

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



TESIS DE GRADO

**“MODELO DE DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO
DE PANCREATITIS AGUDA MEDIANTE LOGICA DIFUSA”**

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

POSTULANTE : Mendoza Huarahuara Marisel Matilde
TUTOR : Lic. Efraín Silva Sánchez
REVISOR : Mg.Sc. Carlos Mullisaca Choque

LA PAZ – BOLIVIA
GESTION 2011

DEDICATORIA

A mis padres Raimunda y Dionicio, por darme la estabilidad emocional, económica y los sabios consejos; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiese podido ser realidad sin ustedes.

GRACIAS por darme la posibilidad y guiar mi transitar por la vida.

Madre, serás siempre mi inspiración para alcanzar mis metas, por enseñarme que todo se aprende y que todo esfuerzo es al final una recompensa.

Tu esfuerzo, se convirtió en tu triunfo y el mío.

A mis hermanos Pamela, Jhonny, y Edwin por confiar en mí, y alentarme siempre.

AGRADECIMIENTOS

En el transcurso de mi vida universitaria y de la realización de mi Tesis, son tantas personas a las cuales debo parte de este triunfo, de lograr alcanzar mi culminación académica, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

A mi tutor Lic. Efraín Silva, por su predisposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus substanciales sugerencias durante la redacción de la Tesis, por su amistad.

De la misma manera a mi revisor el Mg.Sc. Carlos Mullisaca Choque, por su valiosa colaboración y buena voluntad, así como en sus observaciones, críticas en la redacción del trabajo, y estímulo para seguir adelante.

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 las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría.

Por último quiero dar las gracias a todos aquellos que me han devuelto una sonrisa, a todos aquellos que me ofrecieron un pan en tiempos difíciles, a todos aquellos que han puesto de su parte para que el trajín diario sea más llevadero y muy en especial a la vida.

RESUMEN

La presente tesis plantea un modelo de Sistema Experto a través de la aplicación de las técnicas de la Inteligencia Artificial, el cual capta el conocimiento básico que permite a una persona desempeñarse como un experto frente a problemas complicados, en este caso el Sistema Experto se encarga de diagnosticar mediante lógica difusa el tipo de pancreatitis aguda que puede o no presentar un paciente. La pancreatitis aguda es una afección que se presenta con frecuencia en nuestro medio a raíz de que se forman abscesos dentro el páncreas. Se considera como objeto de estudio a enfermedades de los órganos que componen la región del páncreas.

Se diseña el Sistema Experto con las siguientes características: los síntomas del paciente considerados como variables de entrada, una Base de Hechos que almacena los síntomas particulares del paciente, una Base de Conocimientos representado por las Reglas de Producción formalizados por la lógica de predicados que contienen todo el conocimiento del experto humano, un motor de inferencia que utiliza la búsqueda en un árbol And/Or y finalmente las variables de salida.

Posteriormente se realiza la simulación del Sistema Experto a través de un prototipo desarrollado en Swi-Prolog que en este caso es intuitivo y fácil de emplear por lo que puede ser una opción recomendable, así mismo, se diseñan también los casos de prueba que permiten verificar los resultados obtenidos, comparándolos con los resultados reales.

De los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas se evalúa el Sistema Experto llegándose a la conclusión de que los diagnóstico obtenidos tienen un grado de confiabilidad que es aceptado por el experto humano.

INDICE

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION.....	12
1.2 ANTECEDENTES.....	13
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.3.1 Formulación del Problema	16
1.4 HIPOTESIS.....	16
1.5 OBJETIVOS.....	16
1.5.1 Objetivo General.....	16
1.5.2 Objetivos Específicos.....	16
1.6 JUSTIFICACION.....	17
1.6.1 Justificación Científica	17
1.6.2 Justificación Social.....	17
1.6.3 Justificación Económica.....	17
1.6.4 Justificación Técnica.....	17
1.7 METODOLOGIA	18
1.8 LIMITES Y ALCANCES	19
1.9 APORTES.....	19

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 SISTEMA EXPERTO.....	20
--------------------------	----

2.1.1 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO	20
2.1.2 RAZONES PARA UTILIZAR UN SISTEMA EXPERTO	21
2.1.3 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO	23
2.1.4 TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS.....	27
2.1.4.1 LOS SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS	27
2.1.4.2 LOS SISTEMAS EXPERTOS PROBABILISTICOS.....	27
2.2 FASE DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO	28
2.2.1 EQUIPO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	28
2.2.2 SELECCIÓN O IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	29
2.2.3 MODELOS DE CONSTRUCCION O (CONCEPTUALIZACION).....	29
2.2.4 FORMALIZACION	30
2.2.5 IMPLEMENTACION.....	30
2.2.6 EVALUACION.....	30
2.3 REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO	30
2.3.1 CALCULO DE PREDICADOS	31
2.3.2 REGLAS DE PRODUCCION.....	32
2.3.2.1 ENCADENAMIENTO DE REGLAS.....	33
2.3.2.2 REGLAS COHERENTES	33
2.3.3 METODOS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS.....	35
2.3.3.1 REGLAS Y ENCADENAMIENTOS.....	35
2.3.3.2 ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE	35
2.3.3.3 ENCADENAMIENTO HACIA ATRÁS	36
2.3.4 REDES DE BUSQUEDA	38
2.3.4.1 PROCEDIMIENTOS DE BUSQUEDA BASICA	38
2.4 LOGICA DIFUSA.....	38

2.4.1 VARIABLES LINGUISTICAS	40
2.5 LENGUAJES DE PROGRAMACION.....	41
2.5.1 Swi-Prolog Generalidades	41
2.5.2 Características.....	43
2.6 LA PANCREATITIS AGUDA.....	44
2.6.1 NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO Y PROCESO DE DECISIÓN MÉDICA.....	44
2.6.2 EL PANCREAS.....	44
2.6.2.1 ENFERMEDADES DEL PANCREAS	45
2.6.3 DEFINICION DE PANCREATITIS AGUDA	46
2.6.4 ETIOLOGIA	46
2.6.5 CUADRO CLINICO.....	47
2.6.6 EXAMENES COMPLEMENTARIOS	48
2.6.6.1 Amilasa sérica.....	48
2.6.6.2 Amilasa urinaria.....	48
2.6.6.3 Lipasa sérica.....	49
2.6.6.4 Tripsina y ribonucleasa séricas.....	49
2.6.6.5 Hemograma.....	49
2.6.6.6 Urea sanguínea	49
2.6.6.7 Calcio sérico	49
2.6.6.8 Bilirrubina.....	49
2.6.6.9 Radiología.....	49
2.6.6.10 Ultrasonido y tomografía axial	50
2.6.6.11 Laparoscopia	50
2.6.7 DIAGNOSTICO.....	50

2.6.8	COMPLICACIONES DE PANCREATITIS AGUDA.....	50
2.6.9	TRATAMIENTO.....	53
CAPITULO III		
	MARCO APLICATIVO.....	54
3.1	INTRODUCCION.....	54
3.2	EL MÉTODO CIENTÍFICO.....	54
3.3	DESCRIPCION INFORMAL.....	56
3.4	FORMALIZACION DEL CONOCIMIENTO.....	56
3.5	DESCRIPCION FORMAL DEL MODELO.....	57
3.6	COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO.....	59
3.7	IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS.....	60
3.8	IDENTIFICACION DE LAS SALIDAS.....	61
3.9	INTERACCION DE COMPONENTES.....	62
3.10	DOMINIO.....	63
3.11	BASE DE CONOCIMIENTO.....	63
3.11.1	BASE DE HECHOS.....	64
3.11.3	ARBOL AND/OR.....	64
3.11.4	PROCESO DE FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES.....	67
3.11.5	PROCESO DE DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES.....	69
3.11.6	BASE DE REGLAS.....	71
3.12	MECANISMOS DE INFERENCIA.....	75
3.13	DESCRIPCION DEL PROTOTIPO.....	76
3.14	REPRESENTACION DE LAS SALIDAS DEL PROTOTIPO.....	76
CAPITULO IV		
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	80

<i>4.1 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES</i>	<i>80</i>
<i>4.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN.....</i>	<i>80</i>
<i>4.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA</i>	<i>81</i>
<i>4.4 ANALISIS DE CONFIABILIDAD</i>	<i>82</i>
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</i>	<i>84</i>
<i>5.1 CONCLUSIONES</i>	<i>84</i>
<i>5.2 RECOMENDACIONES.....</i>	<i>85</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>86</i>
<i>GLOSARIO MEDICO</i>	
<i>DOCUMENTACION ADJUNTA</i>	

LISTA DE FIGURAS

Nro. Descripción Pág.

2.1	Arquitectura básica de un sistema experto.....	17
2.2	Estructura completa de un sistema experto.....	18
2.3	Relación entre los grupos que intervienen en el desarrollo.....	22
2.4	Fases de desarrollo de un sistema experto.....	23
2.5	Grafica de una función de pertenencia a un conjunto difuso.....	33
2.6	Ejemplo de una aplicación donde se usa las funciones de pertenencia.....	34
2.7	Grado de pertenencia de un valor x.....	34
2.8	Anatomía del páncreas.....	39
3.1	Esquema del método científico por su finalidad.....	49
3.2	Sistema experto para el diagnostico y tratamiento de la pancreatitis aguda...	54
3.3	Interacción de la estructura del sistema experto.....	56
3.4	Base de conocimiento.....	57
3.5	Árbol AND / OR.....	59
3.6	Pantalla principal del prototipo.....	71
3.7	Selección de los diferentes síntomas, causantes de la pancreatitis aguda.....	71
3.8	Pantalla del diagnostico y tratamiento	72
3.9	Selección de los antecedentes hereditarios	72
3.10	Pantalla del diagnostico y tratamiento	73

LISTADO DE TABLAS

Nro. Descripción Pág.

1.1 Relación Causa-Efecto.....	9
2.1 Diferencia entre experto humano y sistema experto.....	16
3.1 Cuestionario clínico dirigido a los pacientes con pancreatitis aguda.....	51
3.2 Descripción de variables de entrada del sistema experto.....	55
3.3 Variables de salida.....	56
3.4 Descripción de variables de hechos.....	60
4.1 Casos de estudio.....	74
4.2 Comprobación del médico gastroenterólogo con el sistema experto.....	75

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCION

En la actualidad el avance tecnológico en el área de la medicina incrementa las expectativas del ser humano; pero, las diferentes patologías, ya sean infecciosas, congénitas, metabólicas adquiridas y aún traumáticas continúan amenazando la salud de la población.

Cuando hablamos de tecnología, tenemos que referirnos a lo que es la Inteligencia Artificial (IA), que utiliza las herramientas teóricas y experimentales de las ciencias de la computación para estudiar el fenómeno del comportamiento inteligente y el desarrollo de sistemas inteligentes, algoritmos y nuevas tecnologías.

Un método más avanzado para representar el conocimiento, es el Sistema Experto. Típicamente está compuesto por varias clases de información almacenada. Un Sistema Experto sintetiza nuevo conocimiento a partir de su entendimiento del mundo que lo rodea. De esta forma un sistema experto es un método de representación y procesamiento del conocimiento, mucho más rico y poderoso que un simple programa de computador.

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 Gastroenterología que es muy extensa por las múltiples patologías que se presentan. En este caso se pretende diagnosticar las posibilidades reales de tener pancreatitis aguda.

La pancreatitis es el proceso inflamatorio agudo del páncreas que puede comprometer por contigüidad estructuras vecinas e incluso desencadenar disfunción de órganos regionales o de sistemas orgánicos distantes, posee un amplio espectro de gravedad que varía desde un trastorno ligero que responde al tratamiento, hasta uno de gravedad extrema que podría comprometer la vida del paciente.

Con estas consideraciones se justifica la realización de esta investigación para implementar el diseño de un Sistema Experto como herramienta alternativa para el diagnóstico y tratamiento de Pancreatitis Aguda, con el cual se busca colaborar a los profesionales médicos dando un diagnóstico y sugiriendo al paciente un tratamiento adecuado para su respectiva recuperación.

