

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



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO
DE PARASITOSIS INTESTINAL EN NIÑOS MENORES A CINCO
AÑOS BASADO EN LOGICA DIFUSA”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA
MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE: EDWIN SALAZAR LIMACHI

TUTOR METODOLOGICO: M. Sc. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO

ASESOR: Lic. RAMIRO FLORES ROJAS

LA PAZ – BOLIVIA
2013



**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 estar siempre conmigo

A mi abuelita Lucia que constantemente me dio su apoyo

*A mis amados padres Genaro y Roxana, por ese apoyo incondicional,
los sabios consejos para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no
hubiese podido ser realidad sin ustedes.*

*A mis hermanos Ruddy, Judith, Arzob, Luis, Guichi y Miky, por
ser los mejores hermanos que se puede tener.*

*A mi esposa Mary por su comprensión y en especial a mis hijos Dina,
Dylan y Eydan que son mi inspiración para seguir adelante.*

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y por haberme guiado y permitido que lograra uno más de mis objetivos.

A mi docente Tutor M. Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, por haberme brindado la colaboración con toda su capacidad y conocimiento en la realización de la presente Tesis de Grado.

A mi docente Revisor Lic. Ramiro Flores Rojas, por el asesoramiento, paciencia y revisión que demostró toda su capacidad y conocimiento para la elaboración de la Tesis de Grado.

A todos mis amigos de la carrera de informática, pasados y presentes; pasados por ayudarme a crecer y madurar como persona y presentes por estar siempre conmigo apoyándome en todas circunstancias posibles, también son parte de esta alegría.

Por ultimo quiero agradecer a todos los docentes de la carrera de Informática y también a la Universidad Mayor de San Andrés por los años que me cobijo en sus aulas, para adquirir conocimiento y tener una formación profesional.

RESUMEN

Las infecciones parasitarias son enfermedades causadas por diferentes tipos de parásitos, de tamaño variable, que viven en el intestino de las personas y que generalmente son contraídas por falta de medidas higiénicas, de ahí que la atención sanitaria mediante actividades educativas constituya el elemento básico para la promoción y fomento de la salud y, por consiguiente, para la prevención de dichas infecciones.

La parasitosis intestinal es un problema de salud pública que alcanza un alta prevalencia a nivel de la población de bajo nivel sociocultural que habita en la área rurales, o zonas marginales en las ciudades, tomando en consideración que existen factores condicionales como son la falta de servicios básicos y un inadecuado saneamiento ambiental que influyen directamente en su aparición.

Los parásitos presentes en los niños afecta al crecimiento de los niños (as) y condiciona la presencia d enfermedades infecciosas, los hace más propensos a adquirir estas infecciones porque tienen menores defensas para contrarrestarlas. Consecuencia directa de estos factores constituyen el retardo del crecimiento físico, problemas de aprendizaje, bajo rendimiento escolar, desnutrición moderada y severa, así como altos índices de la morbi-mortalidad infantil.

El presente trabajo de investigación ofrece un sistema experto el cual nos permitirá diagnosticar y posteriormente dar un tratamiento adecuado para las infecciones parasitarias. Para la construcción del sistema experto se diseñó la base de conocimiento con la información proporcionada por el profesional en parasitología.

Las reglas y mecanismos de inferencia contribuyen de gran manera para llegar a la conclusión basada al momento de inferir los datos del niño(a), como los signos y síntomas que presentan y otros que son requeridos por el sistema experto.

INDICE

CAPITULO I.....	1
MARCO INTRODUCTORIO.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.3.1 Problema Central.....	8
1.4 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos Específicos	8
1.5 HIPOTESIS	9
1.5.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	9
1.6 JUSTIFICACION	10
1.6.1 Justificación Económica	10
1.6.2 Justificación Social.....	10
1.6.3 Justificación científica	11
1.7 LIMITES Y ALCANCES	11
1.8 APORTES	12
1.9 METODOLOGÍA	13
MARCO TEÓRICO	17
2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL	17
2.2 SISTEMAS EXPERTOS	18
2.2.1 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.....	19
2.3 CARACTERISTICAS DE UN EXPERTO HUMANO Y UN SISTEMA EXPERTO	20
2.3.1. EL EXPERTO HUMANO	22
2.3.2. INGENIERÍA DE CONOCIMIENTO	22
2.3.3. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO.....	22
2.3.4. CONOCIMIENTO ABSTRACTO.....	22

2.3.5. BASE DE CONOCIMIENTO.....	23
2.3.6. MOTOR DE INFERENCIA	23
2.3.6.1. MECANISMO DE RAZONAMIENTO.....	24
2.3.6.2. REGLAS DE INFERENCIA.....	24
2.3.7. INTERFAZ DE USUARIO	26
2.3.8. CONOCIMIENTO POCO PRECISO.....	26
2.3.9. APRENDIZAJE DE LA EXPERIENCIA	27
2.3.10. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	27
2.4 FASES PARA DESARROLLAR UN SISTEMA EXPERTO	28
2.4.1 IDENTIFICACIÓN	28
2.4.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	29
2.4.3. FORMALIZACIÓN	29
2.4.4. IMPLEMENTACIÓN	29
2.4.5. COMPROBACIÓN.....	30
2.5 LOGICA DIFUSA	30
2.5.1. INTRODUCCIÓN A LA LOGICA DIFUSA.....	31
2.5.2. CONJUNTOS DIFUSOS.....	32
2.5.3. FUNCIÓN DE PERTENENCIA.....	33
2.5.4. VARIABLES LINGÜÍSTICAS	33
2.5.5. INFERENCIA DIFUSA	34
2.5.5.1. REGLAS DIFUSAS	34
2.5.5.2 CANTIDAD DE REGLAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	35
2.5.5.3 IMPLICACIÓN DIFUSA	36
2.6 PARASITOSIS INTESTINAL.....	37
2.6.1 INTRODUCCIÓN.....	37
2.6.2 DEFINICION.....	38
2.6.3 CLASIFICACION CLINICA DE LA PARASITOSIS	38
2.6.3.1 SEGÚN LA MORFOLOGIA DEL PARASITO	38
2.6.3.2 SEGÚN SU GRADO DE PARASITISMO	38

2.6.3.3 SEGÚN LA TOPOGRAFIA	39
2.6.3.4 SEGÚN SU LOCALIZACION EN EL SISTEMA U ORGANO	39
2.6.4 TIPO DE HUESPED	39
2.6.5 CICLO DE VIDA.....	40
2.6.6 MECANISMO DE INFECCION	41
2.6.6.1 FECALISMO	41
2.6.6.2 CARNIVORISMO.....	41
2.6.6.3 CICLO ANO-MANO-BOCA.....	41
2.6.6.4 POR PIEL.....	43
2.6.6.5 DISEMINACION POR LA NATURALEZA	43
2.6.7 ACCION PATOLOGICA.....	43
2.6.8 DIAGNOSTICO.....	44
2.6.9 PROTOZOOS	44
2.6.9.1GIARDIASIS	45
2.6.9.2 AMIBAS NO PATOGENAS	48
2.6.9.3BLASTOCYSTOSIS	49
2.6.9.4 FLAGELADOS NO PATOGENOS	50
2.6.10 HELMINTOS.....	51
2.6.10.1 ASCARIASIS.....	53
2.6.10.2 ENTEROBIASIS	56
2.6.10.3 HIMENOLEPIASIS.....	58
2.6.10.4 TRICOCEFALOSIS	60
MARCO METODOLOGICO	62
3.1 INTRODUCCION	62
3.2 DESCRIPCION INFORMAL	63
3.3 DESCRIPCION FORMAL DEL MODELO	63
3.4 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO	64
3.5 BASE DE CONOCIMIENTO	66
3.6 REGLAS DE INFERENCIAS	78

3.7 MECANISMO DE INFERENCIA	80
3.8 DISEÑO DE ENTRADAS	81
3.9 FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGUISTICAS	82
3.10 DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGUISTICAS	86
3.11 DESCRIPCION DEL PROTOTIPO	88
3.12 REPRESENTACION DE SALIDAS DEL PROTOTIPO.....	90
DEMOSTRACION DE HIPOTESIS	95
4.1 INTRODUCCION.....	95
4.2 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	96
4.3 ANALISIS DE DATOS.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1 CONCLUSIONES	100
5.2 RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	103

CAPITULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1 INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática que comprende el estudio y creación de sistemas computarizados que manifiestan cierta forma de inteligencia: sistemas que aprenden nuevos conceptos y tareas, sistemas que pueden razonar y derivar conclusiones útiles acerca del mundo que nos rodea, sistemas que pueden comprender un lenguaje natural o percibir y comprender una escena visual, y sistemas que realizan otro tipo de actividades que requieren de inteligencia humana.

Una de las ramas de la inteligencia artificial que está contribuyendo con la medicina es la de los sistemas expertos (SE), que hacen un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano lo haría en un área determinada [Giarratano y Riley, 2001].

Los sistemas expertos son programas que se basan en el conocimiento y tratan de imitar el razonamiento de un experto humano para resolver un problema de un tópico definido. Su comportamiento se basa generalmente mediante reglas de producción es decir, se basa en conocimientos previamente definidos, y mediante estos conocimientos, los SE son capaces de calcular soluciones.

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

Un sistema experto puede aplicarse a diferentes áreas y una de ellas es la medicina, que tiene distintos campos de estudio como el área de parasitología que es muy extensa por las múltiples patologías que se presentan. Una de esas enfermedades sería la parasitosis intestinal.

Las parasitosis intestinales son una patología muy frecuente en las consultas de Atención Primaria. El parasitismo que es principalmente el resultado de las interrelaciones entre dos seres vivos, uno de ellos denominado parásito y el otro huésped, hospedero o mesonero, también es influido por las interacciones de los seres vivos antes mencionados y el medio ambiente, interacciones que constituyen la ecología del parasitismo.

La parasitosis intestinal es más frecuente en el niño que en el adulto y suele constituir un problema para los organismos de salud por las dificultades, que presentan en su diagnóstico y terapéutica.

En esta investigación se desarrolló un sistema experto difuso para el diagnóstico y tratamiento de parasitosis intestinal en niños menores de cinco años.

1.2 ANTECEDENTES

Los Sistemas Expertos son una rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un experto humano en cualquier rama de la ciencia.

Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos, explicar el por qué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior.

Técnicamente, un sistema experto contiene una base de conocimientos que incluye la experiencia acumulada de expertos humanos y un conjunto de reglas para aplicar ésta base de conocimientos en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema se mejora con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas.

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

Los sistemas expertos que aplican la lógica difusa tienen un gran desarrollo en diferentes áreas de la tecnología y la vida real, esto pues la lógica difusa se acerca más a la forma de pensar del hombre.

La parasitosis intestinal son un problema de importancia al que se enfrentan las instituciones de salud pública y ambiental en los países en vías de desarrollo. Estas infecciones son generalmente subestimadas por ser sintomáticas, pero representan un factor de morbilidad importante cuando se asocia a la desnutrición. Las infecciones intestinales parasitarias afecta principalmente a la población infantil, la cual es especialmente susceptible de adquirirla, principalmente cuando la forma infectante del parásito penetra por vía oral, las malas condiciones higiénicas, la escasa cultura médica, el deficiente saneamiento ambiental y las pobres condiciones socioeconómicas están asociados directamente con la presencia, persistencia y la diseminación de parasitosis intestinales, así como las características geográficas y ecológicas específicas del lugar donde se encuentra.

La prevalencia de las parasitosis intestinales en Bolivia no se diferencia de las registradas en otros países latinoamericanos con características climáticas, condiciones de insalubridad y pobreza semejantes.

Diversos estudios a nivel nacional refieren altas incidencias de infección en comunidades escolares, los cuales a pesar de su baja mortalidad pueden ocasionar importantes problemas sanitarios y sociales debido a su sintomatología y complicaciones. Es más, las entero parasitosis pueden transcurrir sintomáticas durante largo tiempo, pero también pueden llegar a provocar cuadros digestivos por tanto afecta a casi un 80 por ciento de la población que habita en sectores rurales y urbanos. Es evidente que la parasitosis en los niños se trasmite por vía oral por agua y alimentos contaminados o por la piel por contacto con aguas negras o excremento, y son comunes que estos parásitos ataquen a los niños y que a veces sus síntomas no son bien identificados.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más de 2 billones de personas en el mundo viven con enfermedades debido a los parásitos intestinales especialmente en países en desarrollo. La OPS/OMS calcula que 20-30% de todos los latinoamericanos están infectados por helmintos intestinales (parásitos intestinales), mientras que las cifras en los barrios pobres alcanzan con frecuencia el 50% y hasta el 95%.

Estas enfermedades son conocidas como enfermedades desatendidas, por la poca importancia que dan los gobiernos y por ser consideradas como baja prioridad de salud pública internacional. La mayor frecuencia de estas enfermedades entero parasitarias se observa en los sectores rurales por las condiciones de vida para el individuo.

Los niños afectados se constituyen el sector más vulnerable, además de padecer de malnutrición y otras afecciones corrientes a su edad. El parasitismo intestinal es determinado por el acceso de las poblaciones a recursos materiales (posesión de bienes, calidad de la vivienda), recursos humanos (educación) y de saneamiento (tipo de sanitario, fuente de consumo de agua), así como por las prácticas de cuidado materno (alimentación, prevención e higiene). El parasitismo puede considerarse como un mecanismo intermedio entre estos factores generales y el estado nutricional.

Mencionaremos algunos sistemas expertos difusos de la biblioteca de la carrera de Informática de la UMSA y tesis de otras universidades

- Tesis de grado “Modelo de Diagnostico Para enfermedades Respiratorias Crónicas”, utiliza redes neuronales y lógica difusa para representar el conocimiento del especialista y logrando que la red neuronal pueda inferir un diagnostico e indicar su tratamiento (Uchani, 2003).
- Tesis de grado “Sistema Experto para la Detección de Problemas de Aprendizaje a Niños con Dislexia (6 a 8 años)”, donde diseña un sistema experto para la detección de problemas de aprendizaje en niños con dislexia, comprendidos entre 6 a 8 años (APAZA 2006).
- Tesis de grado “Sistema Experto para Diagnostico de Cáncer de Piel”, este sistema utiliza la lógica difusa como modelo de inferencia para dar un diagnostico confiable e indicar su respectivo tratamiento (Machaca, 2005).
- Milano Marisol, Moreno Norelis (2006) Programa de Prevención de Parasitosis Intestinal en Niños Menores de Cinco Años Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina.
- Tesis de grado “Frecuencia de Parasitosis Intestinal en Escolares”, en esta tesis se describen todos los tipos de parásitos con las descripción de los signos y síntomas que presentan los niños (Calamani, 2007).
- Barturen Sanchez Lourdes Yosli (2012) Desarrollo de un Sistema Experto Sobre Web para el Diagnóstico Temprano de Cáncer de Cuello Uterino Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde una perspectiva global la parasitosis intestinal, sigue siendo un problema de salud pública en países subdesarrollados, donde provocan importante morbimortalidad pública de condiciones pobres.

Para el estudio del presente trabajo se identificaron diversos problemas que son los siguientes:

En los centros de salud no hay personal de salud que den un diagnóstico confiable por no tener una información actualizada.

No existe un sistema que realice el seguimiento para el control y posterior tratamiento de los niños con parasitosis intestinal

El desarrollo físico mental de los niños lactantes en edad preescolar se ven afectados de manera considerable.

Bajo nivel de educación e información de parte de los padres de familia.

Poco acceso a servicios de salud y saneamiento básico.

Consumo y manejo inadecuado de los alimentos.

El tratamiento que se les realiza es a destiempo y es muy lento.

Con estas consideraciones se justifica la realización de esta investigación para implementar el diseño de un sistema experto como herramienta alternativa para la prevalencia del parasitismo intestinal en niños menores de cinco años, con el cual se busca colaborar a los profesionales médicos dando un diagnóstico y sugiriendo al paciente un tratamiento adecuado para su respectiva recuperación.

N°	CAUSA	EFEECTO
1	La falta de profesionales en el área de la parasitología en los centros de salud	No existe un sistema que realice el seguimiento para control y posterior tratamiento de la parasitosis intestinal.
2	No se cubre con los requerimientos necesarios a los niños en sus primeros años de vida, donde más necesita	El desarrollo físico y mental de los niños lactantes, en edad preescolar se ven afectados de manera considerable.
3	Bajo nivel de educación e información de parte de los padres de familia.	Hace que la gente no tome interés sobre el gran peligro que puede causar la parasitosis intestinal.
4	Poca acceso a servicios de salud y saneamiento básico	Contribuye a que aparezcan enfermedades como la diarrea, tuberculosis y otras infecciones que derivan en la desnutrición.
5	Consumo inadecuado de los diferentes alimentos	Con la mala ingesta de alimentos podemos adquirir diversos tipos de parásitos.

