoma.seroso.simple_del_ovario_ Quiste ovárico.html

RICH, E. (1989). *Inteligencia artificial y Sistemas Expertos*. Recuperado el 5 de 11 de 2017, de http://rich_system.art.htm

ROLSTON, D. (1998). *Sistemas Expertos Introducción a la Técnica y Aplicación*. Recuperado el 5 de 11 de 2017, de Barcelona España. http:www.tecnicas.de.sistemas.expertos/Barcelona.html

SALKIND, N. (05 de 1999). *Métodos de Investigación*. Recuperado el 15 de 11 de 2017, de Htpp://www.metodos.de.investigacion.expertos/nayer.htm

Zadeh, L. (2002). *introducción a los Sistemas Expertos con lógica difusa*. Recuperado el 12 de 11 de 2017, de http://www.sistema_expertos_fundamental/logica_difusa.htm

ANEXOS

Script, parte del código del programa swi-prolog

```
% Autor: Andrea Paola Rodriguez Calliconde
% Fecha: 28/11/2017

%llamado a librerias para la interfáz grafica
:- use_module(library(pce)).
:- use_module(library(pce_style_item)).
:- dynamic color/2.

factor_respuesta('si').
factor_respuesta('no').

sintoma_respuesta('no presenta').
sintoma_respuesta('leve').
sintoma_respuesta('moderado').
sintoma_respuesta('severo').

%FACTORES DE RIESGO
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',X):-factor_respuesta(X).
p_factor('¿Consume tabaco?',X):-factor_respuesta(X).
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',X):-factor_respuesta(X).
p_factor('¿A dado a luz?',X):-factor_respuesta(X).
p_factor('¿Presenta estrés?',X):-factor_respuesta(X).
```

```
%PRINCIPAL
p_inicio('¿Síntomas?',X):-factor_respuesta(X).
p_inicio('¿Factores de riesgo?',X):-factor_respuesta(X).
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',X):-factor_respuesta(X).
%------------------------ VENTANA 1
main:-
	new(D,dialog('SETHED')),
	send(D,size,size(890,570)),
	send(D,colour,colour(green)),
	send(D, append, new(Menu, menu_bar)),
	send(Menu, append, new(Quiste, popup('DIAGNÓSTICO'))),
	send(Menu, append, new(Quiste_Ovarico, popup('QUISTE OVÁRICO'))),
	send(Menu, append, new(Ayuda, popup('ACERCA DE'))),

	send_list(Quiste, append,
			[ menu_item('Iniciar', message(@prolog,pp))
			]),
	send_list(Quiste_Ovarico, append,
			[ menu_item('Antecedentes', message(@prolog,ph))
			]),
	send_list(Ayuda, append,
			[ menu_item(autor, message(@prolog,pi))
			]),
	mostrar('C:/Programa/inicio2.jpg',D,Menu),
```

```
        %send(D,default_button,'QUISTE OVÁRICO'),

        send(D,open,point(250,90)).

mostrar(V,D,M):- new(I, image(V)),
        new(B, bitmap(I,@on)),
        new(F2, figure),
        send(F2, display, B),
        new(D1, device),
        send(D1, display, F2),
        send(D, display, D1),
        send(D1,below(M)).
%--------------------------------PESTAÑA QUISTE OVÁRICO
ph:-new(D,dialog(' Quiste Ovárico ')),

        mostrar('C:/Programa/que_es.jpg',D),
        new(B,button(siguiente,and(message(@prolog,pc),message(D,destroy)))),
        send(D,append,B),
        send(D,default_button,siguiente),
        send(D,open,point(300,100)).

pc:-new(D,dialog(' Quiste Ovárico ')),

        mostrar('C:/Programa/causas.jpg',D),
        new(B1,button(atras,and(message(@prolog,ph),message(D,destroy)))),
```

```
        new(B,button(siguiente,and(message(@prolog,pr),message(D,destroy)))),
        send(D,append,B1),
        send(D,append,B),
        send(D,default_button,siguiente),
        send(D,open,point(250,80)).

pr:-new(D,dialog(' Quiste Ovárico ')),

        mostrar('C:/Programa/f_riesgo.jpg',D),
        new(B1,button(atras,and(message(@prolog,pc),message(D,destroy)))),
        new(B,button(siguiente,and(message(@prolog,pd),message(D,destroy)))),
        send(D,append,B1),
        send(D,append,B),
        send(D,default_button,siguiente),
        send(D,open,point(200,100)).

pd:-new(D,dialog(' Quiste Ovárico ')),

        mostrar('C:/Programa/e_diagnostico.jpg',D),
        new(B1,button(atras,and(message(@prolog,pr),message(D,destroy)))),
        new(B,button(terminar,and(message(D,destroy)))),
        send(D,append,B1),
        send(D,append,B),
        send(D,default_button,terminar),
        send(D,open,point(200,100)).
```

```
%---------------------------- PESTAÑA ACERCA DE

pi:-new(D,dialog(' Información ')),

        mostrar('C:/Programa/informacion.jpg',D),
        new(B,button(cerrar,and(message(D,destroy)))),
        send(D,append,B),
        send(D,default_button,cerrar),
        send(D,open,point(350,150)).

%-------------------------    PESTAÑA DIAGNÓSTICO

pp:-new(D,dialog(' BIENVENIDO ')),

        mostrar('C:/Programa/bienvenido.jpg',D),
        new(L2, label(bienvenido,'                    BIENVENIDO A SU CONSULTA')),
        new(L3, label(consulta,'MOTIVO DE SU CONSULTA: ')),
        new(Pre1,menu('¿Síntomas?')),
         send_list(Pre1,append,[no,si]),
        new(Pre2,menu('¿Factores de riesgo?')),
         send_list(Pre2,append,[no,si]),
        new(Pre3,menu('¿Pruebas de laboratorio?')),
         send_list(Pre3,append,[no,si]),
          send(D,append,L2),
          send(D,append,L3),
```

```
send(D,append(Pre1)),
        send(D,append,Pre2),
        send(D,append,Pre3),


new(B,button(siguiente,and(message(@prolog,principal,Pre1?selection,Pre2?selection,
Pre3?selection),message(D,destroy)))),
    send(D,append,B),
    send(D,default_button,siguiente),
    send(D,open,point(470,180)).


%PARA INICIO
principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='si',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='no',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='no',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='si',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='si',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='no',
p1.
```

```
principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='si',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='si',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='si',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='no',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='si',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='no',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='no',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='no',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='si',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='no',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='si',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='si',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
```

```
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='no',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='si',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='si',
p1.

principal(P1,P2,P3):-
p_inicio('¿Síntomas?',P1),P1='si',
p_inicio('¿Factores de riesgo?',P2),P2='no',
p_inicio('¿Pruebas de laboratorio?',P3),P3='si',
p1.

principal(_,_,_):-new(D,dialog('ERROR')),
new(L,label(l,'ELIJA UNA OPCION, POR FAVOR.',font('times','roman',16))),
send(D,append,L),
send(D,open,point(550,350)).

%--------------------------------VENTANA_2

p1:-new(D,dialog('FACTORES DE RIESGO')),
      new(Pre1,menu('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?')),
       send_list(Pre1,append,[no,si]),
      new(Pre2,menu('¿Consume tabaco?')),
       send_list(Pre2,append,[no, si]),
      new(Pre3,menu('¿Considera que su alimentación es saludable?')),
       send_list(Pre3,append,[no, si]),
```

```
new(Pre4,menu('¿A dado a luz?')),
        send_list(Pre4,append,[no, si]),
       new(Pre5,menu('¿Presenta estrés?')),
        send_list(Pre5,append,[no, si]),

      send(D,append, Pre1),
      send(D,append,Pre2),
      send(D,append,Pre3),
      send(D,append,Pre4),
      send(D,append,Pre5),

     new(B1,button(atras,and(message(@prolog,pp),message(D,destroy)))),

new(B,button(siguiente,message(@prolog,factores_riesgo,Pre1?selection,Pre2?selectio
n,Pre3?selection,Pre4?selection,Pre5?selection,))),
     send(D,append,B1),
     send(D,append,B),
     send(D,open,point(400,200)).

%FACTORES DE RIESGO
%--------------------- 1
%FACTORES DE RIESGO 1
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='no',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
```

```
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 2
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='no',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 3
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='no',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 4
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
```

```
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='no',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 5
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='no',
p2.

%---------------------------- 2
%FACTORES DE RIESGO 1
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='no',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='no',
p2.
```

```
%FACTORES DE RIESGO 2
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='no',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='no',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 3
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='no',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='no',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 4
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='no',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='no',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
```

```
%FACTORES DE RIESGO 5
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='no',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='no',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 6
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='no',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='no',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 7
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='no',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='no',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
```

```
%FACTORES DE RIESGO 8
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='no',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='no',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='si',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 9
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='si',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='no',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='no',
p2.

%FACTORES DE RIESGO 10
factores_riesgo(P1,P2,P3,P4,P5):-
p_factor('¿Su edad oscila entre 12 y 52 años?',P1),P1='si',
p_factor('¿Consume tabaco?',P2),P2='no',
p_factor('¿Considera que su alimentación es saludable?',P3),P3='si',
p_factor('¿A dado a luz?',P4),P4='si',
p_factor('¿Presenta estrés?',P5),P5='no',
```

DOCUMENTACIÓN