1.2 ANTECEDENTES

Desde hace más de un siglo la enfermedad pancreatitis aguda constituye una causa importante de mortalidad a nivel mundial

Esta enfermedad se reconoció desde la antigüedad, pero no fue, sino hasta la mitad del siglo XIX en que tuvo importancia la apreciación del páncreas y la gravedad de sus trastornos inflamatorios.

La pancreatitis aguda es una entidad con un progresivo aumento de la incidencia en nuestro país. Sin embargo, la mortalidad de la pancreatitis aguda descendió desde el 21,4% hasta el 8,9%. Este fenómeno se debe a varios factores, siendo de primordial importancia el reconocimiento precoz de los pacientes más graves y su ingreso a unidades de cuidados intensivos. Sin embargo, los casos más graves de esta enfermedad todavía tienen una alta tasa de mortalidad cercana al 30%. [Ministerio Japonés de Salud, 2010]

En la actualidad existe mucha evidencia de que una de las causas principales de pancreatitis aguda es el tabaco debido a su elevada incidencia.

CENTRO DE NOTICIAS OPS/OMS

Un nuevo estudio revela que el tabaquismo está desplazando al alcohol como la primera causa de daño pancreático.

La inflamación crónica del páncreas o pancreatitis afecta a entre 15 y 20 de cada 100.000 personas en Estados Unidos y suele causar dolor abdominal y problemas digestivos. No tiene cura y los tratamientos están orientados a manejar el dolor y prevenir la mala nutrición. En el nuevo estudio nacional, los autores hallaron que el alcohol causa cuatro de cada 10 casos y no entre seis y nueve como se había estimado. Con los datos de pacientes con pancreatitis de 20 hospitales, el equipo

comprobó que tres de cada 10 casos eran por enfermedades genéticas, trastornos del sistema inmune, daños físicos y otros problemas. En otros tres de cada 10 casos, no se pudo identificar la causa.

Este hallazgo no sorprendió al Dr. Greg Cote, profesor de la Escuela de Medicina de la Indiana University y autor principal del estudio.

"Es común hacer muchos estudios diagnósticos y por imágenes sin poder terminar el día con un resultado sobre la causa de la enfermedad", dijo.

El Dr. Greg Cote confirma que el tabaquismo habría influido en esos casos de pancreatitis de causa misteriosa. De hecho, ese grupo tendería a tener tasas más altas de tabaquismo, precisa el equipo en la revista *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. Según estudios previos, fumar eleva el riesgo de desarrollar inflamación pancreática.

En un editorial sobre el estudio, el Dr. Albert Lowenfels, profesor del Colegio Médico de New York, escribe: "Este es un hallazgo importante porque ahora sabemos que el tabaquismo, junto con el alcohol, es otro de los principales factores modificables del estilo de vida que causan esta enfermedad".

El autor destacó que estudios recientes efectuados en Europa demostraron que la proporción de casos asociados con el tabaco está disminuyendo y que su estudio es el primero sobre las causas de la pancreatitis en Estados Unidos.

En este tiempo, gracias a los avances tecnológicos tanto en el campo informático, en la medicina y otros, y a la combinación o complementación de estos se ha visto que ha dado grandes resultados y avances, es así que en la carrera de Informática se han desarrollado varios Sistemas Expertos tomando en cuenta distintas áreas, para un mejor enfoque se consulto trabajos que se asemejen al tema de estudio, entre ellos se puede mencionar los siguientes:

- "Sistema Experto para el Diagnostico Infarto Cardiaco". (Bertha Beatriz Sirpa Pillco). Desarrolla un sistema experto que permita el diagnostico de las posibilidades reales de tener un infarto cardiaco mediante el uso de la lógica difusa, basado en diez factores de riesgo (edad, sexo, índice de masa

corpórea, presión arterial, colesterol total, colesterol bueno, homocisteína, triglicéridos, diabetes y tabaquismo);

- “Sistema Experto de Diagnostico y Tratamiento del Cáncer de Próstata” (Jose Edwin Chambi Cahuapaza). Desarrolla un sistema experto para dar un diagnostico y tratamiento adecuado del cáncer de próstata mediante el uso de lógica difusa;
- “Sistema Experto para el Diagnostico y Tratamiento de la Epilepsia” (Alejandro Herrera Miranda). Implementa un sistema experto para ayudar en el diagnostico y tratamiento de la epilepsia, mediante un modelo de lógica difusa, procedimientos de inferencia y la aplicación informática para emular la habilidad de tomar decisiones de un experto;
- “Sistema Experto para el Diagnostico Anemia y Poliglobulia Mediante Hemograma” (Silvana Gladis Lima Mendoza). Desarrolla un prototipo del sistema experto que proporcione un diagnostico de anemia y poliglobulia considerando el examen hematológico, utilizando lógica difusa.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el estudio del presente trabajo se identificaron diversos problemas, citados en la siguiente tabla. (Ver Tabla 1.1).

Tabla 1.1 Relación Causa – Efecto

CAUSA	EFEECTO
1. Existen personas con pancreatitis aguda que aun ignoran que padecen de esta enfermedad	1. Aumenta la incidencia de esta enfermedad
2. El paciente no le da importancia a los síntomas y dolores de alguna anormalidad en el aparato digestivo	2. Por el tiempo de espera, el paciente ocasiona que la pancreatitis avance y puede agravar su salud
3. Muy pocos médicos se especializan en esta área, pancreatitis aguda	3. Deterioro de la salud en las personas, por no dar un diagnostico exacto, por no tener un médico especialista en el área.
4. La atención a una consulta sobre la pancreatitis aguda sobre todo un análisis detallado es costoso	4. Por lo tanto no todos pueden ser atendidos.
5. Un mal diagnostico puede llevar a una contradicción en el tratamiento.	5. El diagnostico realizado al paciente puede ser erróneo.

6. El tratamiento se realiza a destiempo, y es lento.	6. Por el tiempo de espera podría causar que el paciente se agrave en su salud.
---	---

Fuente: [Elaboración Propia]

1.3.1 Formulación del Problema

Por los problemas planteados en la Tabla 1.1 se tiene la siguiente interrogante.

¿El Sistema Experto de Diagnostico y Tratamiento de Pancreatitis Aguda mediante la lógica difusa, será capaz de emitir un Diagnostico y Tratamiento apropiado para el paciente?

1.4 HIPOTESIS

Hi: El Sistema Experto, utilizando lógica difusa, brinda un Diagnostico y Tratamiento de Pancreatitis Aguda adecuado para los pacientes.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un Sistema Experto aplicando lógica difusa para el diagnostico y posterior tratamiento de la Pancreatitis Aguda.

1.5.2 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, utilizando (Lógica difusa).
- ✓ 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.

1.6 JUSTIFICACION

1.6.1 Justificación Científica

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 de tener Pancreatitis Aguda 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.

1.6.2 Justificación Social

La población necesita de instrumentos o sistemas que puedan llevar a cabo un control de salud, más aún 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 de Pancreatitis Aguda y nivel de mortalidad.

1.6.3 Justificación Económica

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.

1.6.4 Justificación Técnica

La falta de técnicas que proporcione un diagnóstico para el riesgo de tener Pancreatitis Aguda, hace que este sistema contribuya para la automatización de procesos que tienen como finalidad dar un pronóstico confiable acerca de la

enfermedad. Además, ayudará a la toma de decisiones para un buen criterio de diagnóstico.

El manejo de la lógica difusa como técnica para abstraer el conocimiento del experto, contribuye al acercamiento de términos médicos que da el especialista en el momento de consulta con el paciente. Por lo tanto, el sistema utiliza esta técnica para un buen diagnóstico con ayuda de tecnología existente.

1.7 METODOLOGIA

El desarrollo de la presente tesis se apoya en el *Método Científico* que sirve de guía en la organización de todo el proceso de investigación, el mismo que llegara a cubrir los requerimientos necesarios para que los objetivos planteados se lleguen a cumplir. La investigación científica es muy importante para poder resolver los problemas en el área de la salud aplicando diferentes principios conceptos que clasifican la teoría a la práctica, entre estas tenemos la Observación, Experimentación y la Entrevista.

Modelo de Desarrollo

El desarrollo del sistema experto toma en cuenta las siguientes fases:

Fase 1. Definición del problema

El principal problema a resolver es desarrollar un sistema experto capaz de dar un diagnóstico y tratamiento confiable sobre la pancreatitis aguda utilizando el modelado difuso, reglas de producción y la inferencia difusa.

Fase 2. Búsqueda del especialista médico: Contempla la búsqueda del especialista en pancreatitis aguda.

Fase 3. Análisis del sistema experto

Se realiza el análisis de toda la información recolectada y brindada por el especialista, se evalúa las variables y factores relacionados con la pancreatitis aguda para luego realizar el diseño y modelado correspondiente del sistema difuso.

Fase 4. Diseño del sistema experto

Está compuesto por el diseño y modelado de cada uno de sus componentes como ser: la construcción de la base de conocimientos utilizando reglas de producción, la base de hechos y el mecanismo de inferencia que utiliza lógica difusa.

Fase 5. Construcción del prototipo

Finalmente la implementación del sistema en un prototipo. El prototipo permite evaluar el funcionamiento del sistema experto con datos reales y compararlos con los resultados del especialista médico para poder realizar correcciones y/o mejora posteriores.

1.8 LIMITES Y ALCANCES

La presente Tesis abarca el desarrollo de un Sistema Experto de Diagnostico y Tratamiento de Pancreatitis Aguda mediante un sistema experto basado en reglas de producción.

El diagnostico se lo realiza mediante la evaluación del nivel de gravedad en base a los síntomas y las pruebas adicionales que presente el paciente, para que luego se llegue a establecer el tratamiento más óptimo que debe seguir el paciente.

Los alcances de la presente tesis comprenden:

Brindar una herramienta más completa a los médicos para mejorar proyecciones de tratamiento de Pancreatitis Aguda.

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

1.9 APORTES

El aporte de la presente tesis se encuentra en el desarrollo del modelo de diagnostico mediante el uso de la lógica difusa y su implementación en SWI-prolog siendo una herramienta de fácil manejo y comprensión a la hora de evaluar los resultados. El diseño y elaboración de un Sistema Experto de Diagnostico y Tratamiento de pancreatitis aguda es innovador ya que el mismo combinara habilidades y conocimientos adicionales en el campo de la medicina permitiendo de esta manera que enfermeras o personas con conocimiento médico, atiendan a pacientes que vienen al centro de salud con este tipo de enfermedad y actúe de manera inmediata.

MARCO TEORICO

2.1 SISTEMA EXPERTO

En el campo del análisis de decisiones, cuyo desarrollo se produjo entre la década de los años 50 y los 60, se estudió la aplicación de la teoría de decisiones en los problemas de decisiones reales. El proceso implica un cuidadoso estudio de acciones y resultados posibles, así como de las preferencias por cada resultado. Es frecuente que en el análisis de decisiones figuren dos protagonistas; el tomador de decisiones, quien define que resultados son preferibles obtener, y el análisis de decisiones, el cual enumera las posibles decisiones y resultados correspondientes, y con base en las preferencias del tomador de decisiones, decide cuál es una acción idónea.

Los Sistemas Expertos, reproducen el planteamiento de expertos en la solución de problemas. Esto significa que en un programa de ordenador se dispone de estrategias de solución y conocimientos de expertos, con los que se podrá solucionar problemas de una forma casi inteligente.

2.1.1 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto, es experto en un campo muy reducido del saber (dominio), su estrategia general de resolución es el motor de inferencia, el conocimiento esta en forma de unidades elementales que puedan relacionarse con otras y que le permiten conocer cuál de ellas ha actuado y porque, esto hace que el motor de inferencia, la base de hechos y la base de conocimientos, sean completamente independientes y son por naturaleza declarativos. En consecuencia se puede definir un Sistema Experto (SE) como un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir significativa experiencia humana, para su solución. Es decir un sistema

experto es un sistema de aplicación informática que emula la habilidad de tomar decisiones de un experto (especialista) humano. [VELASQUEZ, 2010]

Una de las características principales de los sistemas expertos es que están basados en reglas, es decir, contienen unos conocimientos predefinidos que se utilizan para la toma de decisiones. Así, un sistema experto es un cuerpo de programas de ordenador que intentan imitar e incluso superar en algunas situaciones a un experto humano en un ámbito concreto de su actividad. No pretende, en absoluto, reproducir el pensamiento humano, sino simplemente la pericia de un profesional. Esta pretensión es más sencilla ya que en algunos campos reducidos los expertos trabajan siguiendo reglas, aunque, generalmente, no sean conscientes de ello. En aquellos campos en los que no sea necesario aplicar la intuición ni el sentido común, los sistemas basados en el conocimiento han conseguido notables éxitos, conseguidos en ocasiones ser más regulares y rápidos que los propios expertos.