TABLA 1.1 RELACIÓN CAUSA EFECTO

FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]

1.3.1 Problema Central

¿De qué manera será posible diagnosticar y tratar el parasitismo intestinal en niños menores a 5 años y así ayudar al experto humano?

1.3 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema experto para el diagnóstico y posterior tratamiento del parasitismo intestinal a niños menores a cinco años.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una base de conocimiento que permita hacer una descripción sobre la experiencia y conocimiento del experto humano mediante reglas de producción.
- Formalizar el conocimiento del experto utilizando lógica de predicados.
- Construir un motor de inferencia que presente resultados en lenguaje claro adecuado al médico.

- Desarrollar una interfaz de usuario que permita tanto la captura como la visualización de los datos resultantes.
- Evaluar el modelo en base a una comparación con el diagnóstico realizado por el experto humano sobre casos existentes.

1.4 HIPOTESIS

Considerando el problema principal del actual trabajo de investigación se plantea la siguiente hipótesis:

“El Sistema Experto de Parasitosis Intestinal en Niños Menores a Cinco Años Basada en Lógica Difusa permite diagnosticar la enfermedad con una confiabilidad del 90%”.

1.5.1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Una vez planteado el problema se puede identificar las siguientes variables que se muestran a continuación:

Variable Dependiente: El diagnóstico de la enfermedad con una confiabilidad del 90%.

Variable Independiente: El sistema experto

Variable Interviniente: La lógica difusa

1.5 JUSTIFICACION

1.6.1 Justificación Económica

La implantación de un sistema experto es posible, el beneficio económico que proporcionaría contar con un sistema experto que realice el diagnóstico y el tratamiento de parasitosis intestinal en los niños será favorable de gran manera. El sistema experto como herramienta de apoyo para el área de la parasitología puede reducir varios gastos como las consultas médicas y de laboratorio.

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

1.6.2 Justificación Social

En los centros de salud a los que mayor parte de la población acude especialmente la gente de escasos recursos, no cuenta con un especialista en el área de nutrición. Con el presente trabajo se beneficiaran los pacientes que presentan parasitismo intestinal puesto que podrán consultar con el sistema experto con la ayuda de un médico, que podrá establecer el tratamiento a seguir.

La población necesita de instrumentos o sistemas que puedan llevar a cabo un control de salud, más aun si se presentan riesgos de padecer enfermedades o en el peor de los casos si ya se manifiesta la enfermedad. La salud es lo más importante, y precisamente el sistema contribuirá a la población en general y a la salud pública con la disminución de casos del parasitismo intestinal.

1.6.3 Justificación científica

Este trabajo representa el estudio en el área de parasitología, contribuyendo así al avance de la Informática en la medicina.

En el área de medicina el sistema contribuirá a una nueva forma de diagnóstico, donde los usuarios sean o no especialistas, tendrán un instrumento de consulta para obtener un diagnóstico más preciso. El modelo del sistema será una guía para la construcción de sistemas informáticos de diagnóstico.

Esta investigación proporcionará un gran avance para la detección y prevención del parasitismo intestinal en niños menores a cinco años utilizando la tecnología informática, además de contener un respaldo teórico que servirá para futuras investigaciones en el área de sistemas expertos de diagnóstico de enfermedades.

1.6 LIMITES Y ALCANCES

El tema de la parasitosis es muy amplio, estos se presentan en adolescentes, mujeres, adultos. La presente tesis se limita a considerar a la población infantil comprendida desde los cero a cinco años ya que en esta edad hay más frecuencia de parásitos.

Del área de la informática se aplicarán los conocimientos relacionados a los sistemas expertos, que son programas capaces de resolver problemas en un área determinada del conocimiento y que requiere de la inteligencia de un experto humano, pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero, conservar sus valiosos conocimientos y difundirlos más fácilmente.

Los alcances del presente trabajo comprenden, el diagnóstico que se realizara a un paciente de acuerdo a los síntomas que este presenta.

El presente trabajo abarca el desarrollo de un SE de diagnóstico y tratamiento que será de gran apoyo para los profesionales que trabajen en el área de salud.

Conservar los conocimientos de fácil difusión pero que de ninguna manera reemplazan al experto humano, como también de la lógica difusa, que son una representación de los conocimientos y del razonamiento que permite representar una función de pertenencia a determinado estado.

El diagnóstico se realiza evaluando los síntomas que presente el paciente a través de una base de conocimiento que se obtendrá del experto especialista.

El SE será realizado con lógica difusa obteniendo un diagnóstico que ayude al paciente a saber que parásito presenta y que además podrán consultar que tratamiento tendrá que seguir.

Brindar una herramienta más completa a los médicos para mejorar proyecciones de tratamiento de parasitosis intestinal en los niños.

Se pretende que este sistema experto mejore las condiciones socio-económicas en el departamento y a nivel nacional y coadyuvar a la toma de decisiones para campañas de prevención.

1.8 APORTES

Se beneficiará a la población que viven en zonas alejadas donde no hay un saneamiento básico y así puedan tener un diagnóstico adecuado y aproximado al 90 % de los problemas de salud que afectan a los niños con parasitosis intestinal.

Como aporte la propuesta está enfocada a conseguir ser una herramienta de apoyo para los trabajadores en salud, dándole mejor control de diagnósticos y tratamientos de los niños.

El software aporta con el diagnóstico y tratamientos de parasitosis intestinal en niños menores a cinco años y contribuye como un diagnóstico de respaldo para la seguridad tanto del personal en salud como del paciente además de un tratamiento sugerido que puede ser de mucha utilidad.

1.9 METODOLOGÍA

La investigación científica es muy importante para poder resolver los problemas en el área de la salud aplicando diferentes principios y conceptos filosóficos que clasifican la teoría de la práctica.

El método científico es una serie ordenada de procedimientos de que hace uso la investigación científica para observar la extensión de nuestros conocimientos, podemos concebir el método científico como una estructura, un armazón formado por reglas y principios coherentemente concatenados, para poder resolver los problemas en el área de la salud aplicando diferentes principios y conceptos filosóficos que clasifican la teoría de la práctica.

Para la elaboración del trabajo presente se empleará el Método Científico, que tiene los siguientes pasos:

- Observación, que consiste en el estudio de un fenómeno que se produce en sus condiciones naturales que debe ser cuidadosa, porque han de servir como base de partida para la solución.

- Planteamiento del problema, esto se lo realiza de a partir de la observación y surgen hipótesis de ¿Cómo?, ¿En qué consiste?, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, vamos planteando que el problema consiste exactamente en transformar la observación hecha pregunta.
- Hipótesis, Una hipótesis confirmada se puede transformar en una ley científica, que establezca una relación entre dos o más variables. Las hipótesis no deben ser tomadas nunca como verdaderas, debido a que un mismo hecho observado puede explicarse mediante numerosas hipótesis. El objeto de una buena hipótesis consiste solamente en darnos una explicación para estimularnos a hacer más experimentos y observaciones de las cuales deducimos hipótesis que se pueden volver leyes.
- Experimentación, que se refiere al estudio de un fenómeno, en las condiciones particulares de estudio que interesan, describe el tipo de experiencia que se utilizará para poner a prueba la hipótesis y poder así aceptarla o rechazarla. En otras palabras, describe la forma en la que se manipularán las variables incluidas en la hipótesis, el diseño del experimento se divide en materiales y en método. Ambos deben ser cuidadosamente descritos, ya sea en conjunto o por separado. Una característica muy importante del diseño experimental es que la o las experiencias a desarrollar deben ser reproducibles, es decir, deber ser posibles de repetir por cualquier investigador.
- Resultados, son la parte gráfica del experimento, en esta etapa se dan a conocer los datos obtenidos en la o las experiencias realizadas en la etapa anterior. Los datos obtenidos como resultado deben expresarse de forma clara y entendible. Para ello, frecuentemente se recurre a las tablas, los gráficos, los esquemas, los mapas conceptuales, que permitan encontrar relaciones entre ellos que confirmen o no las hipótesis emitidas.

En la metodología de Buchanan en la adquisición de conocimiento el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto.

Se destacan seis etapas fundamentales.

1) Identificación.

Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento.

Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos.

Se identifican los objetivos o metas.

2) Conceptualización.

Se analizarán los conceptos vertidos por el Experto de Campo

Los mismos serán tomados en cuenta con sumo interés, pues el Experto de Campo es quién conoce en detalle los fundamentos particulares del tema a investigar.

3) Formalización.

Se identifican los conceptos relevantes e importantes.

El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos subproblemas es una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.

4) Implementación.

Se formaliza el conocimiento obtenido del Experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.

5) Testeo.

Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose la performance del sistema.

6) Revisión del prototipo.

Se reformulan los conceptos.

Se rediseña y refina el prototipo.

La característica más importante de esta metodología es la constante relación ente el Ingeniero de Conocimiento y el Experto de Campo



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

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

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

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

- Científico. Se refiere al estudio inteligente del comportamiento, llegando a ser su fin lograr una teoría de la inteligencia que explique la conducta que se produce en seres naturales inteligentes que puede ser un apoyo en la creación de entes artificiales capaces de alcanzar un proceder que sea inteligente y capaz. Lleguemos a comprender y analizar la inteligencia humana para poder imitarla.
- Ingeniería. Se ocupa de los conceptos, la teoría y la parte práctica de cómo construir maquinas inteligentes; es decir, maquinas que resuelvan problemas

coextensivos con los que, al resolverlos los seres humanos, estos sean tomados por inteligentes.

2.2 SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos son una rama más de la inteligencia artificial, se diría que es la aplicación más extensa de la Inteligencia Artificial, en las últimas décadas viene cobrando un notable interés por su gran aplicabilidad en diversas áreas de la ciencia y la tecnología.

Los sistemas expertos se pueden considerar como el primer producto verdaderamente operacional de la inteligencia artificial. Son programas de ordenador diseñado para actuar como un especialista humano en un dominio particular o área de conocimiento.

En este sentido, se puede considerar como intermediarios entre el experto humano, que transmite su conocimiento al sistema y el usuario que lo utiliza para resolver un problema con la eficacia del especialista.

El sistema experto utilizará para ello el conocimiento que tenga almacenado y algunos especialistas y utilizará para ello el conocimiento que tenga almacenado y algunos métodos de inferencia (Silva, 2011)

Es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema.

Como tal, un sistema experto debería ser capaz de procesar y memorizar información, aprender razonar en situaciones deterministas e inciertas, comunicar con los hombres y/o otros sistemas expertos relacionados a misma área, tomar decisiones apropiadas y explicar porque sean tomadas tales decisiones.

2.2.1 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

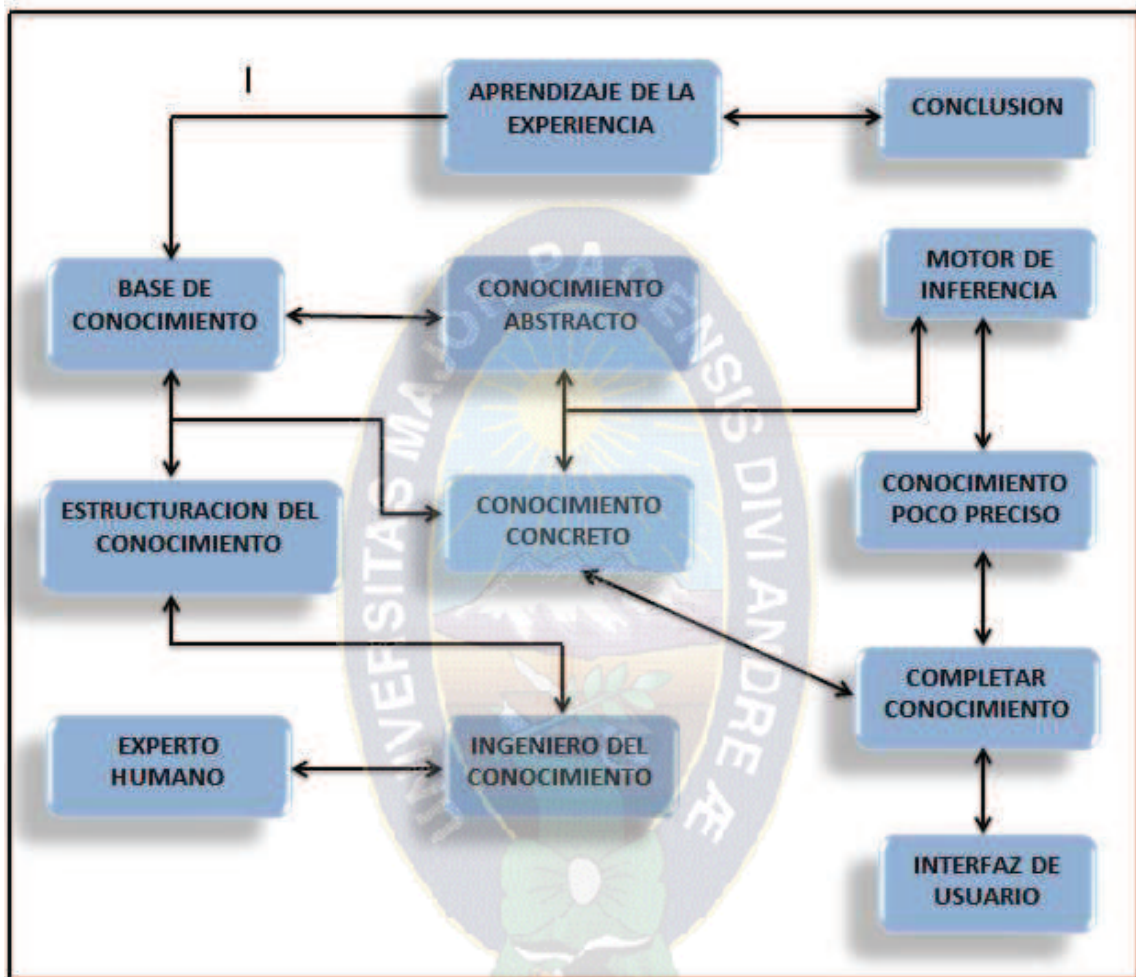


FIGURA 2.1 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

FUENTE. [Velásquez, 2010]

La estructura básica de un sistema basado en conocimiento está conformado por:

Base de conocimientos (BC). Puede definirse como la unión de un conjunto de aserciones y el conjunto de reglas, la BC contiene el conocimiento que el SE maneja, es una formulación simbólica automáticamente manipulable del área del conocimiento sobre el

cual el sistema experto. La función de la BC es suministrar al motor de inferencia información sobre la naturaleza del problema a manejar.

Base de datos (BD). Está formada por distintos datos sobre el problema en particular que el SE está intentando resolver, su función es suministrar información al motor de inferencia.

Memoria de trabajo o Base de Hechos (MT). Es una base de datos temporal, en la cual el motor de inferencia deja información deducida a partir de : BC, BD y MT.

Motor de inferencia (MI). Activa las reglas en función de la información contenida en la BD y la MT y la nueva inferencia es puesto en la Mt. También se encarga de proporcionar el Trazador de Explicaciones, las reglas que motivaron una determinada consulta al usuario.

Trazados de Consultas (TC). Organiza y presenta en una forma semántica y sintácticamente aceptable para el usuario, los requerimientos de información del sistema, las respuestas suministradas al usuario serán almacenadas en la MT.

Trazador de Explicaciones (TE). Interpreta requerimientos del usuario sobre el porqué de determinadas preguntas por parte del sistema, trazando la justificación de las mismas, esta traza se realiza utilizando información que le suministra el MI.

2.3 CARACTERISTICAS DE UN EXPERTO HUMANO Y UN SISTEMA EXPERTO

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

- Cuando es escaso los expertos humanos en una determinada materia.

- En situaciones complejas donde la “subjetividad humana” puede llevar a conclusiones erróneas.
- Cuando son muy altos los números de datos a considerarse para obtener una conclusión.
- Algunas veces no se encuentran disponibles, ya que los expertos humanos tienen vacaciones, se jubilan, están ocupados y por ser seres humanos tienden a morir.
- Por lo general son altos en los precios, por lo que no existen muchos.
- El experto humano adquiere su conocimiento de forma práctica y en algunos casos es difícil transmitir a otras personas, llegando a ser irremplazables en algunos casos.

Sistemas Convencionales	Sistemas Expertos	Experto Humano
* Representa y usa datos	* Conocimiento adquirido	* Área múltiple
* Algorítmico	* Área única	* Explicación a veces
* Proceso repetitivo	* Explicación siempre	* Capacidad evaluable
* No examina	* Capacidad limitada	* Vida finita
* No explica	* Vida infinita	* Alto desempeño
* Naturaleza y cantidad de información	* Tipo de dato simbólica y resolución heurística	* Conocimiento = adquirido + innato

FIGURA 2.2 COMPARACIONES ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO

FUENTE [VELASQUEZ, 2010]

2.3.1. EL EXPERTO HUMANO

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

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

2.3.2. INGENIERÍA DE CONOCIMIENTO

El ingeniero de conocimiento debe ser capaz de estructurar y definir inicialmente la base de conocimiento utilizado solo una iteración mínima con el experto.