Dada la complejidad de los problemas que usualmente tiene que resolver un sistema experto, puede existir cierta duda en el usuario sobre la validez de respuesta obtenida. Por este motivo, es una condición indispensable que un sistema experto, sea capaz de explicar su proceso de razonamiento o dar razón del porque solicita tal o cual información o dato. En consecuencia la función de un sistema experto es la de aportar soluciones a problemas, como si de humanos se tratara, es decir capaz de mostrar soluciones inteligentes. Y la pregunta surge ¿Cómo es posible? Es posible gracias a que al sistema lo crean con expertos (humanos), que intentan estructurar y formalizar conocimientos poniéndolos a disposición del sistema, para que este pueda resolver una función dentro del ámbito del problema, de igual forma que lo hubiera hecho un experto [Velásquez 2010].

2.1.2 RAZONES PARA UTILIZAR UN SISTEMA EXPERTO

A continuación se muestra en la *Tabla 2.1* las diferencias entre el experto humano y el experto artificial, lo que a simple vista nos da una idea de porque se debe utilizar un Experto artificial.

TABLA 2.1: DIFERENCIA ENTRE EXPERTO HUMANO Y SISTEMA EXPERTO

EXPERTO HUMANO	EXPERTO ARTIFICIAL
NO PERDURABLE	PERMANENTE
DIFÍCIL DE TRANSFERIR	FÁCIL
DIFÍCIL DE DOCUMENTAR	FÁCIL
IMPREDECIBLE	CONSISTENTE
CARO	ALCANZABLE
CREATIVO	NO INSPIRADO
ADAPTATIVO	NECESITA SER ENSEÑADO
EXPERIENCIA PERSONAL	ENTRADA SIMBÓLICA
ENFOQUE AMPLIO	ENFOQUE CERRADO
CONOCIMIENTO DEL SENTIDO COMÚN	CONOCIMIENTO TÉCNICO

FUENTE: [LIC. VELASQUEZ, 2010]

En una situación ideal, un sistema experto es tal que se comporta en la misma forma que lo haría un experto humano sobre lo que se ha construido el sistema, presentando ciertas ventajas respecto al humano. La potencia de un Sistema Experto se basa más en una gran cantidad de conocimiento que en un formalismo deductivo muy eficaz. La idea que se persigue cuando se construye un Sistema Experto es la de automatizar la labor del experto, partiendo en ocasiones de información insuficiente o incompleta.

Teniendo esto en cuenta, se puede pensar que un sistema experto, no es un sistema pensando para reemplazar al experto humano sino un sistema pensado para ayudar al experto humano en la toma de decisiones y además supone una descarga del experto en el trabajo rutinario y, por lo tanto, la reducción de sus problemas. Entonces los Sistemas Expertos ofrecen ayuda para:

- ❖ Evitar fallos en labores rutinarias complejas
- ❖ Ampliar de forma más rápida los conocimientos de los especialistas
- ❖ Diagnosticar fallos con mayor rapidez
- ❖ Conseguir tareas de planificación más compleja y consistentes.

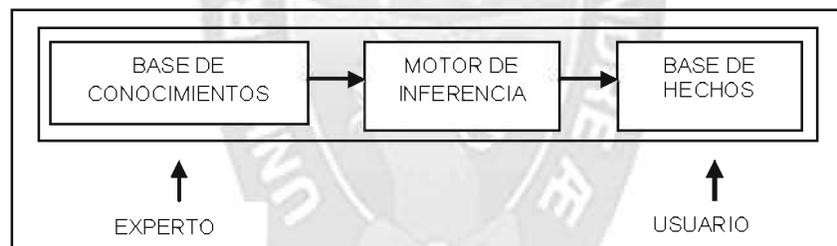
El uso de Sistemas Expertos es especialmente recomendado en las siguientes situaciones:

- ❖ Cuando los expertos humanos en una determinada materia son escasos, los Sistemas Expertos pueden recoger y difundir su conocimiento.
- ❖ En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.
- ❖ Cuando sea muy elevado el volumen de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.
- ❖ En situaciones deterministas, en las que las conclusiones se obtiene aplicando un conjunto de reglas.

2.1.3 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

La estructura de un SE está organizada alrededor de tres elementos principales. Ver la Figura 2.1

FIGURA 2.1: ARQUITECTURA BÁSICA DE UN SISTEMA EXPERTO



FUENTE: [Elaboración propia]

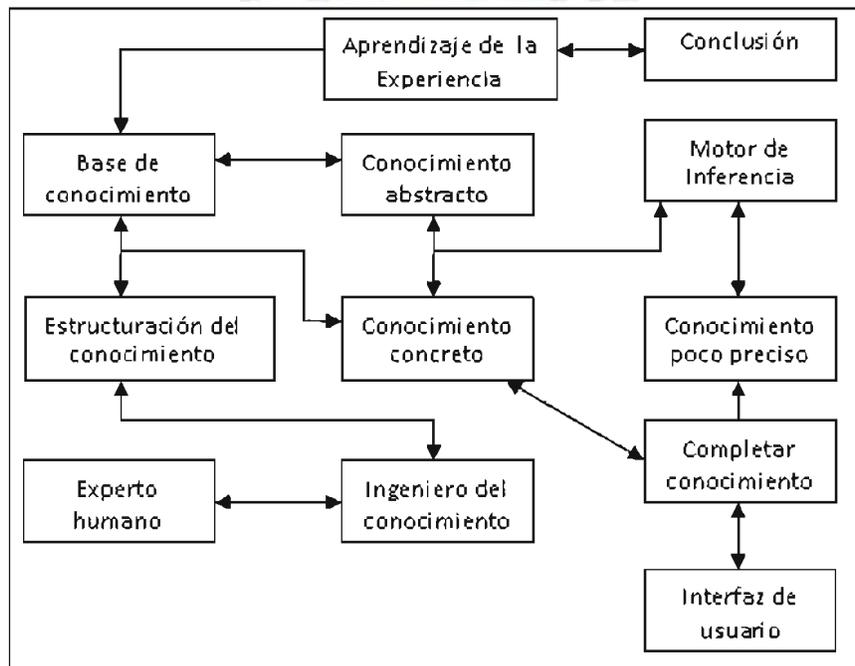
Esta definición de las partes de un Sistema Experto es muy general, ahora se presenta una serie de componentes más detallados de un SE:

- ❖ **Subsistema de control de coherencia.** Este componente previene la entrada de información incoherente en la base de conocimiento. Es un componente muy necesario, a pesar de ser un componente reciente. [Samper. 2002]
- ❖ **Subsistema de adquisición de conocimiento.** Se encarga de controlar si el flujo de nuevo conocimiento a la base de datos es redundante. Sólo almacena la información que es nueva para la base de datos. [Samper, 2002]
- ❖ **Motor de inferencia** Este componente es básico para un SE; se encarga de obtener conclusiones comenzando desde el conocimiento abstracto hasta el

conocimiento concreto. Si el conocimiento inicial es muy poco, y el sistema no puede obtener ninguna conclusión, se utilizará el subsistema de demanda de información. [Samper, 2002]

Por lo tanto la construcción de un SE no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas (expertas) enfocadas al mismo tema, cada una de las cuales aportará algo para que el SE a desarrollar sea robusto, fácil de usar y mantener, es así que tiene la siguiente estructura completa, como se muestra en la siguiente Figura 2.2.

FIGURA 2.2: ESTRUCTURA COMPLETA DE UN SISTEMA EXPERTO



FUENTE: [Lic. Velásquez, 2010]

El experto Humano

Experto Humano es aquel que suministra el conocimiento básico en el tema de interés, y los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el sistema experto pueda entender

Ingeniero de Conocimientos

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

Estructuración del Conocimiento

Se refiere a realizar el control más ordenado y con la intención de detectar imperfecciones, y así poder corregir las mismas.

Conocimiento Abstracto

Se encarga de albergar los datos propios correspondientes 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 permitiendo conservar el rastro de los razonamientos llevados a cabo.

La base de hechos representa el conocimiento del estado en un cierto instante, esto normalmente se lo representa en una base de datos, y su información está directamente enlazada con la base de conocimiento.

Base de Conocimiento

La base de conocimiento es una base de datos que posee una información, se refiere a *afirmaciones de validez general*, tales como reglas específicas sobre una materia o tema determinado, distribuciones de probabilidad. Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular. Por ejemplo en el diagnóstico médico, los síntomas, las enfermedades y las relaciones entre ellos, forman parte del conocimiento, mientras los síntomas particulares de un paciente dado forman parte de los datos.

Base de Hechos

Se trata de una memoria temporal auxiliar que almacena los datos del usuario, datos iniciales del problema, y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del proceso de resolución. A través de ella se puede saber no solo el estado actual del sistema sino también cómo se llegó a él.

Base de Reglas

A través de ella se puede saber no solo el estado actual del sistema sino también como se llegó a él

Motor de Inferencia

Es el núcleo del SE, ya que ponen en acción los elementos de la base de conocimientos para construir los razonamientos. Ejecuta las inferencias (deducciones) en el curso del proceso de resolución, bien sea por modificación, bien por adjunción de los elementos de la base de hechos.

Frente a una situación dada, detecta los conocimientos que interesan, los utiliza, los encadena, y construye un plan de resolución independiente del dominio y especificidad del caso tratado.

Aunque el motor de inferencia, sea un programa procedimental en el sentido habitual del término, la forma en que utiliza el conocimiento nunca está prevista por el programador.

Interfaz de Usuario

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 fácil y agradable.

Conocimiento poco preciso

Cuando el conocimiento abstracto no está definido en forma determinista o con total certeza, componentes aleatorios o información de tipo difusa, es necesaria una base de conocimiento especial que permita almacenar este tipo de información.

Aprendizaje de la Experiencia

El aprendizaje de un sistema experto, puede ser en base a reglas según la base de conocimientos, es denominado aprendizaje estructural o si utiliza probabilidades se diría que tiene un aprendizaje paramétrico.

Conclusión

Una vez obtenida las conclusiones pertinentes el sistema experto, debe realizar ciertas acciones, revisar, realizar varias pruebas para poder verificar su

funcionamiento y así poder dar una acertada conclusión acerca del sistema experto.

Justificación

Capacidad de justificar sus conclusiones.

Conocimiento probabilístico, posibilista

El razonamiento de todo ser humano, no se basa en la lógica binaria, si no de varios valores e incluso valores probabilísticos.

Aprendizaje

Permite la incorporación de una nueva regla a la base de conocimientos.

2.1.4 TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS

Entre los tipos más importantes de Sistemas Expertos, los basados en reglas, y los basados en probabilidad han sido los más estudiados y difundidos.

2.1.4.1 LOS SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS

Se definen a partir de un conjunto de objetos, que representen las variables del modelo considerado, ligadas mediante un conjunto de reglas, que representarán las relaciones entre las variables.

2.1.4.2 LOS SISTEMAS EXPERTOS PROBABILISTICOS

Es más abstracta para la lógica humana. La base del conocimiento de estos sistemas la compone un espacio probabilístico, y su motor de inferencia, a través de diversos métodos de cálculo de probabilidades condicionadas; calcula la probabilidad de los sucesos aplicando diversas hipótesis de independencia.

También se clasifica a los tipos de Sistema Experto de acuerdo a la función que realizan, estos pueden ser algunos de ellos:

- Interpretación
- Predicción
- Diagnóstico
- Diseño
- Planeación

2.2 FASE DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Antes de detallar los pasos o fases a seguir en el desarrollo de un sistema experto se verá primero la composición del equipo de trabajo con el que se tiene que contar para el desarrollo de un Sistema Experto.