El conocimiento recolectado por el ingeniero de conocimiento debe ser lo más preciso y completo posible.

2.3.3. ESTRUCTURA DEL CONOCIMIENTO

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

2.3.4. CONOCIMIENTO ABSTRACTO

El conocimiento abstracto se encarga de albergar los datos propios que corresponden a los problemas que se desea tratar.

Con la ayuda del sistema, la cual es una especie de memoria de trabajo.

La base de hechos puede desempeñar el papel de memoria auxiliar.

La memoria de trabajo memoriza todos los resultados intermedios de los diferentes procesos que se llevan a cabo permitiendo conservar el rastro de los razonamientos llevados a cabo.

La base de hechos representada en una base de datos y su información está directamente enlazada con la base de conocimiento.

2.3.5. BASE DE CONOCIMIENTO

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

Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular.

Por ejemplo en el diagnóstico de los mecánicos, fallas mecánicas y las relaciones entre ellos, forman parte del conocimiento, mientras las fallas mecánicas frecuentes del equipo forman parte de los datos.

2.3.6. MOTOR DE INFERENCIA

Al motor de inferencia se lo considera como el programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el Sistema Experto. Utilizando los datos que le suministran, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución. La estrategia de control puede ser de encadenamiento progresivo o encadenamiento regresivo.

2.3.6.1. MECANISMO DE RAZONAMIENTO

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

2.3.6.2. REGLAS DE INFERENCIA

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

Existen dos formas básicas de evaluación de reglas:

- a) Encadenamiento hacia adelante.**
- b) Encadenamiento hacia atrás.**

a) Encadenamiento hacia adelante.

En el Encadenamiento hacia adelante o progresivo se comienza con los hechos disponibles en la base de datos, y se buscan reglas que satisfagan esos datos, es decir, reglas que verifiquen la parte SI. Normalmente, el sistema sigue los siguientes pasos que se detallan a continuación:

Evaluar todas las condiciones de todas las reglas respecto a la base de datos identificando el conjunto de reglas que se pueden aplicar (aquellas que satisfacen su parte de condición)

Si no se puede aplicar ninguna regla, se termina sin éxito; en caso contrario se elige cualquiera de las reglas aplicables y se ejecuta su parte de acción (este último va ir generando nuevos hechos que se añaden posteriormente a la base de datos).

Si posteriormente realizado el trabajo llegamos al objetivo que se esperaba, llegamos a la solución del problema; en un caso contrario, tenemos la opción del volver al primer paso.

A este enfoque también se lo llamará también guiado por datos porque es el estado de la base de datos el que identifica las reglas que se pueden aplicar.

Cuando se utiliza este método, el usuario comenzará introduciendo datos del problema en la base de datos del sistema.

b) Encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia atrás o regresivo también se lo llama guiado por objetivos, ya que es el sistema quién comenzará por el objetivo (parte acción de las reglas) y opera retrocediendo para ver como se deduce ese objetivo partiendo de los datos.

Esto se produce directamente o a través de conclusiones intermedias o también llamados sub-objetivos.

Lo que se intenta es probar una hipótesis a partir de los hechos contenidos en la base de datos y de los obtenidos en el proceso de inferencia.

En una gran mayoría de los sistemas expertos se utiliza el encadenamiento regresivo. Este enfoque cuenta con la ventaja de que el sistema va a considerarse únicamente las reglas que interesas al problema en cuestión.

El usuario comenzará declarando una expresión E y el objetivo del sistema será establecer la verdad de esa expresión. Para ello se pueden seguir los siguientes pasos:

Obtener las reglas relevantes, buscando la expresión E en la parte acción (estas serán las que puedan establecer la verdad de E).

Si no se encuentran reglas para aplicar, entonces no se tienen datos suficientes para resolver el problema; se termina sin éxito o se piden al usuario más datos. Si hay reglas para aplicar, se elige una y se verifica su parte de condición C con respecto a la base de datos.

Si C es verdadera en la base de datos, se establece la veracidad de la expresión E y se resuelve el problema.

Si C es falsa se descarta la regla en curso y se selecciona otra regla.

Si C es desconocida en la base de datos (es decir, no es verdadera ni falsa), se le considera como sub-objetivo y se vuelve al primer paso (C será ahora la expresión E).

Existen también enfoques mixtos en los que se combinan los métodos guiados por datos con los guiados por objetivos.

2.3.7. INTERFAZ DE USUARIO

Se puede decir que la interfaz de usuario es el enlace entre el Sistema Experto y el usuario.

Por ello, para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma agradable.

2.3.8. CONOCIMIENTO POCO PRECISO

Cuando tenemos el conocimiento abstracto no está definido de forma determinista o con total certeza, componentes aleatorios o información de tipo difusa.

Es necesario una base de conocimientos especial que permite almacenar este tipo de información.

2.3.9. APRENDIZAJE DE LA EXPERIENCIA

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

2.3.10. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

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

* **Sistemas Expertos basado en reglas**, se puede decir que la construcción de la base de conocimiento es en base a las reglas, lo cual en algunos casos se elabora sencillamente, la explicación de las conclusiones es simple. El motor de inferencia se realiza con algoritmos complejos. Lo que se dice que es relativamente lento, también se puede decir que el aprendizaje estructural es complejo.

* **Sistemas Expertos basado en probabilidades**, se dice que la construcción de la base de conocimiento se lo hace en base a frecuencias, lo cual requiere de mucha y variada información, la explicación de las conclusiones puede llegar a ser un poco más compleja.

Decimos que el motor de inferencia se lo realiza con algoritmos simples, el aprendizaje paramétrico es sencillo [MED, 2004].

Tenemos que emplear el conocimiento basado en reglas, porque la información que vamos a contar es de tipo determinístico.

Ya que se irá recabando datos históricos, de proyectos que fracasaron así como de lo que lograron superar los obstáculos en las etapas iniciales del desarrollo de software, de las consultoras de software.

2.4 FASES PARA DESARROLLAR UN SISTEMA EXPERTO

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

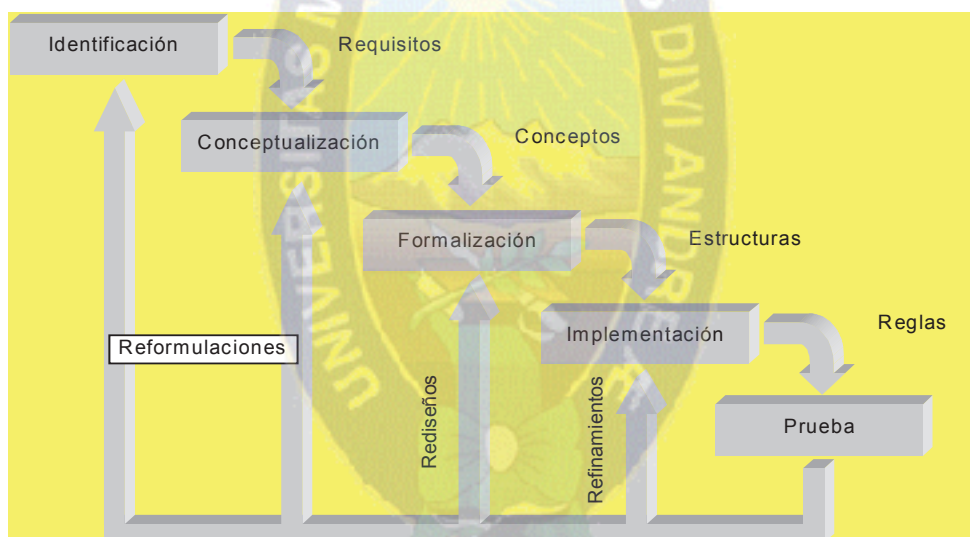


FIGURA 2.3 FASES DE LA METODOLOGIA DE BUCHANAN

FUENTE: [Moret, 2005]

2.4.1 IDENTIFICACIÓN

La identificación consiste en definir el problema y determinar los objetivos y las metas también de estimar los recursos necesarios para la realización del trabajo:

- Participante

- Colaboradores
- Materiales
- Tiempo de Realización

2.4.2 CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase el diseñador recoge la información sobre el tipo de problema que va a resolver el Sistema Experto, el método que siguen los especialistas humanos y los conceptos que aparecen en el razonamiento.

A esta tarea se la conoce como la adquisición del conocimiento, estos dependen de la mayoría si vamos a utilizar reglas o métodos probabilísticos.

2.4.3. FORMALIZACIÓN

Una vez que ya contamos con el conocimiento necesario, hay que estructurarlo de modo que pueda ser introducida en un computador.

Para ello debemos escoger un método de representación del conocimiento tales como ser: las reglas, los marcos, métodos probabilísticos.

2.4.4. IMPLEMENTACIÓN

La implementación consiste en programar sobre la computadora las funciones y procedimientos que van a realizar la inferencia y la de codificar la base de conocimiento diseñada.

En esta fase también se incluye el desarrollo de interfaz de usuario y del entorno de apoyo (Base de Datos, Gestión de Ficheros).

2.4.5. COMPROBACIÓN

En esta última fase del Sistema Experto, es poner a prueba con el fin de corregir los posibles errores e incluso podemos rediseñar la base del conocimiento o reformulación del problema.

También es habitual realizar una evaluación global del comportamiento del programa.

2.5 LOGICA DIFUSA

El concepto de Lógica Difusa fue concebido por Lofti A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkele, quién inconforme con los conjuntos clásicos que solo permiten dos opciones, la pertenencia o no de un elemento a dicho conjunto.

La presento como una forma de procesar información permitiendo pertenencias parciales a unos conjuntos, que en contraposición a los clásicos los denomino Conjuntos Difusos (fuzzy sets).

El concepto de Conjunto Difuso fue expuesto por Zadeh el año 1965, hoy clásico en la literatura de la Lógica Difusa.

El año 1971 publica su artículo, “Quantitative Fuzzy Semantics”, en donde introduce los elementos formales que acabarían componiendo el cuerpo de la doctrina de la Lógica Difusa y sus aplicaciones tal como se conocen en la actualidad. Zadeh dice:

“la Lógica Difusa trata de copiar la forma en que los humanos toman decisiones”

No siendo decisiones que solamente expresen la verdad o la falsedad en la respuesta [López, 2009].

La Lógica Difusa es una técnica de la inteligencia computacional que nos permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se nota la diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que nos permite dar los valores intermedios para así poder definir las evaluaciones entre si/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frío, etc. [Rodríguez, 2005].

2.5.1. INTRODUCCIÓN A LA LOGICA DIFUSA

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

Este tipo de lógica, es la lógica que utiliza expresiones que no son totalmente ciertas ni totalmente falsas, es decir, es una lógica aplicada a conceptos que pueden tomar un valor indeterminado de veracidad dentro de un conjunto de valores cuyos extremos son la verdad absoluta o la falsedad absoluta. Por así decirlo es una lógica que expresa la falta de definición del objeto al que se aplica.

Si queremos dar una definición mucho más específica podemos definir a este tipo de lógica como una técnica de la inteligencia computacional que ayuda o permite trabajar con información que es imprecisa y no está bien definida.

Pertenece a la lógica multivaluada pero la lógica borrosa se diferencia de ésta en que nos permite introducir valores intermedios entre la afirmación completa o la negación absoluta.

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

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

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

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

2.5.2. CONJUNTOS DIFUSOS

Los conjuntos difusos pueden ser considerados como una generalización de los conjuntos clásicos, la teoría clásica de conjuntos solo contempla la pertenencia o no pertenencia de un elemento a un conjunto, pero sin embargo la teoría de conjuntos difusos se contempla la pertenencia parcial de un elemento a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto difuso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Este grado de pertenencia se define mediante la función característica asociada al conjunto difuso, que es cada valor que pueda tomar un elemento o variable x , es decir, la función característica o de pertenencia denotada por: $\mu_A(x)$ que proporciona el grado de pertenencia de este valor de x al conjunto difuso [Vargas, 2009].

Formalmente en un conjunto difuso en el universo de discurso (serán todos los valores que pueden ser tomados por un atributo) U se caracteriza por una función de pertenencia o característica $\mu_A(x)$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$ y puede

representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento x y su valor de pertenencia al conjunto [Choque, 2005].

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

2.5.3. FUNCIÓN DE PERTENENCIA

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

2.5.4. VARIABLES LINGÜÍSTICAS

En la vida cotidiana se van utilizando palabras para ir describiendo las variables, por ejemplo cuando se dice “hoy hace mucho calor” es equivalente a decir que la temperatura actual es muy alta, se utiliza la palabra alta, para describir la temperatura actual, es decir, la variable temperatura va a tomar actualmente la palabra alta como su valor.

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

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

2.5.5. INFERENCIA DIFUSA

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

“Si u es A entonces v es B”

Donde A y B son conjuntos difusos definidos en los rangos de u y v respectivamente. Una regla expresa un tipo de relación entre los conjuntos A y B cuya función característica sería $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ y representa lo que conocemos como implicación lógica.

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

2.5.5.1. REGLAS DIFUSAS

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

Regla m: Si u_1 es A_1^m y u_2 es A_2^m y u_p es A_p^m

Entonces v es u_1 es B^m

Con $m = 1, 2, 3, \dots, M$

Donde A_1^m y B^m son conjuntos difusos, $u_1 \in U$ y $v \in V$

Se puede decir que hay dos caminos para obtener el conjunto de reglas correspondiente a un conjunto de datos numéricos: dejar que los datos establezcan los conjuntos difusos que aparecen en los antecedentes y los consecuentes; predefinir los

conjuntos difusos para antecedentes u consecuentes para luego asociar los datos a esos conjuntos.

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

Así, para cada consecuente, el número teórico de reglas posibles será:

$$P_t = \prod_n A_n \quad \text{para } n=1 \dots p;$$

Sin embargo entre P_t reglas teóricamente posibles para cada consecuente, habrá algunas que no tengan sentido físico y otras que no se ajusten a las características del problema a resolver.

Se deberá pues seleccionar, de entre todas las reglas posibles, el conjunto de reglas más adecuadas al problema que se considera [Vargas, 2009].

2.5.5.2 CANTIDAD DE REGLAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Para saber si la cantidad de reglas que contiene un sistema experto es la adecuada se debe utilizar la ecuación del rango de datos:

$$D = Y / P$$

Dónde:

- **Y:** Cantidad de conceptos o aserciones diferentes involucradas en las reglas de la base de conocimiento.
- **P:** Cantidad de reglas.

- **D:** Factor de dispersión.

Analizando el factor de dispersión, podemos decir que si D es muy cercano a cero significa que las reglas contienen mucho conocimiento sobre los conceptos involucrados y si D está muy lejos de cero significa que las reglas contienen poco conocimiento sobre los conceptos involucrados [Martínez, 2009].

Cuando el factor de dispersión es algo chico tiene un mejor comportamiento que aquellos cuyo factor de dispersión sea más grande. Esto se puede ver en el hecho de que los Sistemas Expertos con rango de datos igual a veinte tiene un porcentaje de éxito mucho más elevado que el de los Sistemas Expertos con rango de datos igual de cuarenta.

Tomando en cuenta el factor de dispersión se puede ir formulando la siguiente ley empírica:

“A menor factor de dispersión, se hace mayor la probabilidad de éxito del sistema experto” [Martínez, 2009].

2.5.5.3 IMPLICACIÓN DIFUSA

Al igual que para describir las nociones básicas de la teoría de conjuntos difusos podemos establecer un paralelismo con las de la teoría clásica de conjuntos, también los fundamentos de la teoría de la Lógica Difusa parten y toman los conceptos fundamentales de la lógica clásica.

En términos de la teoría de la lógica difusa la proposición “si u es A entonces v es B ” donde $u \in U$ y $v \in V$. tiene asociada una función característica $\mu_{A \rightarrow B}(x, y)$ que toma los valores en el intervalo $[0,1]$.

Es decir, cada una de las reglas o proposiciones **if – then** es a su vez un conjunto difuso con su función característica que mide el grado de verdad de la relación de implicación entre x e y.

En la Lógica Difusa se extiende a lo que se llama **Modus Ponens** generalizado y que puede resumirse de la siguiente manera:

Premisa 1: “u es A”

Premisa 2: “Si u es A entonces v es B”

Consecuencia: “v es B”

En donde se considera que el conjunto difuso A no tiene por qué ser necesariamente el mismo que el conjunto difuso. A del antecedente de la regla y el conjunto difuso B tampoco tiene porque ser que el conjunto difuso B que aparece en el consecuente de la regla [Vargas, 2009].