2.2.1 EQUIPO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Las personas que participan en el desarrollo de un Sistema Experto desempeñan tres papeles distintos:

- El experto: que pone sus conocimientos especializados a disposición del Sistema Experto;
- El ingeniero de Conocimiento: que plantea las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en la base de conocimiento.
- El usuario: que aporta sus deseos y sus ideas, determinando especialmente el escenario en el que debe aplicarse el Sistema Experto.

En la fase de desarrollo, el peso principal de trabajo recae en el ingeniero del Conocimiento y en el Experto. Ver la Figura 2.3.

FIGURA 2.3: RELACION ENTRE LOS GRUPOS QUE INTERVIENEN EN EL DESARROLLO.



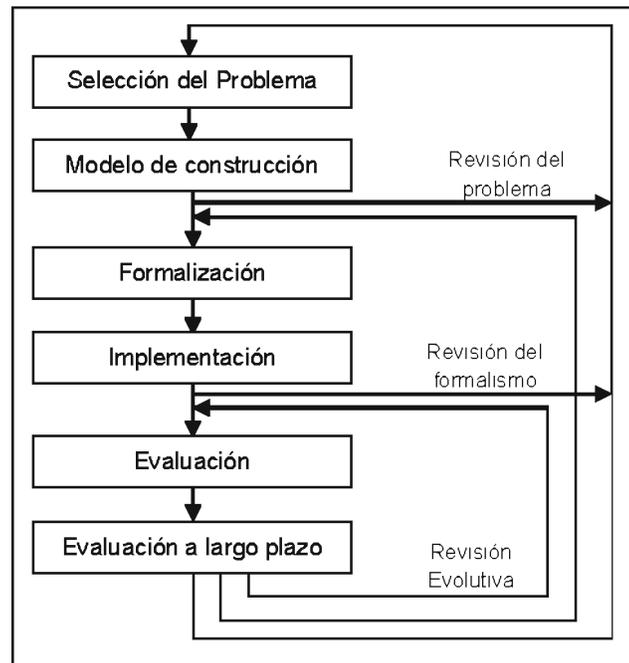
FUENTE: [GRAW HILL, 1988]

Una vez delimitando el dominio, se alimentara el Sistema Experto poco a poco con los conocimientos del médico experto (gastroenterólogo). El Ingeniero del conocimiento será responsable de una implementación correcta, pero no de la exactitud del conocimiento. La responsabilidad de esta exactitud recae en el medico experto.

Una vez compuesta el equipo de trabajo para la construcción del SE, se verá la metodología que se adopta para el desarrollo de la misma.

Para el desarrollo del Sistema Experto se utilizará la Metodología de Buchanan, la cual nos guiará dándonos las pautas necesarias para el desarrollo del Sistema Experto, de la misma manera nos permitirá una correcta documentación y finalmente nos permitirá detectar errores durante el desarrollo del prototipo. Ver Figura 2.4.

FIGURA 2.4: FASES DE DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO



FUENTE: [METODOLOGIA BUCHANAN]

2.2.2 SELECCIÓN O IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Consiste en definir el problema y determinar los objetivos y metas, y verificar los recursos necesarios con los que contamos para la realización del trabajo: Participante, Colaboradores, Materiales, Tiempo de Realización, etc.

2.2.3 MODELOS DE CONSTRUCCION O (CONCEPTUALIZACION)

En esta fase el *diseñador* recolecta información sobre el tipo de problema que resolverá el sistema experto. Esta tarea se conoce como adquisición del conocimiento, estos dependen muchos de las herramientas que se utilizaran, reglas o métodos probabilísticos.

2.2.4 FORMALIZACION

Una vez que tenemos el conocimiento necesario hay que estructurarlo de modo que pueda ser introducción en un computador; para ello debemos escoger un método de representación del conocimiento como pueden ser las reglas, los marcos, métodos probabilísticos.

2.2.5 IMPLEMENTACION

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.

2.2.6 EVALUACION

Esta última fase del sistema experto es poner a prueba con el fin de corregir los posibles errores e incluso rediseñar la base del conocimiento o reformular el problema. Además es habitual realizar una evaluación global del comportamiento del programa.

2.3 REPRESENTACION DEL CONOCIMIENTO

Representa el conocimiento en un ordenador, consiste en encontrar una correspondencia entre el mundo exterior (forma externa) y un sistema simbólico (forma interna o física) que permita el razonamiento.

El experto del dominio encargado de transmitir su conocimiento al Sistema Experto, suministra este último en su forma externa. El mecanismo de adquisición del conocimiento transforma este fragmento del conocimiento a la forma, es decir, en forma de estructura de datos (tabla, lista, matriz...), antes de incluirlo en la base de conocimientos.

a) Representación procedimental: (autónomas finitos, programas) que expresan explícitamente las interrelaciones entre fragmentos de conocimiento pero que son difícilmente modificables.

b) Representación Declarativa: (cálculo de predicados, reglas de producción, redes semánticas) que crean fragmentos de conocimiento independientes unos de otros y que, por consiguiente, son fácilmente modificables. Estos conocimientos se combinan, después, mediante un mecanismo general de razonamiento y deducción.

Ventajas: Legibilidad, economía, flexibilidad y factibilidad de modificación.

c) Representación mixta: (objetos estructurados: esquemas, marcos, grafismos, objetos...) que emplea los dos modos de replantación precedentes.

El primer modo de representación es la más usada para implementar sistemas expertos, por lo que en este trabajo sólo mencionaremos las otras dos. Es decir veremos sólo las siguientes formas de representación del conocimiento:

- ✓ Cálculo predicados
- ✓ Reglas de producción
- ✓ Redes semánticas
- ✓ Objetos estructurados

2.3.1 CALCULO DE PREDICADOS

En lógica de proposiciones, una acción (o un estado) se puede modelar mediante una proposición, o enunciado declarativo. Por ejemplo: Sócrates es mortal.

El lenguaje de las proposiciones se compone de un conjunto de fórmulas bien conformadas que están constituidas por aserciones y conectores lógicos.

El cálculo de predicados proporciona un medio natural de representar el conocimiento de forma declarativa. Una base de conocimiento es un conjunto de WFF (Well Formed Formulas) y de reglas semánticas que las relacionan en el dominio de aplicación.

Se pueden deducir nuevos conocimientos a partir de los antiguos mediante procedimientos de prueba automática de teoremas, fundados en el principio.

Muchos problemas de naturaleza claramente deductiva, como los juegos de lógica, se expresan muy bien en este tipo de representación. Por el contrario, la mayor parte de los problemas de la vida real que tienen que resolver los seres humanos son de naturaleza inductiva (por ejemplo: el diagnóstico).

Es la razón por la que se han desarrollado otro tipo de formalismos, concretamente las reglas de producción, con el fin de tener en cuenta aspectos inherentes al razonamiento humano.

2.3.2 REGLAS DE PRODUCCION

“El principio básico de la programación con reglas de producción es que cada regla es un trozo independiente del conocimiento (se denomina: gránulo o módulo), es decir contiene todas las condiciones para su aplicación” [Siemens, 1988]. Una regla puede traducir una relación, una información semántica o una acción condicional. En consecuencia, es únicamente la comparación entre las condiciones activadas de una regla y los hechos existentes lo que permite “filtrar” aquellas para retener sólo las que son aplicables.

En las reglas de producción, cada regla está, en principio, redactar ignorando la existencia de las demás y por consiguiente no se activan por su nombre, sino por sus condiciones de aplicabilidad (filtro). Ello permite añadir o suprimir reglas sin preocuparse de las repercusiones de estas modificaciones. Una regla de producción tiene, generalmente, la siguiente forma:

*SI Premisa **ENTONCES** consecuente*

La parte izquierda expresa las condiciones de aplicabilidad de la regla. Puede contener una conjunción de proposiciones lógicas, de predicados o de relaciones. La parte derecha representa la conclusión, la cual puede ser una acción a efectuar o una acción a efectuar o una aserción a añadir a la base de hechos.

Ejemplo: **SI** el coche no arranca y los faros no alumbran **ENTONCES** existe una evidencia fuertemente sugestiva que la batería sea la causa.

Los sistemas que se redactan con reglas de producción reciben el nombre de sistemas de producción.

El componente más importante de un sistema de producción es el mecanismo de inferencia. Con él se gobierna el procesamiento y la elección de las reglas de producción.

Un buen mecanismo de inferencia destacará por sus eficientes métodos y estrategias de solución de conflictos para la elección de una regla a partir de una serie de posibles reglas.

2.3.2.1 ENCADENAMIENTO DE REGLAS

Una de las estrategias de inferencia más utilizadas es el encadenamiento de reglas. Esta estrategia se utiliza cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Y estas serán premisas para llegar a ser conclusiones.

Datos: Compone de una base de conocimiento (objetos y reglas) y algunos hechos iniciales, como consecuencia tenemos, también llamado encadenamiento hacia adelante.

Resultado: El conjunto de hechos derivados lógicamente de ellos.

Este método de representación es el utilizado es la mayoría de los SE, ya que posee determinadas ventajas derivadas de su estructura.

- Facilidad de modificación, consecuencia de la modularidad del conocimiento.
- Cuanto más reglas posea el sistema, más potente será (al menos, teóricamente)
- Gran legibilidad de las reglas y, además, facilidad de escritura de las mismas.
- Posibilidades de introducir coeficientes de verosimilitud que permiten ponderar el conocimiento.

Pero, el principal problema reside en la posibilidad de perder coherencia lógica en la base de conocimientos, debido al gran número de reglas y a la dificultad de verificación manual de dicha coherencia.

Esta es la razón por la que los SE sofisticados que utilizan reglas de producción, proponen, frecuentemente, la inclusión de un módulo de gestión de coherencia de las reglas.

2.3.2.2 REGLAS COHERENTES

Un conjunto de reglas se denomina coherente si existe, al menos, un conjunto de valores de todos los objetos que producen conclusiones no contradictorias.

- **Evaluación de reglas como representación de conocimiento**

Como desempeño depende de la cantidad y profundidad de su conocimiento. La modularidad de la reglas es fundamental para un buen desempeño (entre otros para añadir nuevas reglas, detectar inconsistencias, reglas subsumidas por otras, etc.)

La modularidad implica que toda la información contextual debe estar incluida en la regla y ninguna regla llama directamente a otra. Esto puede provocar reglas demasiado grandes.

El encadenamiento hacia atrás no es fácil mapear un conjunto de pruebas a las metas (pensar “al revés”). La explicación: debe de ser “natural” y transparente para los expertos (razones de usar proceso simbólico y reglas).

Las capacidades deben:

- Mostrar en cualquier momento la regla considerada
- Almacenar las reglas utilizadas para propósitos de explicación
- Encontrar reglas específicas para contestar algún tipo de pregunta.

En las extensiones se toma en cuenta:

- Preguntar por qué no tomo ciertas acciones
- Combinar la explicación con “medidas de información” para dar explicaciones a diferentes detalles.

La aseveración es el nivel de detalle de conocimiento es adecuado porque lo dieron los expertos. En la adquisición es fácil de formalizar en forma de reglas el dominio médico y se puede hacer en lenguaje natural porque el lenguaje considerado es suficientemente restringido.

La adquisición debe de estar libre de contradicciones, redundancias. Problemas con contradicciones indirectas, efectos secundarios (i.e., actualización de información relacionada). Las explicaciones permiten encontrar fallas en la base de conocimiento y facilitan su modificación.

Algunas limitaciones:

- Algunos conceptos no son fáciles de expresar en forma de reglas.

- El razonamiento hacia atrás no parece ser adecuado para estructurar grandes cantidades de conocimiento.
- La sintaxis de las reglas asume sólo conjunciones de pruebas preposicionales.
- La información se introduce sólo al responder preguntas.
- Las suposiciones sobre las cuales se basa el manejo de los factores de certeza son muy restrictiva.

2.3.3 METODOS DE RESOLUCION DE PROBLEMAS

2.3.3.1 REGLAS Y ENCADENAMIENTOS

Para las reglas de producción se utilizan los mecanismos de inferencia. Estos mecanismos de inferencia evalúan las reglas y el conocimiento en hechos. Existen dos formas básicas de evaluación de las reglas:

- Encadenamiento hacia adelante.
- Encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia adelante se define también como inferencia controlada por los datos, el encadenamiento hacia atrás se conoce también como inferencia controlada por el objetivo.

2.3.3.2 ENCADENAMIENTO HACIA ADELANTE

El motor de inferencia parte de los hechos para llegar a los resultados, es decir, no selecciona más que reglas que verifiquen las condiciones de la parte izquierda (fase de detección-filtrado). Se aplica, entonces, la fase de elección (resolución de conflictos) sobre este conjunto de reglas, para determinar la regla a utilizar posteriormente.

La aplicación de esta regla entraña en general una actualización de la base de hechos (fase de ejecución). Este proceso se repite hasta que no existen más reglas aplicables o se haya alcanzado el objetivo.

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

La regla elegida condicionada la rapidez con la que el sistema llegará a la solución, lo cual determinará la eficacia del motor de inferencia.

Sin embargo, esta forma de razonamiento posee diversos inconvenientes:

- El sistema activa todas las reglas aplicables incluso aunque algunas no ofrezcan ningún interés.
- La base de hechos debe contener el suficiente número de hechos iniciales para que el sistema pueda llegar a una solución.
- Los usuarios deben, pues, suministrar al SE todas las informaciones que poseen, incluso aunque algunas sean inútiles.
- En caso de rechazo, un solo hecho podría permitir llegar al objetivo, pero el usuario no está informado, puesto que el proceso no es interactivo.
- Este método corre el riesgo de caer en la explosión combinatoria si el número de reglas y de hechos es importante, y sobre todo si el objetivo a alcanzar no es conocido, pues es necesario, entonces, aplicar todas las reglas aplicables para deducir todo lo que se puede deducir. Tanto más cuantos muchos motores de inferencia que razonan con encadenamiento hacia adelante trabajan con búsqueda en amplitud (aplicación de todas las reglas aplicables en un momento dado).

2.3.3.3 ENCADENAMIENTO HACIA ATRÁS

El sistema parte del objetivo (o de una hipótesis de objetivo) y trata de volver a los hechos para demostrarlos. Las reglas seleccionadas son las de la parte derecha (consecuente, que corresponden al objetivo investigado).

Las condiciones desconocidas (parte izquierda de las reglas) subsisten mientras que existan sub-objetivos que demostrar.

Este proceso se repite hasta que todos los sub-objetivos se hayan demostrado, o se alcance el objetivo final o hasta que no exista la posibilidad de seleccionar más reglas. En este caso, el sistema puede solicitar del usuario la resolución de uno o varios sub-objetivos (cuestiones, test) y el proceso comienza de nuevo. El rechazo ocurre cuando el sistema no puede seleccionar reglas, ni plantear cuestiones al

usuario (reglas insuficientes o incoherentes o cuando el usuario no puede responder a las preguntas del SE).

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

- La exploración puede detenerse: cuando el objetivo inicial se demuestre o cuando se han explorado sin éxito todas las posibilidades.

El sistema puede, entonces, consultar al usuario sobre los sub-objetivos no resueltos. El razonamiento hacia atrás tiene algunas ventajas:

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

Uno de los riesgos del encadenamiento hacia atrás es el de meterse en un bucle: para demostrar A hay que demostrar B, para demostrar B hay que demostrar A. Lo que ciertos motores de inferencia tienen en cuenta.

Hay un tercer tipo de encadenamiento denominado encadenamiento mixto, en donde el motor de inferencia puede igualmente utilizar alternativamente los encadenamientos hacia adelante y hacia atrás y examinar en cada ciclo si estos dos razonamientos confluyen.

Esto permite realizar la mitad del camino y pararse en el medio o punto de conjunción.

En la práctica, este tipo de razonamiento varía de un motor de inferencia a otro y no existe aún idea claramente definida y admitida por todos. Por el contrario, el objetivo de este encadenamiento es tratar de paliar los inconvenientes de los dos precedentes manteniendo sus ventajas. Sin embargo, su implantación parece tener algunas dificultades.

2.3.4 REDES DE BUSQUEDA

2.3.4.1 PROCEDIMIENTOS DE BUSQUEDA BASICA

De los cuales se aplicara el tipo de búsqueda Procedimientos Ciegos.

Consiste en ir registrando en una lista los estados a los que se va llegando, en la búsqueda se termina el algoritmo cuando se obtiene el estado meta o la lista queda vacía, si se ha obtenido el estado meta la solución será la lista (los estados que en ella se encuentran), si la lista está vacía quiere decir que la búsqueda fue un fracaso ya que no hallo la solución.

Se les denomina métodos ciegos porque siempre se evaluará el primer estado que se encuentra en la lista, sin saber si este es el mejor o peor.

- **La búsqueda en profundidad** es buena siempre y cuando las trayectorias parciales improductivas no sean muy largas, ésta búsqueda se introduce en el árbol de búsqueda extendiendo una trayectoria parcial a la vez.
- **La búsqueda en amplitud** es buena siempre y cuando el factor de ramificación no sea muy grande, se propaga uniformemente n el árbol de búsqueda, extendiendo muchas trayectorias parciales en paralelo.
- **La búsqueda no determinista** es eficaz cuando no se tiene la certeza de cual búsqueda, en profundidad o en amplitud, puede ser la mejor. Se mueve al azar en el árbol de búsqueda; toma una trayectoria parcial y la extiende al azar.

2.4 LOGICA DIFUSA

La lógica difusa es una extensión de la lógica multivaluada, que además está relacionada y fundamentada en la teoría de conjuntos difusos. Según esta teoría, será una función de transferencia (que tomará cualquiera de los valores reales comprendidos en el intervalo $[0,1]$) la que determine el grado de pertenencia de un elemento a un conjunto. La representación gráfica de la función de pertenencia de un elemento a un Conjunto Difuso.

Un conjunto difuso se caracteriza por:

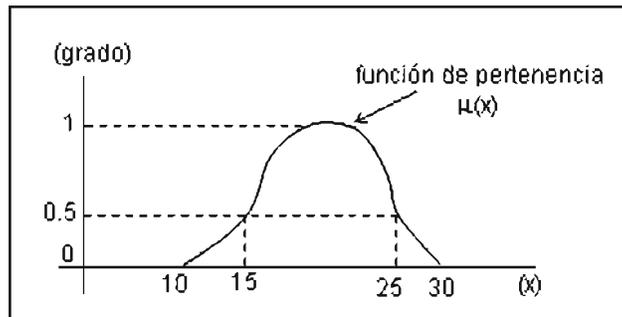
- Un dominio del conjunto, X.
- Un nombre para el conjunto, A.

- Una función característica, $\mu_A(x)$ que puede tomar infinitos valores y se define como:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) / x \in X\} \quad \mu_A(x) \in [0, 1]$$

Esta función indica el valor de pertenencia del elemento x del dominio X al conjunto A .

FIGURA 2.5: GRAFICA DE UNA FUNCION DE PERTENENCIA A UN CONJUNTO DIFUSO



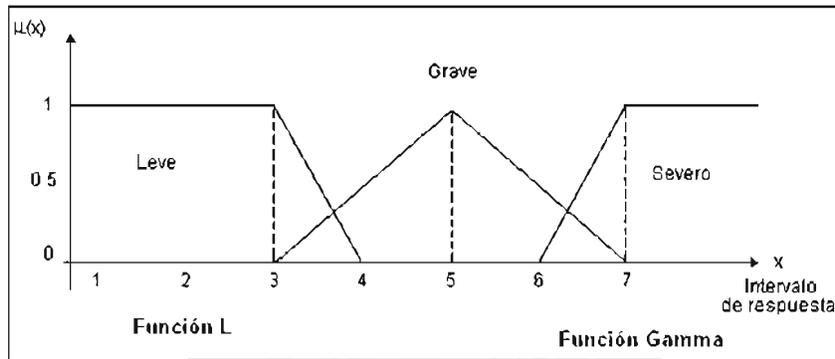
FUENTE: [ROSSANA, 2004]

Los operadores lógicos que se utilizarán en Lógica Difusa (AND, OR, etc.) se definen también usando tablas de verdad, pero mediante un “principio de extensión” por el cual gran parte del aparato matemática clásico existente puede ser adaptado a la manipulación de los Conjuntos Difusos y por lo tanto, a la de las variables lingüística.

La última característica de los operadores lógicos es el procedimiento de razonamiento, que permite inferir resultados lógicos a partir de una serie de antecedentes. Generalmente, el razonamiento lógico se basa en los que los antecedentes son por un lado las proposiciones condicionales (nuestras reglas), y las observaciones presentes por otro (serán las premisas de cada regla). [Rossana, 2004].

En la Figura 2.6 tenemos una aplicación considerando estas funciones de pertenencia se puede realizar diversas aplicaciones, donde al comienzo es aconsejable utilizar la Función L y al final la Función Gamma y al medio se puede utilizar la Función lambda y la Función PI, por ejemplo si se desea determinar a una pregunta se puede tener el siguiente gráfico:

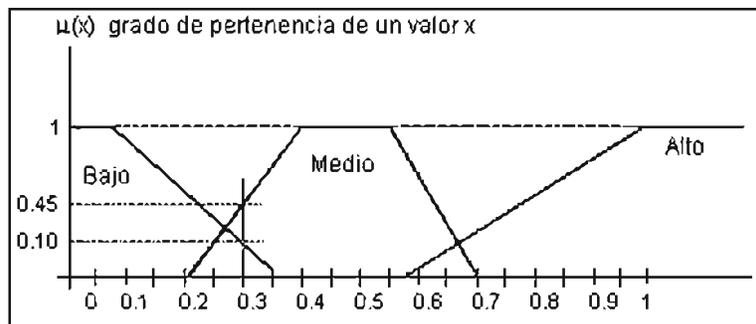
FIGURA 2.6 EJEMPLO DE UNA APLICACIÓN DONDE SE USA LAS FUNCIONES DE PERTENENCIA



FUENTE: [ROSSANNA, 2004]

En este caso, una valoración de *Riesgo Personal* de 30% pertenecería en un 10% ($\mu_{\text{BAJO}}(0.3)=0.1$) al conjunto de *Riesgo de Personal Bajo* y en un 45% ($\mu_{\text{MEDIO}}(0.3)=0.45$) al *Riesgo de Personal Medio*. En contraposición con los conjuntos borrosos, en lógica binaria clásica se utilizan conjuntos no borrosos con grado de pertenencia binaria (0 o 1) como se muestra en la Figura 2.7.

FIGURA 2.7: GRADO DE PERTENENCIA DE UN VALOR X



FUENTE: [ROSSANNA, 2004]

2.4.1 VARIABLES LINGÜÍSTICAS

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

Cuando una variable toma números como sus valores, se tiene un marco de trabajo bien formulado matemáticamente, pero cuando una variable toma palabras como sus valores no se tiene un marco de trabajo formal matemáticamente, de aquí que el concepto de variable lingüística se introduce, si una variable puede tomar palabras en lenguaje natural como sus valores, esta es llamada variable lingüística.

Ej.: "temperatura"

Valores lingüísticos: muy frío, frío, templado, caliente, muy caliente.

Universo de discurso: Es al rango de valores que pueden tomar los elementos que posee la propiedad expresada por la variable lingüística. En el caso de variable lingüística "altura de una persona normal", sería el conjunto de valores comprendido entre 1.4 y 2.3m.

Fusificación: La fusificación tiene como objetivo convertir valores reales en valores difusos. En la fusificación se asignan grados de pertenencia a cada una de las variables de entrada con relación a los conjuntos difusos previamente definidos utilizando las funciones de pertenencia asociadas a los conjuntos difusos.

Desfusificación: Después de la inferencia, tendremos una conclusión difusa una variable lingüística cuyos valores han sido asignados por grados de pertenencia, sin embargo usualmente necesitamos un escalar que corresponda a estos grados de pertenencia, ha este proceso se le llama desfusificación.

2.5 LENGUAJES DE PROGRAMACION

2.5.1 Swi-Prolog Generalidades

Swi-Prolog es una implementación en código abierto del lenguaje de programación Prolog, desarrollado en 1987 por Jan Wielemaker.