2.6 PARASITOSIS INTESTINAL

2.6.1 INTRODUCCIÓN

Las parasitosis intestinales son una patología muy frecuente en las consultas de Atención Primaria. El parasitismo que es principalmente el resultado de las interrelaciones entre dos seres vivos, uno de ellos denominado parásito y el otro huésped, hospedero o mesonero, también es influido por las interacciones de los seres vivos antes mencionados y el medio ambiente, interacciones que constituyen la ecología del parasitismo.

2.6.2 DEFINICION

Las parasitosis intestinales son infecciones intestinales que pueden producirse por la ingestión de quistes de protozoos, huevos o larvas de gusanos o por la penetración de larvas por vía transcutánea desde el suelo. Cada uno de ellos va a realizar un recorrido específico en el huésped y afectará a uno o varios órganos, con lo que las podemos clasificar según el tipo de parásito y la afectación que provoquen en los distintos órganos y sistemas. Sólo nos vamos a referir a los que infestan niños con mayor frecuencia y que tienen una repercusión directa en el aparato digestivo.

2.6.3 CLASIFICACION CLINICA DE LA PARASITOSIS

Hay diversas clasificaciones clínicas de los parásitos, de acuerdo a la morfología de los parásitos, grado de parasitismo, localización topografía o su ubicación en sistemas u órganos.

2.6.3.1 SEGÚN LA MORFOLOGIA DEL PARASITO

- Protozoos
- Helmintos
- Artrópodos

2.6.3.2 SEGÚN SU GRADO DE PARASITISMO

- Parasitosis temporarias o facultativas.
- Parasitosis permanente u obligatorias

2.6.3.3 SEGÚN LA TOPOGRAFIA

- Ectoparasitosis
- Endoparasitosis

2.6.3.4 SEGÚN SU LOCALIZACION EN EL SISTEMA U ORGANO

- Enteroparasitos
- Histoparasitos
- Hemoparasitos
- Ectoparasitos

2.6.4 TIPO DE HUESPED

Existen distintos huéspedes:

- Huésped definitivo, que alberga la etapa sexual o en su forma larvaria en su desarrollo.
- Huésped reservorio, es un huésped distinto al del huésped definitivo, puede ser: el hombre, animal, planta o materia inanimada, donde vive, se multiplica y ser fuente de infección para un huésped susceptible. El hombre se constituye como huésped accidental de algunos parásitos de animales.



FIGURA 2.4 CICLO DE VIDA
FUENTE [Botero, Restrepo, 2012]

2.6.5 CICLO DE VIDA

El ciclo de vida se entiende a todo el proceso para llegar al huésped, desarrollarse en él y producir formas infectantes que perpetúen la especie.

Puede ser simple como la ameba y lombrices o ser compleja, donde existe uno o más huéspedes intermediarios desarrollándose en ellos antes de pasar al huésped definitivo, como.

2.6.6 MECANISMO DE INFECCION

2.6.6.1 FECALISMO

Consiste en la ingesta de materia fecal por el hospedero susceptible, donde se encuentran los huevos y los quistes de parásitos que son eliminados por el huésped infectado ejemplo: Parásitos con ciclos evolutivos con un solo huésped *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Entamoeba coli*, *Trichuris trichura*, *Hymenolepis nana*, etc.

2.6.6.2 CARNIVORISMO

En este caso los parásitos presentan ciclos complejos que incluyen a hospederos intermediarios denominados presas, que se infectan por fecalismo donde los parásitos se desarrollan y se multiplican asexualmente sus tejidos. El huésped definitivo o depredador se infecta al ingerir carne cruda y mal cocida de las presas (ciclo heteroxenico) ejemplo: *Sarcosystis hominis*, *Taenia solium*, *Taenia saginata*.

2.6.6.3 CICLO ANO-MANO-BOCA

El hombre se reinfecta por el rascado de la zona perianal, estimulado por el prurito o escozor ocasionado por la migración de parásito hembra de *Enterobius vermiculares*

contaminándose las manos y la ingesta de huevos posteriormente, los huéspedes susceptibles adquieren infección por el uso de ropas contaminadas, mal lavadas y por expandir los huevos por sacudidas de estas prendas e inhaladas por el huésped susceptible.



FIGURA 2.5 Taenia Solium
FUENTE [Botero, Restrepo, 2012]

2.6.6.4 POR PIEL

El huésped infectado elimina huevos en su última etapa de desarrollo y/o larvas rabditoides (no infectantes) que se desarrollan rápidamente a larvas filariformes (infectantes) estos traspasan la piel del hombre e inician la infección. Como ocurre con la especie *Strongiloides stercoralis*.

2.6.6.5 DISEMINACION POR LA NATURALEZA

Los suelos son contaminados por los quistes y huevos de parásitos, con la posibilidad de infectar por fecalismo, indirectamente por carnivorismo, por inhalación, por aguas contaminadas que se utilizan para consumo directo o indirecto (para riego). Su supervivencia en la naturaleza depende de factores climáticos, como la temperatura, la humedad y del terreno que incide en la prevalencia y la endémica parasitaria.

2.6.7 ACCION PATOLOGICA

Depende de factores: del parásito y del huésped.

- *Del parásito*, dependiendo de la especie, su agresividad patológica, el número y su capacidad de penetración por las mucosas.

- *Del huésped*, que proporcionará un medio óptimo de pH a temperatura éxtasis fecal y flora bacteriana para su agresión o no del parásito, también depende del estado nutricional del huésped.

2.6.8 DIAGNOSTICO

Los parásitos se los diferencia por las formas de presentación microscópica. Su determinación se hace por hallazgo de las diferentes formas parasitarias, a través de un estudio microscópico de las muestras discriminándolas como patógenos y no patógenos de acuerdo a su clínica. Se obtendrán muestras adecuadas para el caso, lo que significa el conocimiento del ciclo natural de las especies y del ciclo evolutivo. Su adecuada conservación y la técnica apropiada.

2.6.9 PROTOZOOS

Los protozoos son organismos unicelulares del reino animal, unos son de vida libre y otros son parásitos de animales y plantas. Son microscópicos y se localizan en diferentes tejidos, algunos son inofensivos, otros producen daño importantes que transforman las funciones vitales causando enfermedad y en ciertos casos la muerte del huésped.

a) Morfología.

Están constituidos por una sola célula constan de membrana, citoplasma y núcleo. La membrana varía de espesor según la especie, sus funciones principales son: delimitar al parásito con el medio, servir de protección, permitir el intercambio sustancias alimenticias y de excreción de toxinas.

El citoplasma es una masa coloidal y representa el cuerpo del organismo incluye vacuolas, organelos, el endoplasma tiene el aspecto granuloso y el ectoplasma es hialino y refringente. Algunas vacuolas son alimenticias u otras son excretoras. El núcleo tiene forma esférica u ovoide consta de una membrana, gránulos de cromatina y nucleolos.

b) Clasificación.

2.6.9.1 GIARDIASIS

a) Agente Causal: *Giardia lamblia*

b) Distribución geográfica. Cosmopolita. Predominante en niños en países pobres y desarrollados y presenta en la actualidad una prevalencia creciente.

El parásito fue descubierto por Leeuwenhoek, inventor del microscopio, quien lo observó en 1681, en sus propias materias fecales.



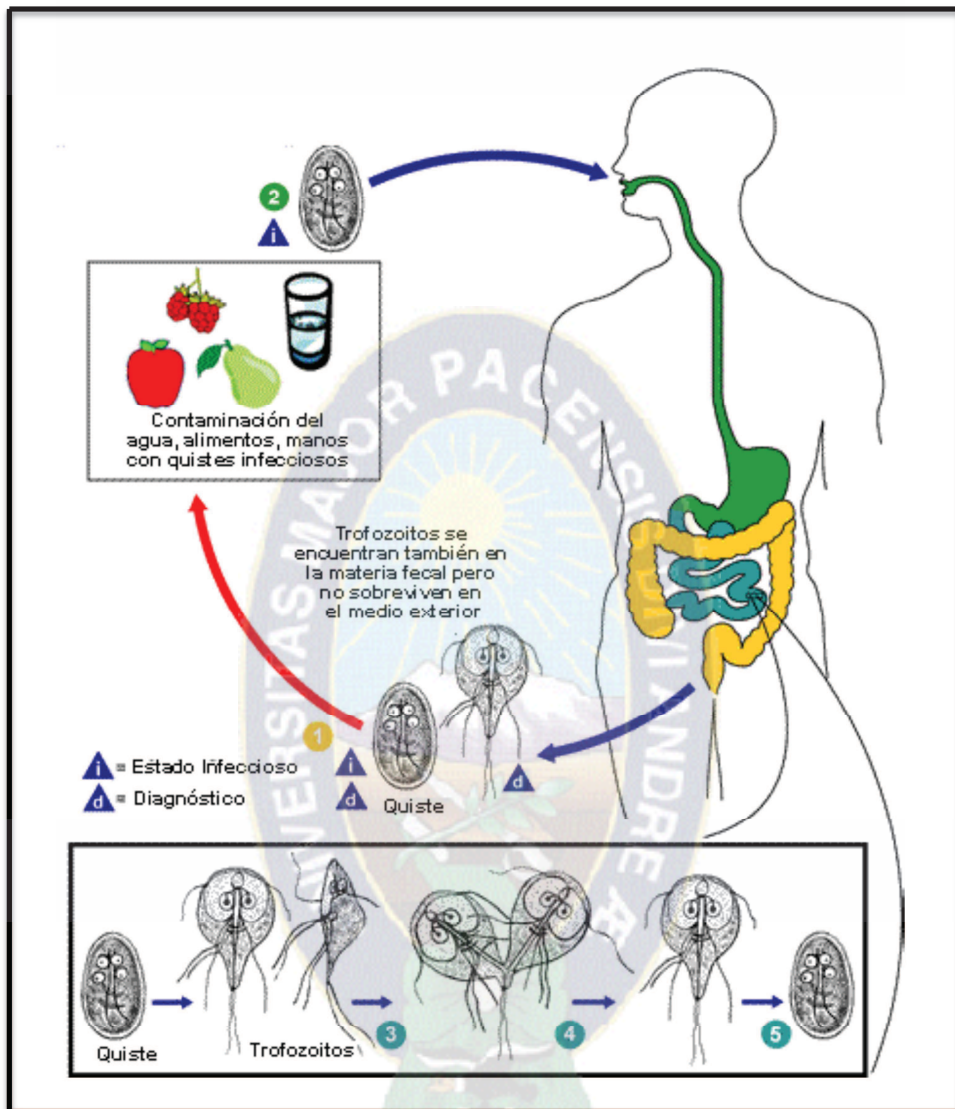


FIGURA 2.6 CICLO DE LA GIARDIASIS

FUENTE [www.Biosci.chio state,edu]

c) Fases de desarrollo.

- **Quiste**, tiene forma ovalada con doble membrana, de 2 a 4 núcleos y algunas de las estructuras descritas para el trofozoito de las cuales es notorio el axostilo. El tamaño promedio es de 10 micras de longitud.

- **Trofozoito**, tiene forma piriforme y en la parte anterior posee dos núcleos que se unen entre sí en el centro, dando la apariencia de anteojos. Mide aproximadamente 15 micras de longitud por 7 de ancho. Posee una cavidad o ventosa que ocupa la mitad anterior de su cuerpo, la cual utiliza para fijarse a la mucosa intestinal. Posee en su diámetro longitudinal y en la parte central, una barra doble de axostilo de cuyo extremo anterior emergen 4 pares de flagelos, uno anterior, dos laterales y otro posterior.

d) Mecanismo de infección.

La infección de Giardiasis es persona a persona, pero se ha comprobado que algunos animales como perros, gatos, castores y rumiantes, pueden ser reservorios de *Giardia intestinalis* y por consiguiente dan origen a infecciones en humanos, en cuyo caso esta parasitosis se puede considerar como una zoonosis.

e) Localización definitiva en el huésped.

Los trofozoítos se localizan en el intestino delgado, fijados a la mucosa, principalmente en el duodeno. Allí se multiplican por división binaria y los que caen a la luz intestinal dan origen a quistes. Estos últimos son eliminados con las materias fecales y pueden permanecer viables en el suelo húmedo o en el agua por varios meses.

f) Manifestaciones clínicas.

En todas las edades se puede encontrar casos asintomático, trastornos digestivos inespecíficos (Dolor epigástrico-Inapetencia- Flatulencia-Hábito intestinal alterado), diarrea aguda (Nauseas-Vómitos-Diarrea acuosa)(Acción mecánica), diarrea del viajero (Reacción inflamatoria), síndrome ulceroso (Pirosis y dolor epigástrico-Náuseas y vómitos) (Duodenitis), síndrome de mala absorción (Diarrea crónica-Esteatorrea- Flatulencia-

Trastornos carenciales) (Acción invasiva) (Pacientes con alteraciones inmunológicas: disgamaglobulinemias) (Atrofia vellositaria).

2.6.9.2 AMIBAS NO PATOGENAS

a) **Entamoeba coli.**

El **trofozoito** mide de 20 a 30 μ , posee endoplasmas con gránulos gruesos, vacuolas o bacterias, pero sin eritrocitos. El ectoplasma da origen a seudópodos romos que aparecen simultáneamente en varias partes de la célula y le imprimen movimiento lento, muy limitado y sin dirección definida. El núcleo presenta un cariosoma grande y excéntrico, cromatina alrededor de la membrana nuclear dispuesta en masas grandes e irregulares. El prequiste es del tamaño similar al del trofozoito, redondeado sin las inclusiones antes mencionadas, con 1 a 2 núcleos y a veces una vacuola iodófila. El quiste redondeado o ligeramente ovoide de 15 a 30 μ , tiene más de 4 núcleos cuando está maduro, estos tienen las mismas características morfológicas descritas para el trofozoito.

Al colorearlos se puede observar en algunos quistes los cuerpos cromatoidales delgados en formas de astillas, estos son más frecuentes en los quistes inmaduros, en los cuales se puede también ver una vacuola de glucógeno que se colorea con lugol.

Los quistes se encuentran al examen coprológico con mucha mayor frecuencia que los trofozoítos.

b) **Iodamoeba butschlii.**

El **trofozoito** mide de 8 a 20 μ , los seudópodos lentamente, pueden ser romos o en forma de dedo y le imprimen un movimiento muy lento. El endoplasma contiene bacterias

y vacuolas, notoria una gran vacuola de glucógeno que toma color café con el lugol y que se observa sin coloración como un espacio más claro. El núcleo generalmente no se observa en las preparaciones en fresco, cuando se colorea presenta un variograma central rodeado de gránulos y con fibrillas hacia la membrana nuclear, en la cual no se encuentra cromatina. El quiste mide de 5 a 14 μ algunas veces de forma irregular y tiene un solo núcleo grande con cariograma excéntrico y gránulos en un solo lado, en forma de media luna. Se le observa vacuola iodófila, lo cual hace fácil la identificación.

c) Endolimax nana.

El **trofozoito** mide entre 6 y 15 micras, el endoplasma presenta vacuolas, bacterias y restos vegetales. Los pseudópodos son pequeños y aparecen simultáneamente y en forma brusca. Su desplazamiento es muy limitado. El núcleo presenta un cariograma grande, que puede verse aun en preparaciones sin colorear.

La cromatina de la membrana nuclear no existe o es muy pequeña. El quiste mide de 5 a 10 micras, puede ser redondo u ovalado y presenta, cuando está maduro, 4 núcleos que se observan como puntos brillantes.

2.6.9.3 BLASTOCYSTOSIS.

a) Agente causal. *Blastocystis hominis*.

b) Distribución geográfica.

Microorganismo de taxonomía imprecisa, muy frecuente en animales y en el hombre y con prevalencia del 2% al 40%, tanto en zonas tropicales como no tropicales.

c) Forma del parásito.

Al microscopio de luz se observan con forma esférica, de tamaño variable entre 4 a 15 micras, con una gran vacuola refractil dentro de una delgada capa de citoplasma. Tiene

uno a cuatro núcleos, mitocondrias y otras organelas, condensadas en uno o varios sitios entre la parte externa de la vacuola y la membrana del parásito. Estas formas son comunes en materias fecales y su identificación morfológica permite el diagnóstico. La división del parásito se hace de cuatro modos: endodiogonia, una forma de reproducción en la cual se forma dos células dentro de la célula madre; esporogonia; división binaria y plasmotomía.

d) Manifestaciones clínicas.

Los síntomas entericos atribuidos a este parásito son: diarrea, dolor abdominal, náuseas y retortijones. También se ha descrito anorexia, flatulencia, y en algunos casos vómito, pérdida de peso, prurito y tenesmo.