El nombre SWI deriva de Social-Wetenschappelijke informática ("Informática de Ciencias Sociales"), el antiguo nombre de un grupo de investigación en la Universidad de Amsterdam en el que Wielemaker. Está integrado. El nombre de ese grupo se cambió posteriormente a HCS (Human-Computer Studies).

El lenguaje de programación SWI-Prolog ofrece un completo software libre, licenciado bajo la GNU Licencia Pública Menos. Junto con su kit de herramientas

de gráficos XPCE, su desarrollo ha sido impulsado por las necesidades de las aplicaciones del mundo real. En estos días SWI-Prolog es ampliamente utilizado en la investigación y la educación, así como para aplicaciones comerciales. Está orientado a la resolución de problemas mediante cálculo de predicados, basado en: Preguntas y Pruebas matemáticas.

El programa en SWI-Prolog especifica cómo debe ser la solución, en vez de dar el algoritmo para su resolución. La solución se obtiene mediante búsqueda aplicando la lógica de predicados.

En los lenguajes de programación (Fortran, Pascal, C, Java), las instrucciones se ejecutan normalmente en orden secuencial, es decir, una a continuación de otra, en el mismo orden en que están escritas, que sólo varía cuando se alcanza una instrucción de control (un bucle, una instrucción condicional o una transferencia).

Los programas en Swi-Prolog se componen de cláusulas de Horn que constituyen reglas de tipo "modus ponendo ponens", es decir, "Si es verdad el antecedente, entonces es verdad el consecuente". No obstante, la forma de escribir las cláusulas de Horn es al contrario de lo habitual. Primero se escribe el consecuente y luego el antecedente. El antecedente puede ser una conjunción de condiciones que se denomina secuencia de objetivos. Cada objetivo se separa con una coma y puede considerarse similar a una instrucción o llamada a procedimiento de los lenguajes imperativos. En Swi-Prolog no existen instrucciones de control. Su ejecución se basa en dos conceptos: la unificación y el backtracking.

Gracias a la unificación, cada objetivo determina un subconjunto de cláusulas susceptibles de ser ejecutadas. Cada una de ellas se denomina punto de elección. Swi-Prolog selecciona el primer punto de elección y sigue ejecutando el programa hasta determinar si el objetivo es verdadero o falso. En caso de ser falso entra en juego el backtracking, que consiste en deshacer todo lo ejecutado situando el programa en el mismo estado en el que estaba justo antes de llegar al punto de elección. Entonces se toma el siguiente punto de elección que estaba pendiente y se repite de nuevo el proceso. Todos los objetivos terminan su ejecución bien en éxito ("verdadero"), bien en fracaso ("falso").

2.5.2 Características

Las características más importantes que Swi-Prolog presenta son las siguientes:

- ✓ Kernel bajo la licencia LGPL.- Todas las colecciones de Prolog se distribuyen bajo la GPL con una declaración adicional que permite su uso en aplicaciones propietarias. Los detalles se pueden encontrar en la página de licencia;
- ✓ Compilación rápida.- Por ejemplo carga de 140.000 líneas de propagación de código fuente de más de 500 archivos en 2.3 segundos en un sistema AMD 5400 +;
- ✓ Robusta y libre de fugas de memoria.- En el uso de varios servidores que se ejecutan
- ✓ Entorno de desarrollo completo.- Incluye gráficos, bibliotecas y muchos paquetes de interfaz. Requiere aproximadamente 40 Mb de disco duro, el núcleo no es de 650Kb gráfica, la biblioteca de gráficos sobre 1.2Mb añade a la imagen;
- ✓ Escalas bien para aplicaciones de gran tamaño.- No hay límites en el tamaño de programa, átomo de longitud, plazo aridad o valores enteros. No hay una degradación del rendimiento con muchos de los predicados (indexado) los hechos;
- ✓ Interfaz flexible y rápido a la C- y C++, la interfaz permite llamar en ambas formas, el manejo de la no determinismo en ambos sentidos y la incrustación de la Swi-Prolog kernel en C/C++;
- ✓ Portátil para muchas plataformas.- incluye casi todas las plataformas Unix, Linux, Windows, MacOS X y mucho más.
- ✓ Juego de caracteres Unicode manejo de interno.- ideal para web y aplicaciones internacionales.

2.6 LA PANCREATITIS AGUDA

Las aplicaciones médicas siempre han sido uno de los campos de atención para el área de la informática. Este interés puede explicarse por el hecho de que el campo es intelectualmente atractivo y desafiante para un informático; en la actividad médica intervienen numerosos procesos de decisión bajo incertidumbre e imprecisión.

2.6.1 NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO Y PROCESO DE DECISIÓN MÉDICA

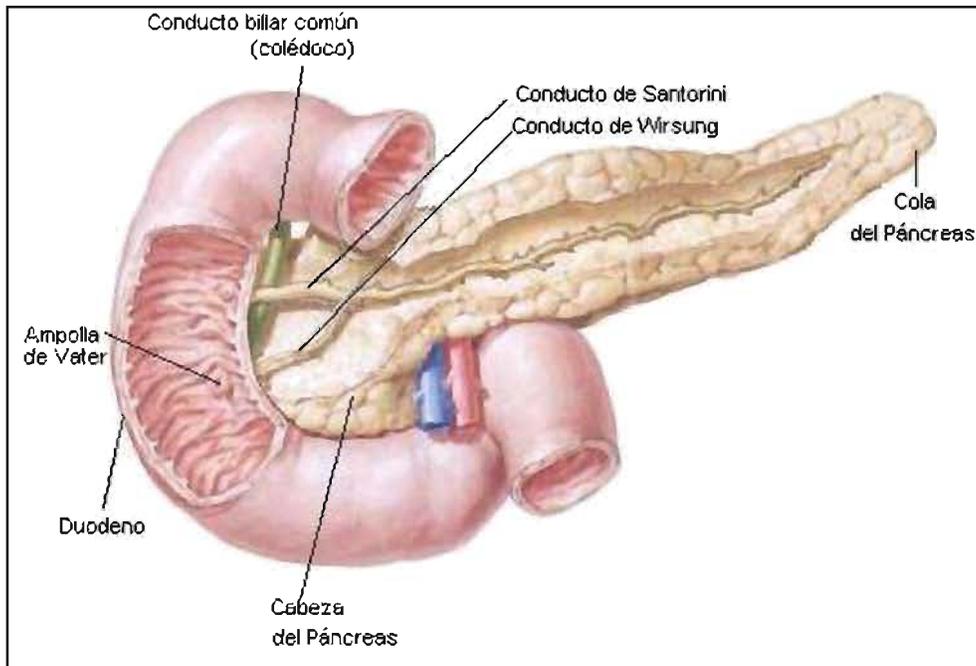
La actividad médica puede descomponerse, en tres partes: adquisición de datos del paciente, interpretación de esos datos para el establecimiento de un diagnóstico y de un pronóstico, formulación y seguimiento de un plan terapéutico o tratamiento. Los datos incluyen características físicas, antecedentes familiares y personales y las llamadas manifestaciones: síntomas (sensaciones subjetivas comunicadas por el paciente, dolor, hemorragia, etc.), signos (hechos objetivos observados o medidos: temperatura, sonidos, etc.) y resultados de laboratorio. Normalmente, estos datos no se adquieren de una sola vez, sino en el curso de unos procesos iterativos en los que se encuentran también actividades de diagnóstico y de tratamiento.

2.6.2 EL PANCREAS

El páncreas es una glándula de gran tamaño ubicada detrás del estómago encargada de fabricar jugos digestivos o enzimas, que ayudan a descomponer los alimentos en la parte superior del duodeno (intestino delgado). El páncreas también es el encargado de producir insulina y glucagon, dos hormonas que ayudan a controlar los niveles de azúcar en la sangre.

Para entender con mayor claridad sobre esta enfermedad es importante conocer la anatomía del páncreas, es por ello que a continuación tenemos la Figura 2.8 aclarando las partes importantes del páncreas.

FIGURA 2.8 ANATOMIA DEL PANCREAS



FUENTE: [NETTER, GASTROENTEROLOGIA]

El páncreas, mide de 9,5 a 14,5 cm de largo y se extiende transversalmente a través del abdomen desde la concavidad del duodeno hasta el bazo, cerca de la vesícula biliar casi pegada al hígado, consta de cuatro partes: la cabeza, el cuello, el cuerpo y la cola, esta glándula resulta inaccesible en la exploración física.

2.6.2.1 ENFERMEDADES DEL PANCREAS

Fundamentalmente, son tres los procesos patológicos que se pueden desarrollar en el páncreas. Estos son:

- Pancreatitis Aguda
- Pancreatitis Crónica
- Cáncer de Páncreas

El objeto principal de nuestro estudio y a la cual dirigiremos nuestra atención de manera extensa será a la enfermedad de pancreatitis aguda.

2.6.3 DEFINICION DE PANCREATITIS AGUDA

Es el proceso inflamatorio agudo del páncreas con compromiso variable de otros tejidos u órganos regionales o de sistemas orgánicos distantes, posee un amplio espectro de gravedad que varía desde un trastorno ligero que responde al tratamiento, hasta uno de gravedad extrema, totalmente refractario.

Cuando el conducto pancreático se obstruye, se interrumpe el flujo del jugo pancreático y las enzimas ya activadas se acumulan en el páncreas, siendo insuficiente la acción del inhibidor para mantenerlas inactivas y provocando, por lo tanto, una gran inflamación. De acuerdo a la rapidez con que se desarrollen los síntomas se puede diferenciar en una pancreatitis aguda (que aparece en forma repentina) o crónica. La forma aguda puede ser muy grave, con riesgo de vida y numerosas complicaciones. Si el daño al páncreas continúa, como cuando un paciente persiste en la ingesta de alcohol, puede desarrollarse una forma crónica de la enfermedad, provocando dolor persistente y severo y reduciendo el funcionamiento del páncreas, lo cual afecta la digestión y provoca pérdida de peso.

2.6.4 ETIOLOGIA

Existen muchos factores capaces de provocar una PA. Entre los más frecuentes en nuestro medio están las enfermedades de las vías biliares y el alcoholismo, aunque también la producen causas diversas y a veces desconocidas.

- **Enfermedades de las vías biliares:** las afecciones de las vías biliares se encuentran entre las causas más frecuentes de PA, fundamentalmente en mujeres. Entre ellas se destacan la colelitiasis, la colecistitis y las enfermedades del colédoco. No se conoce bien el mecanismo a través del cual se produce, aunque se ha insistido en un factor mecánico pasajero en el ámbito de la ampolla de Vater, por los cálculos que emigran.
- **Alcohol:** Esta causa predomina entre los hombres. Se han observado alteraciones de la función pancreática cuando hay una elevación en la concentración sanguínea de alcohol, la ingestión excesiva de alcohol puede

provocar inflamación y edema de la mucosa duodenal y, por consiguiente, obstrucción parcial de la ampolla de Vater,

- **Causas diversas:** Entre los más frecuentes se encuentran:

Trastornos metabólicos: hipercalcemia.

Trastornos vasculares: embolia ateromatosa de las arterias intra-pancreáticas

Pos-operatoria: de cirugía abdominal, cardíaca o de transplantes.

Drogas: azatioprina, L-asparginasa, sulfonamidas, el sulindaco, la tetraciclina, la didanosina, la pentamidina, los estrógenos, la furosemida, AINEs estrógeno tiazidicos y muchos otros son causa infrecuente de pancreatitis aguda

Otros: tumores pancreáticos, traumatismo.

- **Causas desconocidas:** Se sabe que del 10% a 20% de los casos de pancreatitis aguda son de causa desconocida.

2.6.5 CUADRO CLINICO

Entre los antecedentes del paciente tienen valor los de alcoholismo, litiasis biliar, obesidad y la presentación del cuadro luego de una comida abundante, ya que el páncreas está en su fase más activa 2 horas después de ingerir alimentos.

El dolor constituye el síntoma más sobresaliente y se debe a la distensión de la capsula pancreática por el proceso inflamatorio, la peritonitis química y la obstrucción o espasmo de los conductos pancreáticos. Su intensidad varía mucho, desde inicialmente tolerable hasta tornarse muy intenso. Se localiza por lo general en el epigástrico, aunque también suele percibirse en otras partes del abdomen. En ocasiones se irradia al dorso, flancos y zona retrosternal.

Se acompaña de náuseas y vómitos, y en los casos más graves, de cianosis, piel fría y húmeda, taquicardia e hipotensión arterial, hasta llegar al shock. Este último se debe a la reducción del volumen sanguíneo y a la liberación de sustancias vasodilatadoras e hipotensoras.

La temperatura se encuentra habitualmente alrededor de 38°C y raras veces supera los 39°C; debe descartarse una infección sobre añadida si va mas allá de este nivel.

El abdomen se distiende en fase temprana de la enfermedad, a consecuencia de un íleo paralítico por irritación química. A veces es posible palpar una tumoración en su parte alta. En otros casos se ha observado ictericia durante el episodio agudo, sobre todo en aquellos con afecciones concomitantes de las vías biliares. Aunque de manera tardía, es posible encontrar el *signo de Halstead*, que son manchas cianóticas más frecuentes en la región lumbar, debidas a la acción del jugo pancreático sobre el tejido celular subcutáneo, así como el llamado *signo de Cullen-Turner*, que consiste en manchas amarillentas alrededor del ombligo, consecutivas a la transformación de la hemoglobina de la sangre derramada en la cavidad peritoneal.

2.6.6 EXAMENES COMPLEMENTARIOS

2.6.6.1 Amilasa sérica.

Sus valores normales dependen del método empleado. En el sistema internacional es de hasta 220 UI. Se eleva en la fase temprana del proceso, durante las primeras 2 a 12 horas; en la Pancreatitis Aguda no complicada se normaliza entre el segundo y quinto días, sin que exista relación entre la gravedad del proceso y sus valores. La persistencia de cifras elevadas de amilasa sérica debe hacer sospechar el diagnóstico de un pseudoquistes o de macroamilasemia.

La lipemia puede interferir con la determinación de la amilasa, y la destrucción acinar total dar valores normales de ésta durante la Pancreatitis Aguda.

Normalmente el 60% de la amilasa sérica es salivar y el resto pancreática, pero la determinación de sus isoenzimas no resulta superior a la lipasa sérica como ayuda para el diagnóstico.

2.6.6.2 Amilasa urinaria.

Aparece un aumento en la concentración de la amilasa urinaria, que persiste hasta 24 horas después de su normalización en la sangre. Sus valores normales dependen del método empleado. En el sistema internacional es de hasta 1200 UI. La relación de aclaramiento amilasa/creatinina se ha utilizado para tratar de mejorar la especificidad diagnóstica. Se calcula de la forma siguiente:

$Cam/Ccr = [(amilasa \text{ en la orina}) / (amilasa \text{ en el suero})] \cdot [(creatinina \text{ en el suero}) / (creatinina \text{ en la orina})]$

Su valor normal es de 1 a 4% y se considera anormal cuando es superior al 6%. Tampoco resulta superior a la lipasa sérica para el diagnóstico.

2.6.6.3 Lipasa sérica

Generalmente se eleva después de la amilasa, persiste un mayor tiempo alto y es más específica que ella. Sus valores normales dependen del método empleado. En el sistema internacional es de hasta 190UI. Cuando se mantiene aumentada más de 10 días, hay que sospechar una necrosis pancreática con inflamación persistente, o una complicación como el pseudoquiste.

2.6.6.4 Tripsina y ribonucleasa séricas.

La única fuente de tripsina en el organismo es el páncreas, por lo que su incremento en la sangre contribuye al diagnóstico de la pancreatitis aguda.

2.6.6.5 Hemograma.

El número de leucocitos suele estar elevado, entre $10,0 \cdot 10^9$ y $30,0$. El hematocrito y la hemoglobina pueden estar disminuidos cuando hay hemorragia en la cavidad peritoneal.

2.6.6.6 Urea sanguínea

Se eleva en los casos en los casos graves cuando hay shock y oliguria.

2.6.6.7 Calcio sérico

Frecuentemente existe una disminución del calcio entre el 3ro y el 15to días de la enfermedad. Sus cifras reflejan el grado de extensión de la necrosis, ya que la hipocalcemia se debe a la movilización del calcio de la sangre, el cual se combina con los ácidos grasos formados por la hidrólisis de la grasa en el páncreas.

2.6.6.8 Bilirrubina

En ocasiones se encuentra ligeramente elevada, entre 20 y 40 mmol/L.

2.6.6.9 Radiología

Aunque no existen signos radiológicos patognomónicos de pancreatitis aguda, en ocasiones aparecen algunas anomalías que sugieren el diagnóstico. En la radiografía simple de tórax, la presencia de atelectasias

laminares, de infiltrados basales, la elevación de los hemidiafragmas, la existencia de derrame pleural izquierdo o pericardio y de edema pulmonar, contribuyen al diagnóstico. La radiografía simple de abdomen puede mostrar un íleo parálítico borramiento del margen del psoas izquierdo, burbujas de aire extraluminales peri pancreáticas, agrandamiento del marco duodenal, lo que se debe al aumento de volumen de la cabeza del páncreas.

2.6.6.10 Ultrasonido y tomografía axial

Constituyen los métodos más precisos para el diagnóstico, capaces de brindar información en cuanto a la existencia de edema, inflamación del tejido pancreático y de lesiones concomitantes.

2.6.6.11 Laparoscopia

Demuestra las lesiones redondeadas de citoesteatonecrosis, de tamaño variable. Blanco amarillentas, poco prominentes y con un halo rojizo, que se observan en el epiplón mayor y en el peritoneo parietal y visceral. En la forma hemorrágica se encuentra a veces sangre libre en la cavidad abdominal.

2.6.7 DIAGNOSTICO

Diagnostico positivo. Debe plantearse el diagnóstico de Pancreatitis Aguda ante todo paciente que presente dolor en la región epigástrica o umbilical, con irradiación hacia los flancos derecho e izquierdo, acompañado de vómitos, así como de íctero, cianosis, piel fría, hipotensión arterial y en ocasiones shock, temperatura de 38°C y a veces una masa tumoral en la región epigástrica y umbilical. Los exámenes de laboratorio, especialmente la amilasa y la lipasa sérica, la imagenología y la laparoscopia, confirmarán el diagnóstico.

2.6.8 COMPLICACIONES DE PANCREATITIS AGUDA

La forma aguda de la pancreatitis puede presentarse como leve en la mayoría de los casos o puede progresar a la forma grave. Es una enfermedad muy temida en su forma grave por la elevada mortalidad. La forma leve es afortunadamente la más común (80% de los casos) y suele responder al tratamiento médico intra-hospitalario sin dejar secuelas importantes. Un 20% no responde a tratamiento médico y progresa a la forma grave que se asocia con una elevada mortalidad. En la forma grave de la pancreatitis aguda se observan

complicaciones locales (como abscesos, colecciones líquidas, gangrena o necrosis del páncreas), daño de órganos adyacentes (gangrena de colon, estomago o duodeno) y daño de órganos a distancia (por el paso de las enzimas digestivas al torrente sanguíneo pudiendo causar falla hepática, renal, pulmonar, etc.). La forma grave de la pancreatitis requerirá siempre de manejo en una unidad de cuidados intensivos.

Pueden presentarse también colangitis (infección de los conductos biliares), fistulas (comunicaciones con otras vísceras o hacia piel), pseudoquistes (generalmente crónicos después de las 6-8 semanas de resuelta una pancreatitis), diabetes mellitas.

La forma crónica de la pancreatitis aguda puede llegar a sufrir agudizaciones también. Sus principales consecuencias son deficiencias en la digestión por la falta de enzimas (por eso hay dolor crónico y diarrea con grasa) y la diabetes mellitus. El dolor crónico asociado con los alimentos en estos pacientes puede ser de muy difícil control.

Complicaciones Locales. Colecciones líquidas estériles, abscesos, necrosis difusa o focal de páncreas, fistulas, trombosis portal o esplénica, ascitis pancreática, hemoperitoneo.

- *Necrosis pancreática (NP)*: se considera como la presencia de un área focal o difusa de parénquima pancreático no viable, asociado casi invariablemente a necrosis grasa peripancreática. La probabilidad de NP aumenta con el incremento de la severidad clínica. La verificación objetiva de la NP es necesaria y la TCD es actualmente la prueba "gold standard" para ello, la capacidad global de la TCD para demostrar NP es mayor de 90%.
- *Necrosis infectada (NI)*: la infección de la necrosis es la principal causa de muerte en pacientes con PAG y ocurre en 40-70%. Su patogenia se desconoce pero se cree, que los gérmenes llegan a las lesiones necróticas desde el intestino, ya sea por traslocación linfática o directamente por penetración a través de la pared intestinal (no por vía hemática).

Complicaciones Sistémicas. Insuficiencia cardiocirculatoria, respiratoria, falla renal, trastornos metabólicos (hiperglicemia, hipocalcemia), CID, encefalopatía, hemorragia digestiva.

- La *insuficiencia respiratoria* es la principal causa de ingreso en la UCI y se relaciona con la gravedad de la pancreatitis. Es de origen multifactorial y aparece en los primeros días de evolución. El 8% de los pacientes evolucionan a un distress respiratorio del adulto precisando respiración mecánica. La distensión abdominal, el dolor que limita los movimientos diafragmáticos, los derrames pleurales, junto con las atelectasias y microembolias pulmonares contribuyen al desarrollo de la insuficiencia respiratoria. El derrame pleural en un 15% es la alteración radiológica más frecuente.
- La *insuficiencia renal*, de severidad variable, se presenta en los primeros días y la tasa de mortalidad es de hasta un 50%. Se ha relacionado sobre todo con la hipotensión mantenida en la fase de hipovolemia inicial y menos con la liberación de sustancias vasoactivas y formación de microtrombos renales. Esto llevaría a una necrosis tubular aguda. En algunos casos a pesar de un reposición con fluidoterapia en las primeras horas, se presenta oliguria y proteinuria refractaria al tratamiento y que precisa soporte con técnicas de depuración extrarrenal. Se asocia con mal pronóstico.
- El *shock* es excepcional, mientras que es frecuente la hipotensión por hipovolemia relativa, secundaria al secuestro de líquido en el abdomen y el espacio intersticial. El shock hemorrágico ocurre por las complicaciones locales en casos fulminantes. El shock séptico puede deberse a sépsis pancreática, secundaria a la infección de la necrosis o la perforación del colon o trombosis mesentérica.
- Las *complicaciones hemorrágicas* en la pancreatitis pueden deberse a coagulación intravascular diseminada secundaria a la necrosis pancreática. También puede ocurrir microtrombosis o trombosis esplénica. Las hemorragias graves se deben a hemorragia retroperitoneal por erosión de

vasos sanguíneos o por rotura de un pseudoquiste en la cavidad abdominal. También puede haber hemorragia gástrica por úlceras de stress.

2.6.9 TRATAMIENTO

La pancreatitis aguda casi siempre requiere hospitalización, por su impredecible evolución.

Inicialmente se debe confirmar su causa y evaluar la severidad del cuadro ya que ambos aspectos modifican la terapéutica. La supresión de factores incitantes como el alcohol en el caso de la pancreatitis alcohólica, resultan apropiados.

Tratamiento médico: anteriormente se trataba de poner al páncreas “en reposo”, pero en la actualidad se suministran medidas de apoyo que permitan el cese del proceso inflamatorio. Entre éstas esta el alivio del dolor, que si es intenso se trata con meperidina. La cirugía está indicada cuando hay infección del árbol biliar, así como cuando existan complicaciones infecciosas.

El tratamiento en la pancreatitis leve incluye ayuno, líquidos y en ocasiones nutrición parenteral o enteral (por una sonda hasta el intestino), antiespasmódicos y en ocasiones antibióticos.