2.6.9.4 FLAGELADOS NO PATOGENOS

a) Chilomastix mesnili.

El **trofozoito** es piriforme, con la extremidad posterior aguda y curva. Mide de 10 a 15 micras de largo por 3 a 10 de ancho. Presenta un surco en forma de espiral a lo largo del cuerpo, que es visible en preparaciones en fresco, cuando el parásito está móvil. Este movimiento es de traslación y rotación. En el extremo anterior tiene una depresión equivalente al citostoma o boca.

El núcleo está en el extremo anterior y cerca de él se encuentran los quinoplastos, de donde emergen cuatro flagelos, uno de ellos más largo. Los trofozoítos salen al exterior con materias fecales blandas o líquidas. El quiste aparece sólo en las materias fecales sólidas o blandas; su tamaño es de 6 a 9 micras, su forma es generalmente redondeada o piriforme, con una pequeña prominencia, por lo cual se ha descrito como en forma de limón. Posee doble membrana gruesa y un núcleo, además de las estructuras rudimentarias del citoplasma.

El quiste es la forma infectante de este protozoo, al entrar por vía oral. La epidemiología es semejante a las amibas intestinales. Este parásito no requiere tratamiento.

2.6.10 HELMINTOS

Comúnmente llamados gusanos, son multicelulares, algunos son de vida libre otros tienen forma de vida parasitaria en animales y en plantas ambos tienen similitudes aparentes sin embargo las grandes diferencias adquiridas a través del tiempo. El parasitismo se estableció de manera progresiva encontró Halls al huésped adecuado para diferentes helmintos.

Las adaptaciones dieron origen al cambio en los agentes invasores hasta constituir especies diferentes con morfología y fisiología distinta al predecesor. Los helmintos parasitados tienen tal grado de especialización que algunos no pueden vivir sino en determinados huéspedes y en determinadas zonas geográficas del huésped. Otros no son tan específicos en elegir al huésped y el hombre adquiere al parásito del mismo hombre o puede adquirir a los animales.

a). Morfología.

Los nematelmintos son cilíndricos, su tubo digestivo es completo y son heterosexuales. Los platelmintos son planos y su tubo digestivo es rudimentario el sistema reproductor es desarrollado y en su mayoría son hermafroditas. Para la conservación de la especie tiene que producir numerosos huevos o larvas debido a las dificultades y mecanismos complicados de invadir a nuevos huéspedes.

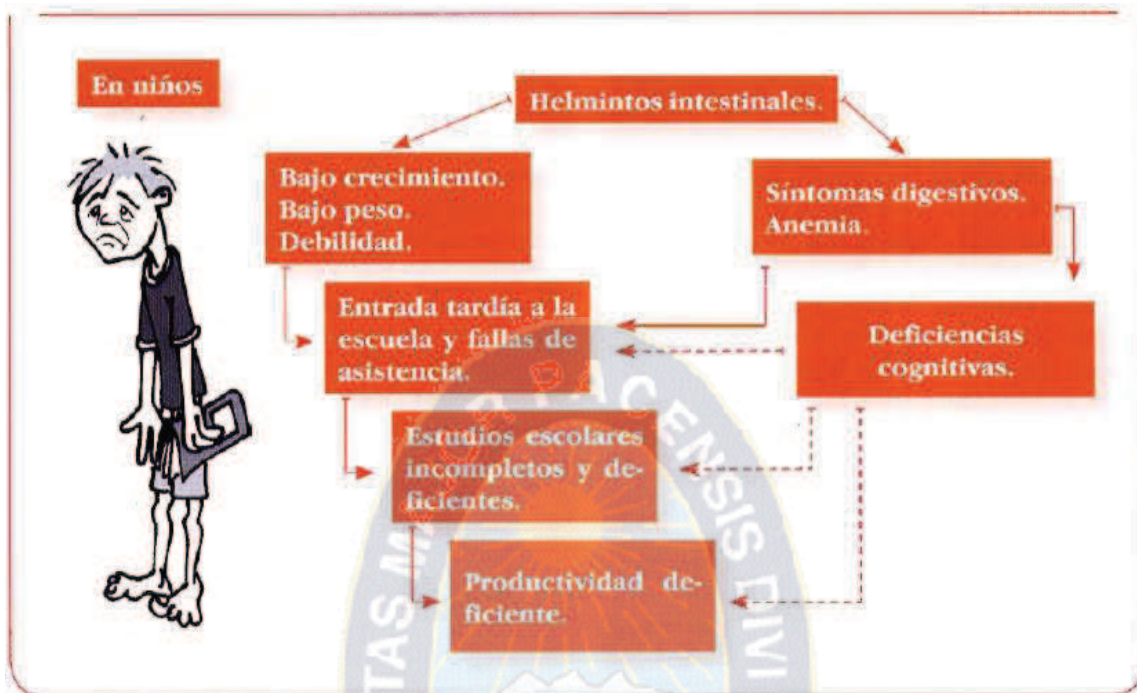


FIGURA 2.7 SINTOMATOLOGIA DE HELMINTOS

FUENTE [Botero, Restrepo, 2012]

Muchos han desarrollado órganos especiales como ganchos y ventosas para fijarse otros han formado una cutícula, la mayoría adquirieron aparato digestivo sencillo, como el sistema excretor que está formado por tubos colectores que desembocan al exterior del parásito.

Muchos helmintos, especialmente larvas poseen glándulas que secretan sustancias líticas el sistema nervioso es rudimentario es formado por cuatro troncos nerviosos mayores unidos por otros delgados que terminan en papilas. No tienen sistema circulatorio ni aparato respiratorio, lo que significa que la mayoría son anaerobios facultativos.

La cavidad donde se encuentran sus órganos existe un líquido llamado pseudocele o pseudolema.

b). Clasificación.

2.6.10.1 ASCARIASIS

a) Agente causal.- *Áscaris lumbricoides*



FIGURA 2.8 CICLO DE LA ASCARIS LUMBRICOIDES

FUENTE [Botero, Restrepo, 2012]

b) Distribución geográfica.

Cosmopolita. Es más frecuente en clima tropical, subtropical y templado. Su prevalencia se debe fundamentalmente a la contaminación fecal del suelo y a la capacidad de supervivencia de los huevos.

c) Fases de desarrollo del parásito.

Adulto. Áscaris es el nematodo de mayor tamaño que parasita al hombre; es un helminto dioico (sexos separados). El adulto es de color rosado o blanco nacarado. El macho mide de 15 a 31 cm de longitud por 2 a 4 mm de diámetro; su extremo post hacia la parte ventral. La hembra tiene una longitud que varía de 20 a 35 cm; en ocasiones mide más de 49 cm con un diámetro de 3 a 6 mm. Su porción posterior termina en forma recta.

En las infecciones recientes por *A. lumbricoides*, y antes de que los parásitos lleguen a adultos y se establezcan en el intestino delgado, las larvas tienen que pasar por los pulmones, donde producen el síndrome de Löffler, que se caracteriza por la aparición de tos, disnea, infiltrados pulmonares, fiebre y eosinofilia sanguínea.

Huevo fertilizado. Es ancho y ovoide, mide 75 micras de longitud por 50 micras en su diámetro menor, con una capa gruesa y transparente constituida por una membrana vitelina interna lipoide, una capa media trasparente y gruesa, una capa externa, albuminoide, mamelonada generalmente de color café dorado.

No fertilizado. Es alargado, mide 90 micras de longitud, tiene una capa media delgada y a menudo una capa externa albuminoide, mamelonada escasa o inexistencia. Huevo fertilizado. Es ancho y ovoide, mide 75 micras de longitud por 50 micras en su diámetro menor, con una capa gruesa y transparente constituida por una membrana vitelina interna lipoide, una capa media trasparente y gruesa, una capa externa, albuminoide, mamelonada generalmente de color café dorado.

d) Mecanismo de infección.

El hombre adquiere la ascariasis al ingerir los huevos larvados del parásito junto con alimentos contaminados, manos sucias, fómites, etc.

e) Localización definitiva en el huésped.

Los adultos de *Áscaris lumbricoides* se localizan en el intestino delgado, aunque algunas veces puede haber migraciones erráticas de parásitos adultos a lugares como el hígado, peritoneo, riñones, etc.

f) Manifestaciones clínicas.

La mayoría de personas infectadas por *Áscaris* no manifiestan sintomatología o ésta es leve, pero en los casos de ascariasis masiva se puede presentar un cuadro clínico severo. De acuerdo con el ciclo biológico, las manifestaciones clínicas son de varios tipos. Las respiratorias consisten en tos, expectoración y fiebre. Cuando la infección es intensa, el enfermo presenta un cuadro agudo con fiebre, tos espasmódica, expectoración abundante ocasionalmente hemoptísica, estertores bronquiales y signos de condensación pulmonar. A este cuadro se le conoce como síndrome de Löffler, en el que además existe eosinofilia.

Los intestinales comprenden dolor abdominal difuso, diarrea, meteorismo, náusea, vómito. En infecciones graves puede presentarse signos de suboclusión u oclusión intestinal.

Ocasionalmente, existe migración errática a vías biliares y hay dolor agudo en la zona hepática, ictericia, fiebre y vómito. Si es al hígado se presentan fiebre, dolor en hipocondrio derecho malestar general. También pueden estar afectadas el apéndice (apendicitis) y el páncreas (pancreatitis).

g) Materiales para estudio.

Materia fecal, exudado bronquial.

h) Exámenes de laboratorio.

Microscopio en fresco y centrifugación flotación (Faust) para buscar huevos; estos son cualitativos. Si se requiere investigar la magnitud de la parasitosis entonces se practican exámenes cuantitativos. Cuando salen espontáneamente, se puede realizar estudio macroscópico de ejemplares adultos. También se puede hacer estudio microscópico de exudado bronquial para buscar larvas en tránsito.

2.6.10.2 ENTEROBIASIS

a) Agente causal.- *Enterobius vermicularis*

b) Distribución geográfica.

Esta infección cosmopolita, también llamada oxiuriasis, es una helmintiasis de grupo más común en familias numerosas y en lugares donde conviven muchas personas, como internados, casas hogar, etc. Se presenta con mayor proporción en los niños que en los adultos.

La enterobiasis u oxiuriasis es una parasitosis que afecta muchas personas, sobre todo las que viven en condiciones de hacinamiento como familias promiscuas, orfanatos, cuarteles, cárceles, etc.

c) Fases de desarrollo del parásito.

- **Adultos.** Son más o menos fusiformes y los sexos están separados. El macho es de color blanquecino y mide 2 a 5 mm de longitud por 0.1 a 0.2 mm de diámetro. La parte posterior es muy afilada y constituye un tercio de la longitud total del helminto.

- **Huevos.** Son ovoides, alargados y aplanados en su cara ventral, miden de 50 a 60 micras de largo por 20 a 30 micras de ancho, poseen una envoltura formada por una capa externa albuminoidea, relativamente gruesa, hialina y una cápsula propiamente dicha, compuesta de dos capas de quitina y una membrana embrionada interna lipóide.

d) Mecanismo de infección.

El hombre adquiere la enterobiasis por la ingestión de los huevos larvados de *E. vermicularis* junto con los alimentos o por contacto con manos y fómites contaminados.

e) Localización en el huésped. Ciego.

f) Manifestaciones clínica.

Los síntomas principales se deben a irritación de la región cecal, perineal, perianal y vulvovaginal. Excepcionalmente puede haber migración errática de las hembras hacia la vulva, vagina, trompas de Falopio, ovarios y cavidad abdominal.

Los signos y síntomas más comunes consisten en prurito anal nocturno, insomnio, irritabilidad, dolor abdominal referido a la fosa iliaca derecha, disminución de apetito, sialorrea, buxismo, vómito, prurito nasal y bulbo vaginitis en las mujeres.

Cuando se detecte un caso de oxiuriasis, es importante investigar al resto de la familia o del núcleo de personas con las que convive el paciente, pues seguramente se encontrarán más casos y si no se les trata a todos, se seguirán infectando las personas.

g) Exámenes de laboratorio.

El método de elección es el raspado perianal (Graham), que se practica en tres días más o menos sucesivos.

Debe recomendarse al paciente que asista al laboratorio temprano por la mañana sin haberse bañado ni defecado. Si no se toma en cuenta esto se corre el riesgo de que se eliminen mecánicamente los huevos depositados durante la noche por la hembra y de obtener resultados falsos negativos.

2.6.10.3 HIMENOLEPIASIS

a) Agente casual.- *Hymenolepis nana*.

b) Distribución geográfica.

Aunque es cosmopolita, se le encuentra con mayor frecuencia en áreas templadas y cálidas.

En general, es más prevalente en niños, con índices de frecuencia elevados en pre-escolares y escolares debido a sus hábitos higiénicos y de juegos.

c) Fases de desarrollo.

- **Adulto.** Es un gusano plano que mide de 30 a 40 mm de longitud por 1 mm de ancho; su cuerpo está dividido en cabeza o escólex, que mide unas 300 micras, y cuatro ventosas musculares con las que se fija a la mucosa intestinal, además un róstelo retráctil con una corona de ganchos en número de 20 a 30.

- **Cisticercoide.** Es un estadio larvario en forma de vesícula que se origina de los huevos y queda localizada en las vellosidades intestinales.

- **Huevos.** Miden 30 a 45 micras, con envoltura gruesa, membranosa y translúcida, la cual mide unas siete micras de espesor. La oncosfera interna tiene dos salientes polares

que se dirigen hacia el ecuador del huevo. En el centro del embrión se encuentran tres pares de ganchos por lo que se denomina embrión hexacanto.

d) Mecanismos de infección.

Principalmente por la ingestión de los huevos de *H. nana* en alimentos contaminados, manos y fómites contaminados. En esta parasitosis hay auto infección interna.

e) Localización en el huésped.

Intestino delgado. En la infección por *H. nana*, que se adquiere al ingerir huevos de este parásito en los alimentos contaminados, es de hacer notar que una vez adquirida la infección, suele haber autoinfección interna, es decir, a partir de un solo parásito se pueden generar muchos.

f) Manifestaciones clínicas.

Los individuos parasitados por *H. nana*, cuando es por pocos parásitos, pueden estar asintomático. Asimismo, en personas adultas rara vez existen síntomas.

Los síntomas, que suelen presentarse sobre todo en niños, consisten en dolor abdominal mesogástrico, diarrea con moco, hiporexia, cefalea, mareos, náusea y vómito.

g) Materiales para estudio. Materia fecal.

h) Exámenes de laboratorio.

El diagnóstico parasitológico se establece mediante el hallazgo de huevos en materia fecal, por lo cual se deben realizar exámenes coproparasitológicos en serie de tres días sucesivos con métodos como el de Faust o de Ferreira cuantitativo.

2.6.10.4 TRICOCEFALOSIS

a) Agente causal.- *Trichuris trichiura*

b) Distribución geográfica.

Cosmopolita. Sin embargo, tiene una mayor prevalencia en zonas tropicales, subtropicales y templadas con lluvias abundantes.

c) Fases de desarrollo del parásito.

- **Adulto.** Es de color blanquecino y a veces rojo más o menos intenso, tiene muy delgados los tres quintos anteriores del cuerpo y el resto es más grueso (semeja un látigo). El macho mide 30 a 45 mm de longitud con el extremo caudal enrollado. La hembra mide 35 a 50 mm de longitud con el extremo posterior romo.

- **Huevo.** Tiene forma de barril y mide de 50 a 54 micras por 22 a 23 micras. Además de membrana vitelina, posee triple cápsula; la más externa se encuentra impregnada de bilis y presenta dos prominencias, una en cada polo, incoloras y que le confieren el aspecto característico.

d) Mecanismos de infección.

El hombre adquiere la trichuriasis ingiriendo junto con los alimentos, manos y fómites contaminados, los huevos larvados de *T. trichiura*.

En las infecciones masivas por tricocéfalos, es frecuente, además de la diarrea que se produce y sobre todo en niños, la aparición de prolapso rectal, en que se pueden observar a simple vista los parásitos enhebrados en la mucosa intestinal.

e) Localización definitiva en el huésped.

Ciego. Los adultos del parásito se localizan en el ciego.

f) Manifestaciones Clínicas.

A veces, los individuos con infección por *T. trichiura* están asintomáticos. La aparición de síntomas está condicionada por la cantidad de helmintos presente en el intestino. Las manifestaciones clínicas consisten en evacuaciones mucosanguinolentas pertinaces, pujo, tenesmo, dolor abdominal, meteorismo y prolapso rectal, sobre todo en los niños con parasitosis grave. Entre los síntomas generales destacan la palidez, disminución del apetito, astenia y alteración progresiva en el desarrollo pondoestatural.

g) Materiales para estudio. Materia fecal.

h) Exámenes de laboratorio.

Para la búsqueda de huevos de *T. trichiura* se utiliza el examen microscópico en fresco y el coproparasitoscópico por concentración-flotación (Faust); estos métodos son de tipo cualitativo.

Cuando se desee tener una idea aproximada de la cantidad de tricocéfalos presentes en el intestino, debe recurrirse a métodos cuantitativos, como los de Stoll, Kato-Katz o Kato-Miura. Ya sea que se usen métodos cualitativos o cuantitativos, deben estudiarse tres muestras de materia fecal, en días más o menos sucesivos.

Cuando se trata de niños, en ocasiones el paciente o un familiar llevan al laboratorio ejemplares adultos, los cuales hay que observar microscópicamente e identificarlos según la morfología descrita.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 INTRODUCCION

En el capítulo se presenta el diseño del sistema experto propuesto para el diagnóstico y tratamiento de parasitosis intestinal en niños menores a cinco años, se describe la metodología utilizada, la construcción en la base de conocimiento, la descripción informal y la formalización.

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

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

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

3.2 DESCRIPCION INFORMAL

Como habíamos mencionado con anterioridad, los componentes más importantes de un Sistema Experto son: la base de Conocimiento que en este caso será representada por reglas de producción, la cual está constituida por un conjunto de síntomas denominados sentencias, representándose de la siguiente manera:

SI premisa **ENTONCES** conclusión

El motor de inferencia, cuya función es la de obtener conclusiones y la lógica difusa que nuestro caso nos permitirá describir de mejor manera el rango de probabilidad que se le debe asignar a la base de conocimiento para solucionar problemas

Para describir todo este proceso es que se tomó como medio de descripción a los componentes del sistema experto, descritos gráficamente en la Figura

3.3 DESCRIPCION FORMAL DEL MODELO

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

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

$$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, \dots, S_n\}$$

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

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

$$D = \{D1, D2, D3\}$$

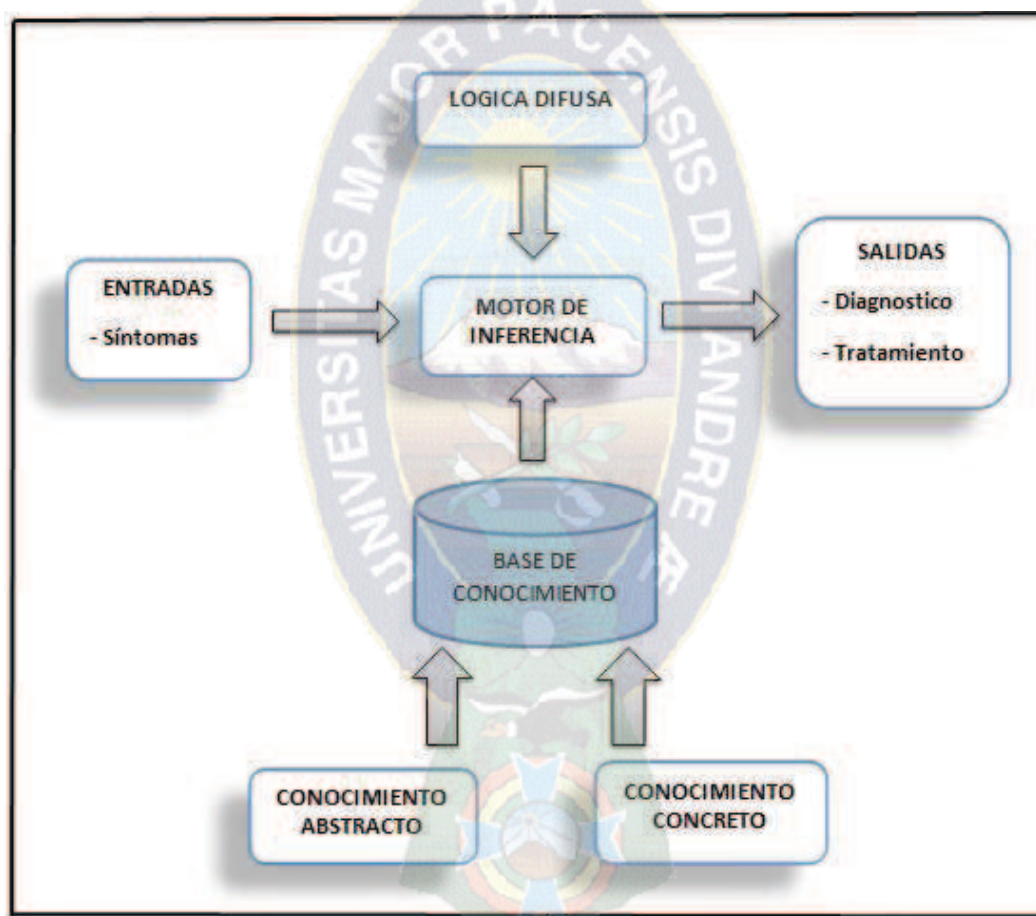
- Cada paciente niño(a) puede presentar un tipo de parasito, donde:
- $P1 = \{\text{caso1, caso2, caso3}\}$
Tenemos:
Caso1 = Parasito de Ascaris
Caso2 = Parasito de Giardiasis
Caso3 = Parasito de Oxiuriasis
- Al valor resultante de la diferencia se aplica la función de Defuzzificación, para obtener la interpretación de parasitosis intestinal
- Fuzzificación. Es un proceso para convertir datos medidos del mundo real a un valor lingüístico en el mundo de la lógica difusa, las funciones de pertenencia son definidos para las variables de entrada se aplican a sus valores actuales correspondientes, para poder determinar el grado de verdad para cada regla de la premisa.
- Defuzzificación. El resultado final del sistema lógico difuso es la determinación de un valor de salidas real, la cual se usa cuando se desea convertir la salida en un valor puntual numérico. Para realizar la defuzzificación se utiliza el método de Singleton, que consiste en calcular un promedio de los centroides de las funciones de pertenencia de los conjuntos de salida activadas.

3.4 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura de Sistema Experto (Figura 3.1), propuesta en este trabajo está basada en la arquitectura del sistema experto mencionado en el capítulo 2, cuya función es la de proporcionar un diagnóstico y tratamiento confiable de la enfermedad.

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

FIGURA 3.1 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

- **Entrada.** (conjunto de síntomas/signos), datos de entrada proporcionados por el paciente, cuyos datos se encuentran almacenados en la base de conocimiento.

- **Lógica difusa.** Medio empleado para extraer conclusiones de la base de conocimiento.
- **Base de conocimiento.** Medio para almacenar el conocimiento adquirido del experto, en forma de hechos y reglas.
- **Motor de inferencia.** Medio para obtener conclusiones.
- **Salida** (Diagnóstico y tratamiento), Resultado de la consulta realizada en funciones de los síntomas (datos de entrada), la base de conocimiento (reglas de producción) y el motor de inferencia.

3.5 BASE DE CONOCIMIENTO

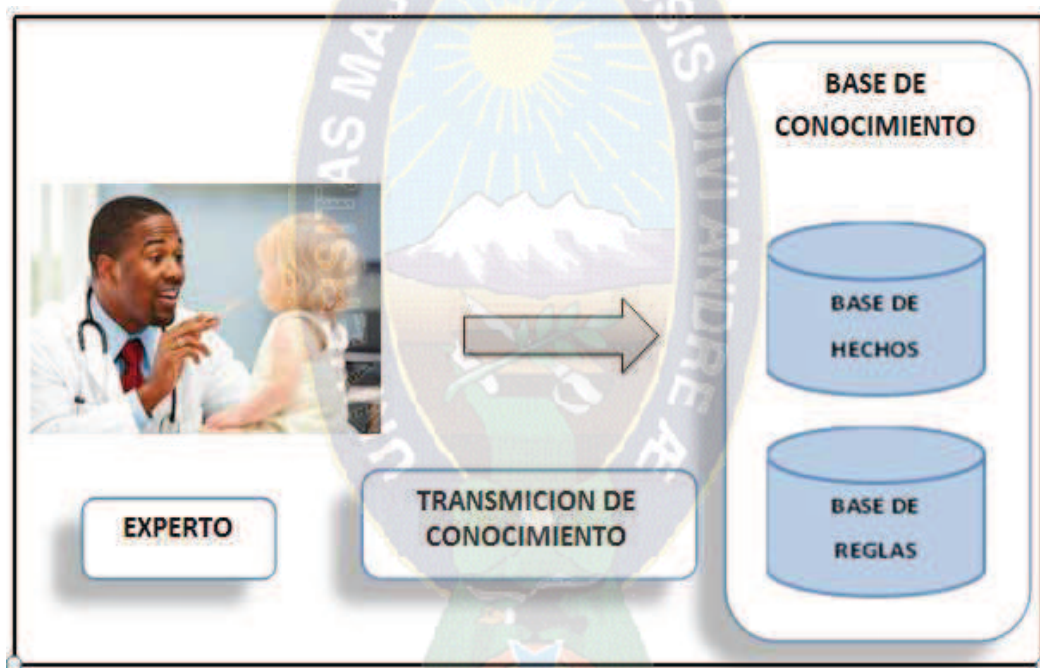
La base de conocimiento contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja.

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

- **COMPONENTES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO**

La base de conocimiento (figura 3.2), contiene todos los hechos y reglas del dominio de aplicación, para realizar un análisis de tales hecho y reglas se debe previamente contar con hechos concretos, los cuales se obtienen a través de la entrevista medica que sostienen el médico y el paciente.

FIGURA 3.2 BASE DE CONOCIMIENTO



FUENTE. [ELABORACION PROPIA]

- **BASE DE HECHOS**

Este alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea con la ayuda del modelo, la base de hechos dispone únicamente de los datos propios de cada enfermedad.

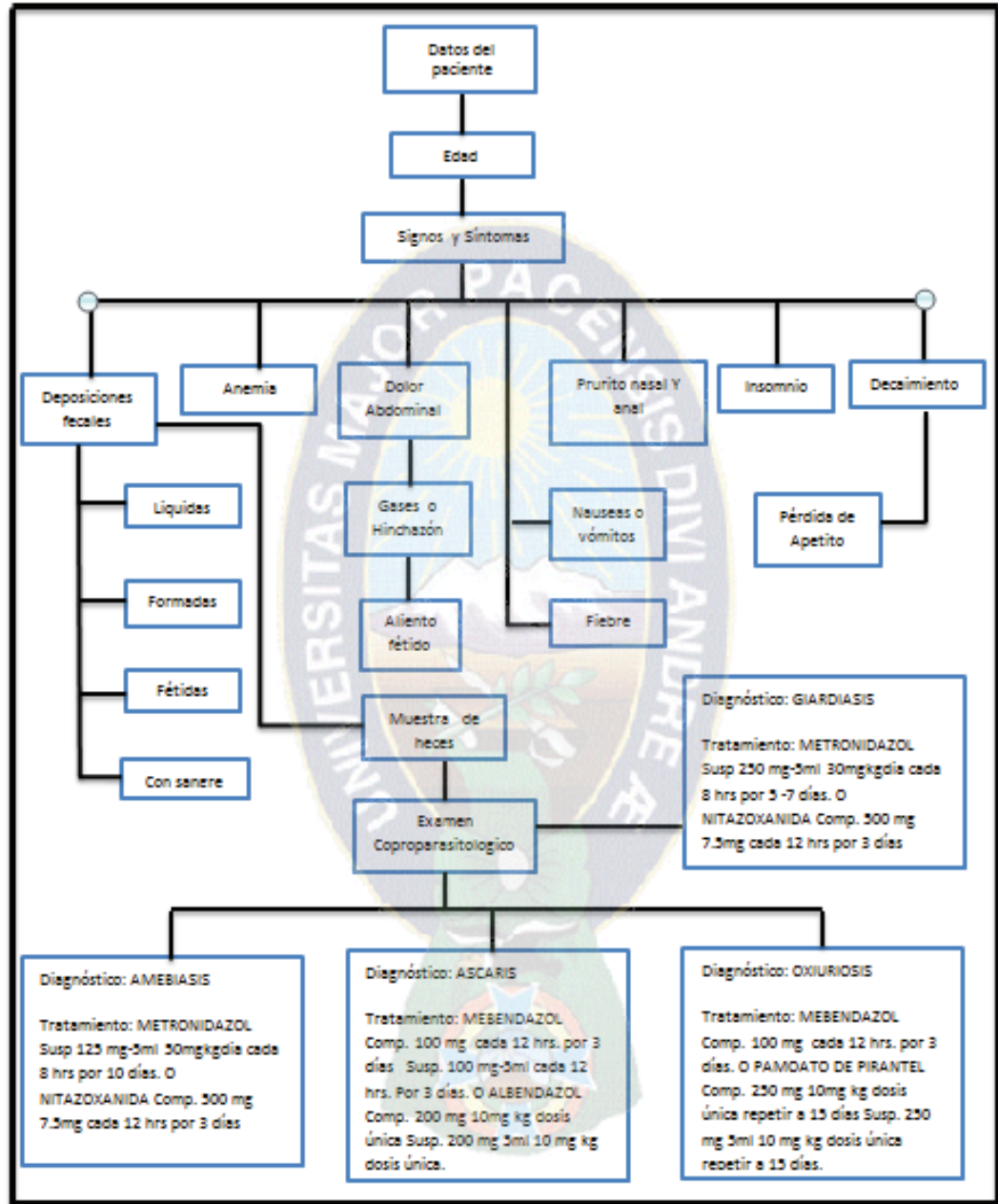
La base de hechos está constituida por el conocimiento concreto, el cual a su vez está constituido por los síntomas particulares que presenta cada paciente. Para que esto quede claro se tomara como ejemplo a algunos razonamientos obtenidos del paciente.

Ejemplo 1: Paciente de 4 años de edad, la madre refiere que el niño no aumenta de peso, no quiere comer y refiere dolores abdominales de tipo cólico, presenta diarreas acuosas de poca cantidad y que son de corta duración, se halla distensión abdominal, así como la madre refiere que el niño expulsa muchos gases, se halla alteración en el peso pero no se halla alteración en el crecimiento.

Ejemplo 2: Paciente de 5 años de edad que acude a consulta por presenta diarreas frecuentes que son por periodos de tiempo variable de más menos 3 días de duración la madre refiere que el niño refiere dolor a nivel de mesogástrico y cólicos en esta consulta presenta diarrea tipo acuosa no fétida de poca cantidad por intervalos de 3 días lo que preocupa a la madre.

Como resultado de lo observado por el médico en el caso del ejemplo 1, el obtendrá una serie de datos que deben ser traducidas de forma que puedan ser introducidos al sistema de esta manera obtener una conclusión.

FIGURA 3.3 ARBOL AND/OR



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

N°	VARIABLE	DESCRIPCION	RANGO
1	PARASITOSIS EN NIÑOS	Diagnóstico de la parasitosis intestinal en niños menores a 5 años	Presenta síntomas
2	ED	Edad	7 días < 2 meses y 2 meses < 5 años
3	PE	Peso	Bajo, muy bajo, extremadamente bajo
4	TA	Talla	Bajo, muy bajo, extremadamente bajo.
5	DIA	Tiene diarrea	Sí, no
6	PDIA	Tiempo que tiene Diarrea	1 día, 2 días, 3 días y más de 3 días.
7	TDIA	Tipos de diarreas	Fétida, no fétida, con sangre, acuosa, grasosas,
8	CDIA	Cantidad de diarreas	Poca, moderada, mucho
9	DA	Dolor abdominal	Sí, no
10	CDA	Cantidad de dolor	Poca, intenso
11	ECP	Examen coproparasitologico	Tiene parásitos, no tiene parásitos.
12	AME	Tiene Amebiasis	Sí, no

13	ASC	Tiene Ascaris	Si, no
14	OXI	Tiene Oxiuriasis	Si, no
15	GIA	Tiene Giardiasis	Si, no
16	TSS	Tiene Teniasis solium, saginata	Si, no
17	TRI	Tiene Trichuriasis	Si, no

TABLA 3.1 DESCRIPCION DE VARIABLES DE HECHOS

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

Del ejemplo 1 podemos obtener los siguientes hechos:

Hecho1: El paciente presenta, PESO BAJO.

Hecho2: El paciente presenta, SIN APETITO.

Hecho3: El paciente presenta, DOLORES ABDOMINALES.

Hecho4: El paciente presenta, DIARREAS ACUOSAS.

Hecho5: El paciente presenta, DISTENSION ABSOMINAL.

Hecho6: El paciente presenta, EXPULSION DE GASES.

- **VARIABLES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO**

Las variables identificadas, fueron proporcionadas por el Medico experto en parasitología. Estas variables representan el conjunto de síntomas propio de las

enfermedades de tipo parasitosis intestinal las cuales por comodidad serán representadas por un conjunto de síntomas.

- **BASE DE REGLAS**

Para almacenar todo el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento hacemos uso de las reglas. Estas relacionan dos o más afirmaciones para determinar la creencia en las conclusiones, en nuestro caso las proposiciones corresponden a los síntomas que el paciente presenta y la conclusión hace referencia al tipo de parásitos que presenta y su respectivo tratamiento.

A continuación se tienen las reglas para el diagnóstico y tratamiento de la parasitosis intestinal en niños.

Regla 1.

Diagnostico (Edad 4 años, presenta diarreas frecuentes, refiere dolor a nivel mesogástrico, cólicos, diarrea tipo acuosa no fétida, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia y parásitos adultos. Tratamiento: NITAZOXANIDA Comp. 500 mg 7.5mg cada 12 hrs por 3 días”).

Regla 2.

Diagnostico (Edad 5 años, presenta diarreas acuosa, deposiciones muy fétidas, nauseas, anorexia, distensión abdominal con dolor y pérdida de peso, examen coproparasitologico “presenta Giardiasis. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 3.

Diagnostico (Edad 4 años, dolor abdominal moderado, tipo cólico, pujo y tenesmo rectal, las heces contienen moco, fiebre moderada, se observa en las márgenes de ano y región perianal como ulceras cutáneas” Amebiasis. Tratamiento: TINIDAZOL: 50 – 75 mg/kg/día vo cada 24 horas x 2 – 3 días”).

Regla 4.

Diagnostico (Edad 3 años, niño esta con talla baja, bajo peso, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 5.

Diagnostico (Edad 5 años, prurito anal, escozor nasal, la madre refiera irritabilidad, trastornos de conducta, insomnio, vulvovaginitis, dolor abdominal “parasito de oxiuriasis. Tratamiento: MEBENDAZOL: 100 mg vo en dosis única, repetir a las 2 semanas”).

Regla 6.

Diagnostico (Edad 4 años, dolores abdominal de tipo cólico, presenta diarrea acuosa de poca cantidad, distensión abdominal, la madre refiere que el niño no aumenta de peso, no quiere comer, expulsa muchos gases, se halla alteración en el peso pero no se

halla alteración en el crecimiento, examen coproparasitologico, “se observó quistes de guardia y parásitos adultos. Tratamiento: MEBENDAZOL 100 mg en 5ml a 100 mg cada 12 hrs por 3 días”).

Regla 7.

Diagnostico (Edad 5 años, tos , disnea, vómitos, distención abdominal, dolor abdominal tipo retortijón, examen coproparasitologico “presenta Ascariasis. Tratamiento: ALVENDAZOL: 400 mg vo en dosis única”).

Regla 8.

Diagnostico (Edad 5 años, la madre lo trae a consulta por que el niño al dormir cruje los dientes y la madre asegura haber visto salir un gusano por el oído. Lo cual preocupa a la madre ya que en otra ocasión vio un gusano en su deposición fecal, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia y parásitos adultos. Tratamiento: MEBENDAZOL 100 mg en 5ml a 100 MG cada 12 hrs por 3 días”).

Regla 9.

Diagnostico (Edad 4 años, niño esta con talla baja, anemia, disentería, insuficiencia cognitiva y del desarrollo, examen coproparasitologico “presenta Trichuriasis. Tratamiento: ALBENDAZOL: 400 mg vo en dosis única”).

Regla 10.

Diagnostico (Edad 3 años, niño presenta la expulsión de un parasito. el niño presenta ictericia, acolia. Y fiebre así como la madre refiere que no ha aumentado de

peso por lo cual se decide su ingreso para estudio y tratamiento, examen coproparasitologico “presenta GIADIASIS. Tratamiento: PAMOATO DE PIRANTEL250 mg en 5 ml 10 mg kg dosis única”).

Regla 11.

Diagnostico (Edad 2 años, diarrea aguda con deposiciones acuosas, fétidas, fiebre, vómitos, examen coproparasitologico “presenta Cryptosporidiasis. Tratamiento: NITAZOXANIDA 7.5-15mg x kg x día, 2 subdosis durante 3 días”).

Regla 12.

Diagnostico (Edad 5 años de edad la madre lo trae a consulta por que el niño es inquieto, no puede dormir desde hace dos días, refiere que ha despertado varias veces gritando y quejándose de dolor abdominal, en esta ocasión la madre lo trae por que el niño presenta fiebre y dolor abdominal que no ha calmado con el paracetamol que se le ha entregado en consulta, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: MEBENDAZOL 100 mg en 5ml a 100 MG cada 12 hrs por 3 dias”).

Regla 13.

Diagnostico (Edad 3 años, dolor abdominal, obstrucción intestinal en infestaciones masivas, insomnio, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 14.

Diagnostico (Edad 1 años, diarrea persistente, deposiciones liquidas, fétidas, pérdida de peso malabsorción a la lactosa y desnutrición, examen coproparasitologico “presenta Cryptosporidiasis. Tratamiento: NITAZOXANIDA 7.5-15mg x kg x día, 2 subdosis durante 3 días”).

Regla 15.

Diagnostico (Edad 4 años, nauseas, vómitos, anorexia, dolor abdominal, examen coproparasitologico “presenta Ascaris lumbricoides. Tratamiento: MEBENDAZOL 100 mg 2 veces al día durante 3 días”).

Regla 16.

Diagnostico (Edad 5 años, niño esta con peso bajo, presenta diarreas tipo acuosas que flotan en el agua y son de color blanco, tos seca cada que cambia el clima, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 17.

Diagnostico (Edad 3 años, dolor epigástrico, nauseas, vómitos, prurito e infección secundaria examen microscópico “presenta Uncinarias Tratamiento: ALBENDAZOL 400 mg día durante 3 días”).

Regla 18.

Diagnostico (Edad 2 años, diarrea disentería ocasionales, cólicos intensos, nauseas, vómitos, prolapso rectal, examen microscópico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: ALBENDAZOL 400 mg día durante 3 días”).

Regla 19.

Diagnostico (Edad 3 años, vómitos, dolor abdominal, insomnio, irritabilidad o languidez física y mental, examen coproparasitologico “presenta Ascaris lumbricoides. Tratamiento: ALBENDAZOL 400 mg día dosis única”).

Regla 20.

Diagnostico (Edad 3 años, prurito anal más que todo en la noches, insomnio, chasquido de dientes, trastornos de conducta, “presenta Oxiuriasis. Tratamiento: ALBENDAZOL 400 mg dosis única”).

Regla 21.

Diagnostico (Edad 5 años, la madre lo trae a consulta por que el niños no aumenta de peso, no quiere comer solo come dulces y chucherías, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia y parásitos adultos. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 22.

Diagnostico (Edad 3 años, la madre refiere que el niño no aumenta de peso ,no quiere comer y refiere dolores abdominales, presenta diarrea tipo grasosa, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia. Tratamiento: METRONIDAZOL 250 mg en 5ml a 30 mg kg día cada 8 hrs. por 7 días”).

Regla 23.

Diagnostico (Edad 5 años, diarrea en ocasiones, anorexia, pérdida de peso, hambre dolorosa, molestias por la expulsión de proglotides gravidos “presenta Teniasis. Tratamiento: PRAZIQUANTEL 10 mg x kg dosis unica”).

Regla 24.

Diagnostico (Edad 4 años, tos seca productiva fiebre escalofríos, cianosis y letargia, la madre refiere que niño presenta tos con flema y sangre, examen coproparasitologico “presenta quistes de Giardia y parásitos adultos. Tratamiento: MEBENDAZOL 100 mg en 5ml a 100 mg cada 12 hrs por 3 días”).

Regla 25.

Diagnostico (Edad 5 años, fiebre irregular, hepatomegalia dolorosa, anorexia, nauseas, vómitos, diarreas, flatulencia, examen coproparasitologico “presenta Fascioliasis. Tratamiento: TRICLABENDAZOL 10 mg x kg dosis única”).

3.6 REGLAS DE INFERENCIAS

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

Regla 1.

P1: La parasitosis es una enfermedad social.

P2: Si el niño presenta diarrea constante entonces es a causa de algún parasito que presenta

P3: si el niño presenta dolor abdominal y bota gases entonces tiene algún parasito.

P4: No aumenta de peso, no quiere comer y refiere dolores abdominales entonces el niño esta con talla baja y bajo peso.

P5: Las enfermedades prevalente son comunes en niños menores a 5 años.

P6: Los parásitos se encuentran mayormente en lugares con bajos recursos económicos.

Formalizando:

p: Parasitosis

q: Diarrea constante

r: Dolor abdominal

u: Falta de apetito

w: Enfermedades prevalente

x: Talla baja

P1: p

P2: $r \rightarrow p \wedge q$

P3: $u \wedge v \rightarrow x$

P4: $w \wedge x \rightarrow p$

P5: w

P6: u

P7: $u \wedge v$ Ley de conjunción [P5, P6]

P8: x Modus ponendo Ponens [P3, P7]

P9: $w \wedge x$ Ley de conjunción [P5, P8]

P10: p Modus ponendo Ponens [P4, P9]

3.7 MECANISMO DE INFERENCIA

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

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

3.8 DISEÑO DE ENTRADAS

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

Variable	Nombre de los Síntomas	Variables Lingüísticas
S1	Peso	Bajo, normal
S2	Talla	Bajo, normal
S3	Deposiciones fecales	Heces con forma, heces líquidas (diarrea)
S4	Tiene diarrea	Si, No
S5	Diarrea fétida	Si, No
S6	Diarrea más de un día	Si, No

S7	Presenta heces con sangre	Si, No
S8	Presenta heces grasoso	Si, No
S9	Dolor abdominal	Si, No
S10	Cantidad de dolor abdominal	Poco, Mucho
S11	Presenta anemia	Si, No
S12	Prurito nasal y anal	Si, No
S13	Tiene insomnio	Si, No
S14	Decaimiento	Si, No
S15	Afecciones respiratorias	Si, No
S16	Trastornos alérgicos	Si, No
S17	Presenta fiebre	Si, No

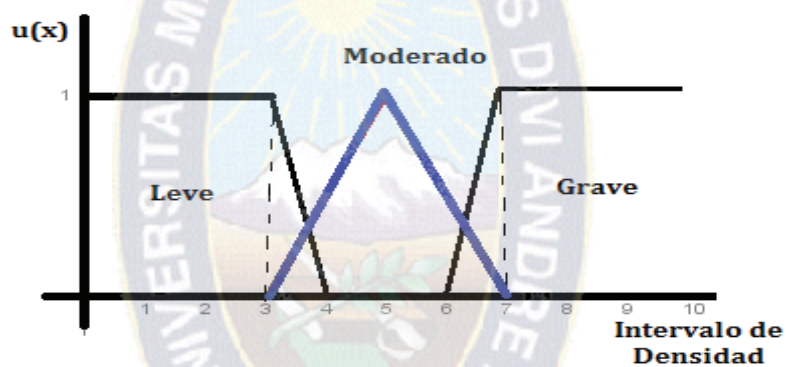
TABLA 3.2 DESCRIPCION DE VARIABLES LINGUISTICAS

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.9 FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGUISTICAS

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

a) Respuesta a la pregunta: Cual es la clasificación del niño con relación al peso:

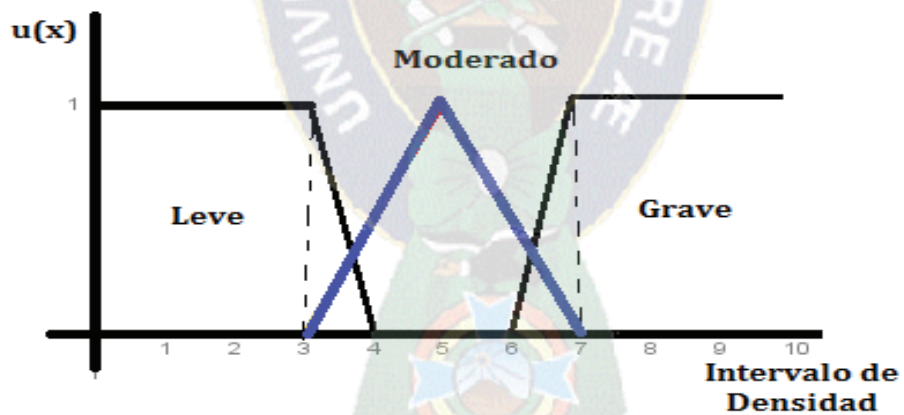


$$\text{Leve}(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x \leq 3 \\ (4 - x), & \text{si } 3 < x < 4 \\ 0, & \text{si } x \geq 4 \end{cases}$$

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

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

b) Respuesta a la pregunta: Cual es la clasificación del niño con relación al talla:



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

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

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

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

3.10 DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES LINGUISTICAS

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

El de un niño de edad de 1 año que según su madre, indica que: ha ido perdiendo peso últimamente, también tiene deposiciones líquidas constante y dolor abdominal.

Los datos inciertos son: el rango de peso, el grado de propagación de la revisión patológica.

Estos datos son trabajados con la lógica difusa.

a) Clasificación del niño con relación al peso:

Tomamos un valor de 6 para determinar el grado de parasito que presenta el niño.

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

$$\mu_{\text{Moderada}}(6) = (7 - 6) / 2 = 0.50$$

b) Clasificación del niño con relación a la talla

Tomamos un valor de 6.6 para determinar el grado de parasito que presenta el niño.

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

$$\mu_{\text{Grave}}(6.6) = (6.6 - 6) = 0.6$$

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

Ahora tomamos el valor de 9.5 para determinar el rango de pertenencia, para determinar el grado de propagación con respecto al análisis y evaluación del niño:

$$\text{Grave}(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } x \geq 7 \\ (x - 9), & \text{si } 9 < x < 10 \\ 0, & \text{si } x \leq 9 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Grave}}(9.5) = (9.5 - 9) = 0.5$$

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

$$C_{\text{Clasificación de peso}} * \mu_{\text{Clasificación de peso}(x)} + C_{\text{Clasificación de análisis y evaluación}} * \mu_{\text{Clasificación de análisis y evaluación}(x)}$$

$$X = \frac{\mu_{\text{Clasificación de peso}(x)} + \mu_{\text{Clasificación de análisis y evaluación}(x)}}{0.5 + 0.5}$$

$$6 * 0.5 + 9.5 * 0.5$$

$$X = \frac{6 * 0.5 + 9.5 * 0.5}{0.5 + 0.5}$$

$$0.5 + 0.5$$

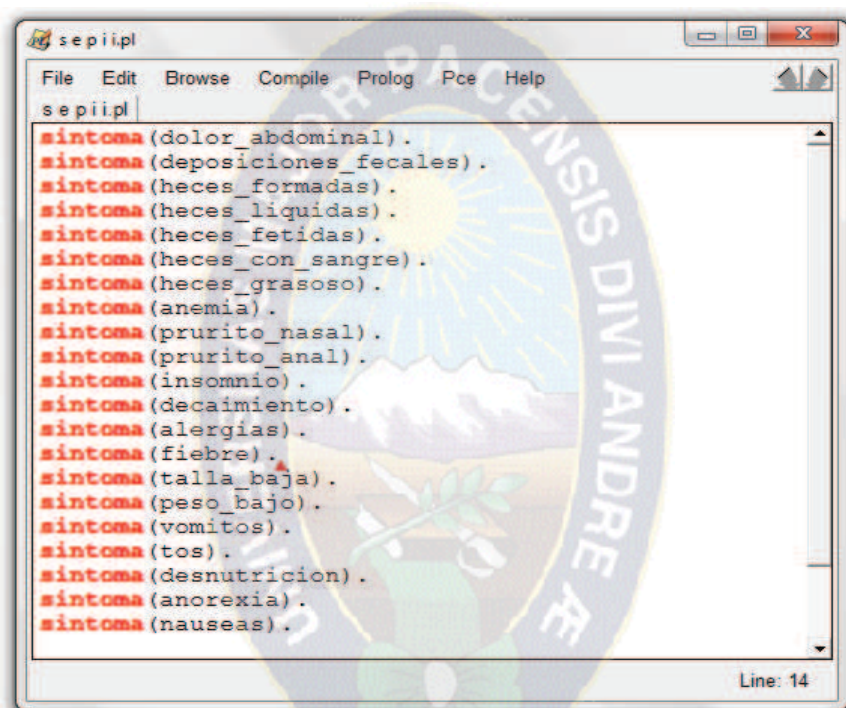
$$X = 7.75 = 8$$

Por lo tanto podemos concluir que el factor de riesgo de la parasitosis es de 8, que diagnostica parasitosis intestinal aguda grave lo cual corrobora con el diagnóstico del médico.

3.11 DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

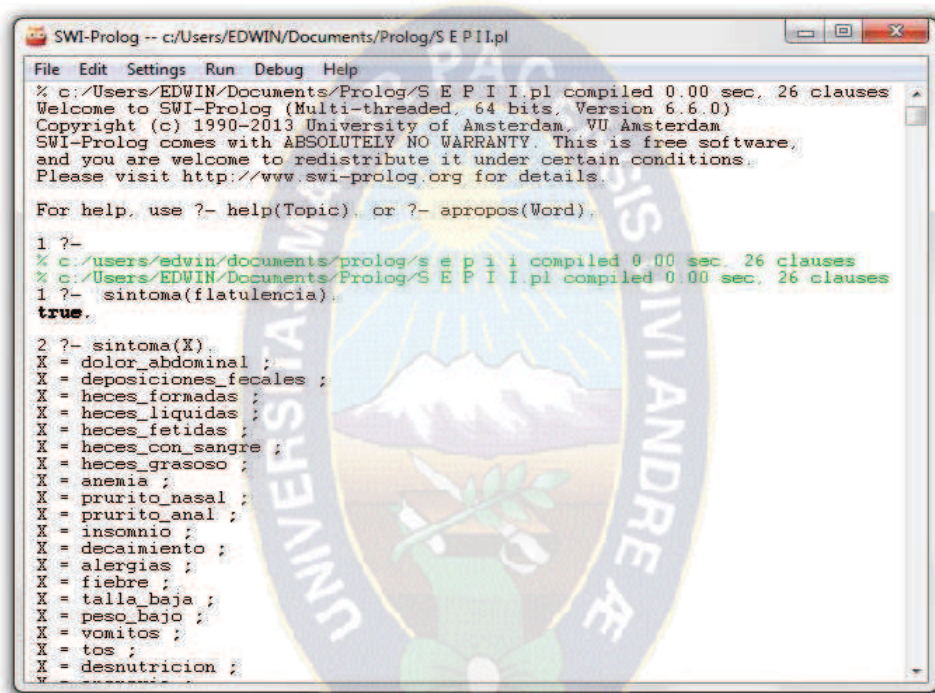
El prototipo del sistema experto para el diagnóstico y tratamiento en niños menores a cinco años, está basado en el programa SWI-prolog. Veamos en la figura siguiente.

FIGURA 3.4 ENTORNO DE SWI-PROLOG



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

FIGURA 3.5 ENTORNO DE SWI-PROLOG



```
SWI-Prolog -- c:/Users/EDWIN/Documents/Prolog/S E P I I.pl
File Edit Settings Run Debug Help
% c:/Users/EDWIN/Documents/Prolog/S E P I I.pl compiled 0.00 sec, 26 clauses
Welcome to SWI-Prolog (Multi-threaded, 64 bits, Version 6.6.0)
Copyright (c) 1990-2013 University of Amsterdam, VU Amsterdam
SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software,
and you are welcome to redistribute it under certain conditions.
Please visit http://www.swi-prolog.org for details.

For help, use ?- help(Topic), or ?- apropos(Word).

1 ?-
% c:/Users/edwin/documents/prolog/s e p i i compiled 0.00 sec, 26 clauses
% c:/Users/EDWIN/Documents/Prolog/S E P I I.pl compiled 0.00 sec, 26 clauses
1 ?- sintoma(flatulencia).
true.

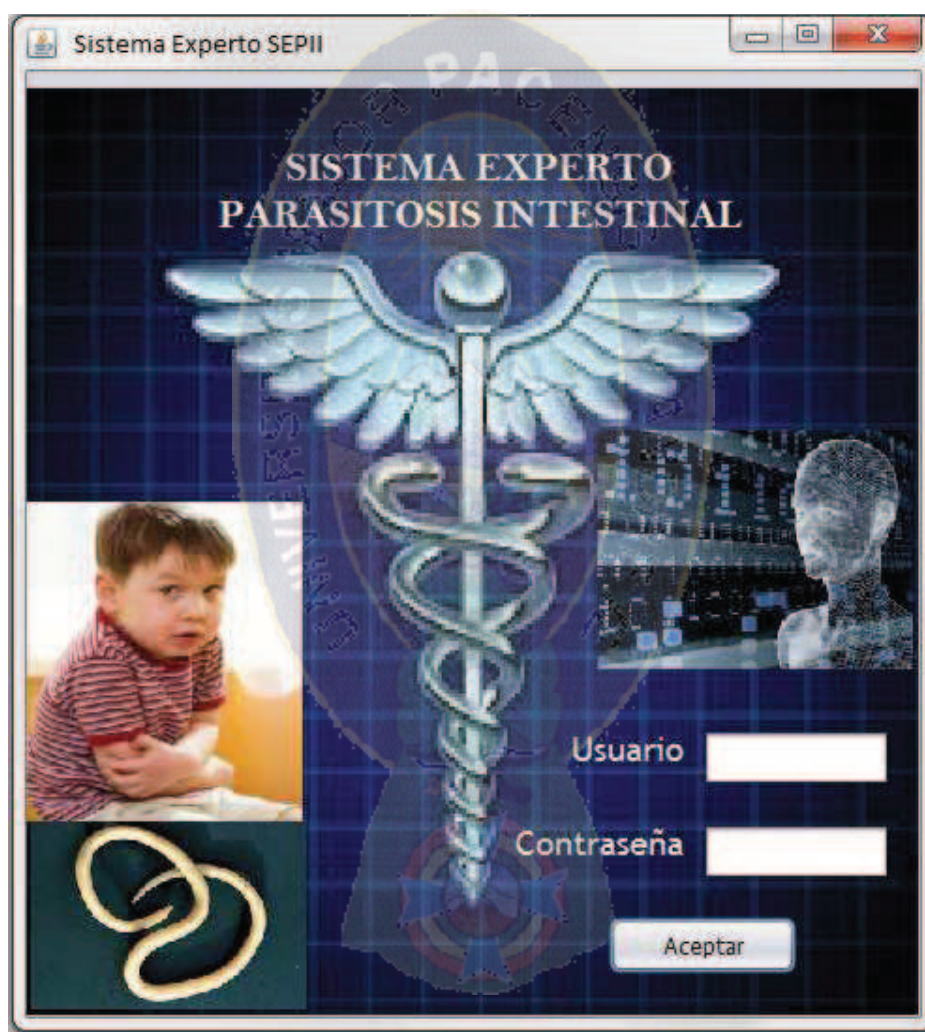
2 ?- sintoma(X).
X = dolor_abdominal ;
X = deposiciones_fecales ;
X = heces_formadas ;
X = heces_liquidas ;
X = heces_fetidas ;
X = heces_con_sangre ;
X = heces_grasoso ;
X = anemia ;
X = prurito_nasal ;
X = prurito_anal ;
X = insomnio ;
X = decaimiento ;
X = alergias ;
X = fiebre ;
X = talla_baja ;
X = peso_bajo ;
X = vomitos ;
X = tos ;
X = desnutricion ;
X =
```

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.12 REPRESENTACION DE SALIDAS DEL PROTOTIPO

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

FIGURA 3.6 PROTOTIPO DEL SISTEMA



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

FIGURA 3.7 DATOS PERSONALES

The image shows a screenshot of a software window titled "Sistema Experto SEPII". The window contains the following elements:

- Title Bar:** "Sistema Experto SEPII" with standard minimize, maximize, and close buttons.
- Header:** "SISTEMA EXPERTO PARASITOSIS INTESTINAL EN NIÑOS" in bold black text.
- Image:** A 3D wireframe model of a human head and neck on the right side.
- Section:** "Datos Personales" centered below the header.
- Form Fields:** Four input fields with labels: "Edad", "Sexo", "Peso", and "Talla". The "Peso" field has "Kg" to its right, and the "Talla" field has "Cm" to its right.
- Buttons:** An "Aceptar" button located below the form fields.
- Background:** A light blue background with a faint watermark of a university logo and a photo of a young child on the left side.

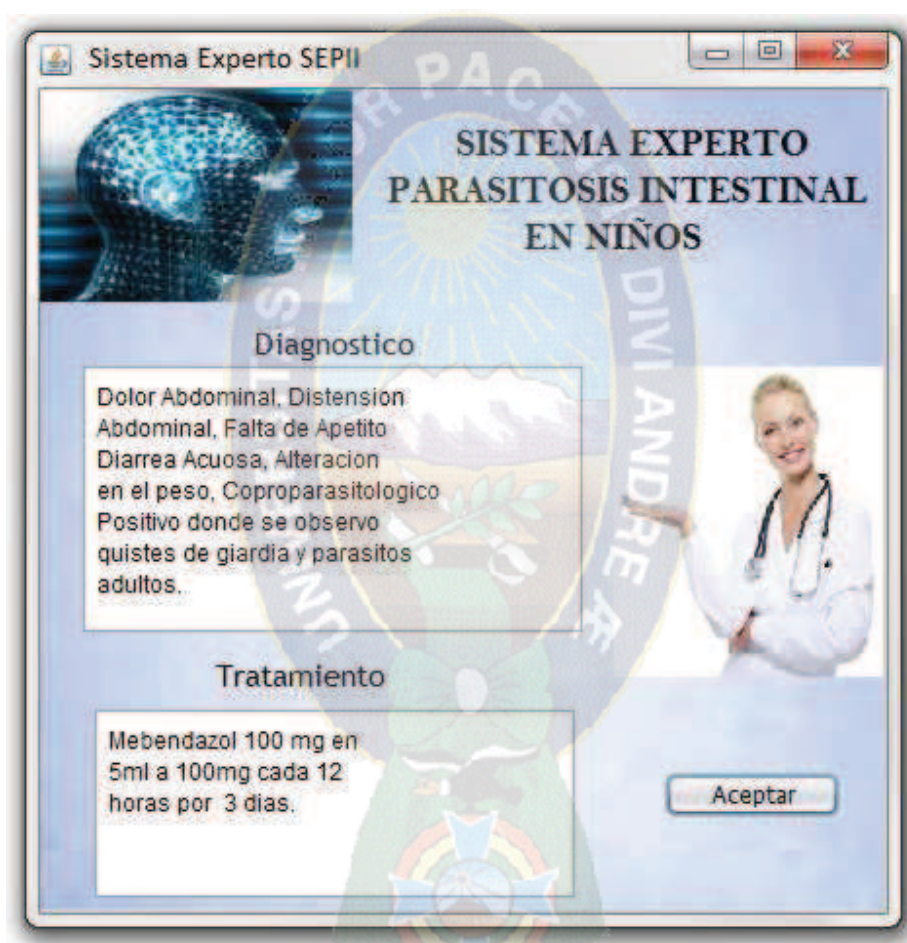
FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

FIGURA 3.8 PREGUNTAS AL PACIENTE



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

FIGURA 3.9 DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

CAPITULO 4

DEMOSTRACION DE HIPOTESIS

4.1 INTRODUCCION

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

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

Recordemos que el presente trabajo de diagnóstico y tratamiento de parasitosis intestinal ha planteado como hipótesis

Hi: El Sistema Experto de parasitosis intestinal en niños menores a cinco años basada en lógica difusa permite diagnosticar la enfermedad con una confiabilidad del 90%.

Y considerando la siguiente escala:

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

4.2 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

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

$$n = \frac{z_0^2 * N * p * q}{d^2 * (N - 1) + k^2 * p * q}$$

Dónde:

- N, es el tamaño de población que sufre de problemas de parasitosis intestinal en niños menores a 5 años en el último año.

$$N = 1151$$

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

$$\text{Coeficiente de Confianza: } \alpha = 1 - \gamma$$

$$\alpha = 1 - 0,95$$

$$\alpha = 0,05$$

Para buscar en la tabla de distribución Normal se tiene que: $1 - \frac{\alpha}{2} = 0,975$

Finalmente vemos que:

$$z_0 = 1.96$$

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

$$p = 0.05$$

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

$$q = 0.95$$

- d , es el margen de error máximo permitido (en este caso se desea un 5%), entonces d será:
 $d = 0.05$
- n , es el tamaño de la muestra, es decir el número de consultas que debemos realizar y solucionar. $n = ?$

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

$$n = \frac{1.96^2 * 1151 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (1151 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 69$$

4.3 ANALISIS DE DATOS

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

$$IC = \left[\bar{X} \mp Z_0 * \frac{s}{\sqrt{n}} \right]$$

Dónde:

- s es desviación estándar muestral y se define por:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_1^n (X_i - \bar{X})^2}$$

- Z_0 es conocida. $Z_0 = 1,96$

- n también es conocido y es $n = 69$.

Ahora bien para hallar \bar{X} se tiene que realizar un análisis muy detallado de los datos que arrojaron los resultados de la prueba de nuestro prototipo entonces veremos lo que nos muestran los datos.

Luego se realizará el reemplazo de los nuevos datos y el cálculo del resultado final que se requiere.

Se tiene que $\bar{X} = 98,19$

Calculando:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} * \sum_1^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{69} * 498,82}$$

$$s = 2,689$$

Ahora veamos el intervalo de confianza

$$IC = [\bar{X} \pm Z_0 * \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$IC = 98,19 \pm 1,96 * \frac{2,689}{\sqrt{69}}$$

$$IC = 98,19 \pm 0,634$$

$$IC = < 97,556 ; 98,824 >$$

Considerando que se tiene el Intervalo de Confianza (IC) es del 97.556% al 98.824%

Lo cual indica que el porcentaje planteado en la hipótesis (90 %), es mucho menor a la cota inferior del intervalo de confianza hallado (97,556 %). Por tanto se concluye que el sistema experto es confiable



CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al concluir el trabajo se logró alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo 1, mediante la construcción de un sistema experto que puede diagnosticar y dar un tratamiento a la parasitosis intestinal en niños menores a 5 años y de esta manera ayude al tratamiento a seguir para prevenir futuras enfermedades.

Una de las herramientas que nos permite manejar de manera adecuada el lenguaje natural y ambiguo utilizado tanto por el médico como el paciente, es la lógica difusa, que nos permite evaluar los síntomas difusos que el paciente presenta y proporciona un determinado grado de certeza.

Se diseñó la base de conocimiento, que abarca un 60% del conocimiento y experiencia del experto, esto hace que el sistema sea confiable. La base de conocimiento está construido en base a las reglas, se trata de representar el conocimiento mediante reglas

de producción, puesto que ofrecen una gran facilidad para la creación y la modificación de la base de conocimiento.

El prototipo del sistema experto se desarrolló en el programa SWI-Prolog que está diseñado para el desarrollo de sistemas expertos.

Con respecto a la hipótesis de investigación, se demostró con evaluación de las variables dependientes como de la variable independiente.

El sistema experto propuesto, cumplió con las expectativas esperadas cumpliendo el 90% su trabajo de realizar el diagnóstico y el tratamiento de la parasitosis intestinal en niños menores a cinco años.

5.2 RECOMENDACIONES

La parasitosis intestinal es un problema social bastante complejo, debido a que son las diversas causas que nos pueden llevar hasta la muerte de una persona.

En el desarrollo del trabajo se consideró solamente en una edad limitada correspondiente a niños menores a 5 años, por lo cual se recomienda realizar e implementar un sistema experto para niños en edad escolar.

El sistema experto fue realizado de acuerdo al grado de intensidad se sugiere utilizar otros tipos de parámetros como ser: según etiología, tiempo de evolución y presentación clínica.

Realizar e implementar un sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades prevalentes en edad infantil.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[Barturen , 2012]

Barturen Sanchez Lourdes Yosli (2012) Desarrollo de un Sistema Experto Sobre Web para el Diagnóstico Temprano de Cáncer de Cuello Uterino Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo.

[Aparicio 2010]

Aparicio Rodrigo, Tejada Alegre (2010), Médico Especialista en Pediatría, Farmacéutica Especialista en Área en Análisis Clínicos , Especialista en Diagnostico Parasitológico Parasitosis Intestinales .

[Pinto , 2009]

Pinto Álvarez, Zuzethe Dayana (2009) Sistema de Diagnóstico de Problemas de Salud de la Vida en la Altura , carrera de Informática , Universidad Mayor de San Andrés.

[Escobar, 2007]

Ubner Escobar Merma (2007) Sistema Experto para el Diagnóstico de Desnutrición en Niños Menores a cinco años, carrera de Informática, Universidad Mayor de San Andrés.

[Calamani, 2007]

Calamani Mamani Celia Nilza (2007) Frecuencia de Parasitosis Intestinal en Escolares Comprendidos entre los 5 a 12 años de edad, carrera de Bioquímica, Universidad Mayor de San Andrés.

[Hernández, 2006]

Hernández Sampieri, Roberto (2006) Metodología de la Investigación, Cuarta Edición Mc Craw Hill.

[Molano, 2006]

Milano Marisol, Moreno Norelis (2006) Programa de Prevención de Parasitosis Intestinal en Niños Menores de Cinco Años Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina.