En la pancreatitis grave el tratamiento es la unidad de cuidados intensivos para soporte de los órganos afectados pudiendo llegar a requerir cirugía en los casos con deterioro progresivo asociado a gangrena del páncreas (necrosis infectada) o abscesos. En estos casos la cirugía que se realiza es la necrosectomía pancreática, es decir se extirpa todo el páncreas afectado y se realizan desde luego otros procedimientos para control de daños como peritonitis. La frecuencia de complicaciones y riesgos y de mortalidad es elevada en estos casos, hasta de un 80% de mortalidad sobretodo si ya hay falla de órganos. Es común la necesidad de varias cirugías y lavados de la cavidad abdominal.

En la pancreatitis crónica el tratamiento es en la mayoría de los casos médico también, pero podrá llevarse generalmente en casa. En casos muy raros de difícil control puede llegarse a requerir cirugías como la pancreatectomía (extirpación del páncreas) y derivaciones del conducto pancreático cuando se encuentra dilatado.

MARCO APLICATIVO

3.1 INTRODUCCION

El desarrollo de un sistema experto difuso exige una metodología a seguir de manera que los resultado esperados sean los deseados y se pueda demostrar la hipótesis establecida, esta metodología se deberá adecuar al problema que se está tratando de resolver como es el diagnóstico de la pancreatitis aguda, las etapas que sigue esta metodología de desarrollo utiliza herramientas técnicas y científicas que son utilizadas según la característica del problema que se desea resolver.

3.2 EL MÉTODO CIENTÍFICO

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

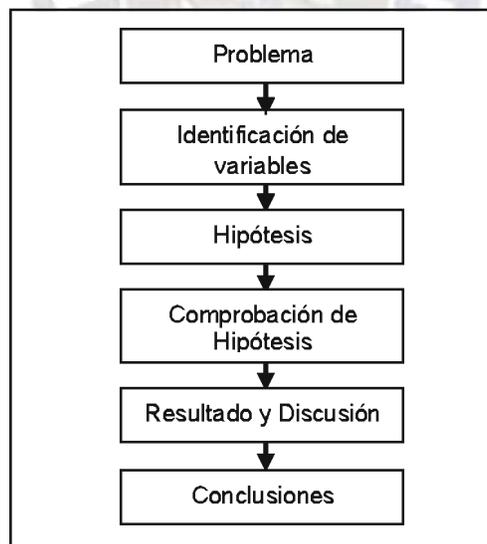
Método inductivo, El método inductivo es el razonamiento de hechos particulares para llegar a la conclusión general; desde este punto de vista, la inferencia que realiza el especialista con las condiciones que son, los síntomas del paciente para dar un diagnóstico, como se comporta el sistema, su capacidad de análisis, su metodología de estudio, la percepción de la sintomatología, etc. Para generalizar lo observado y emular en la computadora dicho comportamiento.

Método Deductivo, Llamado también método lógico deductivo, es un método científico que, a diferencia de la inducción, considera que la conclusión está implícita en las premisas. Es decir que la conclusión no es nueva, se sigue necesariamente de las premisas. Si un razonamiento deductivo es válido y las premisas son verdaderas, la conclusión solo puede ser verdadera; por lo tanto se utiliza el método deductivo dentro del proceso de inferencia lógica, esto significa que la deducción a partir de premisas verdaderas, garantiza el resultado de conclusiones también verdaderas

Con estos procesos se establece las variables que van a intervenir en la búsqueda de solución del problema.

La clasificación del *método por su finalidad* (ver Figura 3.1) será utilizada en el presente trabajo pues el principal objetivo de la presente tesis es el de desarrollar un sistema experto capaz de dar un diagnóstico adecuado y confiable sobre la pancreatitis aguda, para esto utiliza herramientas como ser la lógica difusa, métodos de inferencia difusa y software de desarrollo de prototipo.

Figura 3.1 ESQUEMA DEL METODO CIENTIFICO POR SU FINALIDAD



FUENTE: [VELASQUEZ 2010]

- **Problema:** Nuestro problema planteado en la presente tesis.
- **Identificador de Variables:** Las variables que intervienen en nuestro SE

- **Hipótesis:** Se plantea un prototipo para justificar la hipótesis que se planteo
- **Comprobación de la hipótesis:** El prototipo de nuestro SE es capaz de proporcionar las soluciones requeridas
- **Resultado y Discusión:** Se procede a mostrar la calidad del prototipo del sistema experto mediante un conjunto de casos de prueba.
- **Conclusiones:** Se redactara un informe final relacionado al SE realizado.

3.3 DESCRIPCION INFORMAL

La descripción informal del sistema experto para el Diagnostico y Tratamiento de la Pancreatitis Aguda consiste en:

La identificación y adquisición del conocimiento; 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 en nuestro caso nos permite describir de mejor manera el rango de probabilidad que se le debe asignar a la base de conocimiento para solucionar problemas.

3.4 FORMALIZACION DEL CONOCIMIENTO

La actividad del ingeniero del conocimiento en esta fase se concreta en las siguientes tareas:

- ✓ Elección de un formalismo de representación del conocimiento
- ✓ Elección de una arquitectura que permite coordinar y manejar los distintos tipos de elementos que intervienen en la solución del problema
- ✓ Creación de la base de conocimiento utilizando el formalismo y la arquitectura elegida.
- ✓ Diseño de la interfaz de sistema experto con el usuario y con el resto del entorno lógico.

En el proceso lógico de carga de la base de conocimiento se determinan las **reglas** y se incorporan a la **base de conocimientos**.

Asimismo se detectan los **hechos** y se incorporan a la **base de hechos**. Si no existe al menos una regla que contenga ese hecho debemos determinarla ya que de no ser así, ese hecho estaría de más en la base de hechos.

Durante la inferencia se puede verificar o deducir hechos. En la verificación de un hecho el proceso está dirigido por los objetivos mientras que en la deducción está dirigido por los datos.

- *Verificación de un hecho* En este proceso, una vez tomado un hecho, se produce el **encadenamiento hacia atrás**. Es decir, se parte de la premisa para llegar a los **datos**.
- *Deducción de un hecho* En este proceso, primero se requiere los datos para analizar la **premisa**. Es decir, partimos de:

IF <condición>

Para tomar luego la **decisión** de continuar o no

THEN <conclusión>

La **conclusión** de una regla puede constituirse en **condición de la premisa** necesaria para otra regla y seguir así sucesivamente. Hasta llegar al resultado final de la **inferencia**.

3.5 DESCRIPCION FORMAL DEL MODELO

En la Tabla 3.1 se contempla los principales antecedentes y síntomas que se podría presentar en un determinado paciente.

Tabla 3.1 CUESTIONARIO CLINICO DIRIGIDO A LOS PACIENTES CON PANCREATITIS AGUDA

1	Antecedentes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Familiares de patología digestiva (Antecedentes Hereditarios) ○ Antecedentes personales ○ Fumar (Tabaquismo) ○ Consumo de Alcohol ○ Consumo de drogas Asa, Aines u otros fármacos ○ Uso muy frecuente de aspirinas
---	--------------	---

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Infección virus VIH ○ Síndrome Mallory-Weis ○ Tumores pancreáticos
2	Edad	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menos de 50 – 60 años ○ Más de 60 años
3	Síntomas y Signos de alarma	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dolor abdominal ○ Pérdida de peso ○ Anemia ○ Náuseas ○ Acidez ○ Hemorragia digestiva ○ Disfagia ○ Vómito bilioso ○ Vómito alimentario ○ Ardor o Pesadez ○ Taquicardia ○ Ictericia ○ Signo de Cullen ○ Signo de Turner ○ Signo de Mayo-Robson
4	Otros Síntomas	<p>Intensidad*</p> <p>Duración (más o menos de 2 - 4 semanas)</p> <p>Frecuencia (primera consulta o recidivas)</p>

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

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; partiendo de la Tabla 3.1.

Sea **S** un conjunto de síntomas asociados a un determinado paciente

$S = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, \dots, S_N\}$, 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 y probabilidades bayesianas para las variables lingüísticas, para obtener un valor óptimo de modo que permita encontrar el diagnóstico adecuado.

Sea **D** el conjunto de diagnósticos obtenidos: $D = \{D_1, D_2, D_3\}$.

Cada paciente mujer/varón puede presentar pancreatitis aguda, donde el pronóstico será:

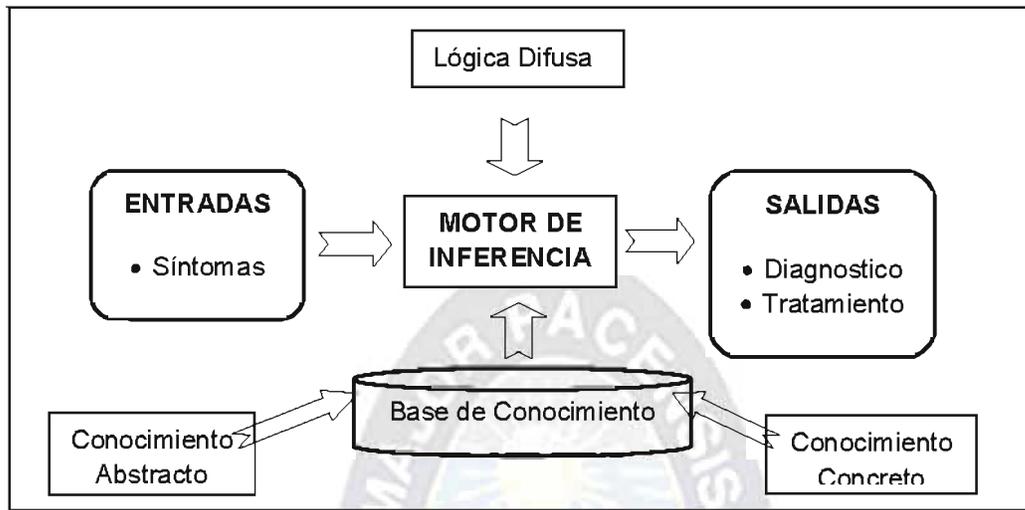
Sea **P** el conjunto de pronósticos obtenidos: $P = \{C_1, C_2, C_3\}$

3.6 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura de Sistema Experto; propuesta en este trabajo, está basada en la arquitectura de sistema experto mencionado en el capítulo II, 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, para describir todo este proceso es que se tomo como medio de descripción a los componentes del Sistema Experto, descritos gráficamente en la Figura 3.2.

FIGURA 3.2 SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE LA PANCREATITIS AGUDA



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

- **Entrada**, El paciente hace uso del Sistema Experto, es ahí donde se obtendrá el (Conjunto de síntomas / signos), datos de entrada que serán proporcionados por el (paciente), cuyo 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**, Será el medio para obtener las conclusiones requeridas.
- **Salida**, El Sistema Experto da el (Diagnostico y Tratamiento), Resultado de la consulta realizada en función de los síntomas (datos de entrada), la base de conocimiento (reglas de producción) y el motor de inferencia.

3.7 IDENTIFICACION DE LAS ENTRADAS

La información de entrada al Sistema Experto proviene exclusivamente de aquellos síntomas propios y comunes de los pacientes con Pancreatitis Aguda. En la Tabla 3.2 tenemos algunas de las variables de entrada contemplada en el Sistema Experto, y los posibles valores que se puede tomar.

TABLA 3.2 DESCRIPCION DE VARIABLES DE ENTRADA DEL SISTEMA EXPERTO

VARIABLES	NOMBRE DE LOS SINTOMAS	VARIABLES LINGÜÍSTICAS
S1	Dolor en el Abdomen	No, Leve, Moderado, Severo
S2	Dolor en el Tórax	No, Leve, Moderado, Severo
S3	Indigestión Abdominal	No, Leve, Moderado, Severo
S4	Nauseas	No, Leve, Moderado, Severo
S5	Vomito Alimentario	No, Leve, Moderado, Severo
S6	Vomito Bilioso	No, Leve, Moderado, Severo
S7	Falta de emisión de eses	No, Leve, Moderado, Severo
S8	Falta de emisión de gases	No, Leve, Moderado, Severo
S9	Sobre peso	No, Leve, Moderado, Severo
S10	Fiebre	No, Leve, Moderado, Severo
S11	Taquicardia	No, Leve, Moderado, Severo
S12	Palidez	No, Leve, Moderado, Severo
S13	Ictericia	No, Leve, Moderado, Severo
S14	Ruido intestinal disminuido	No, Poco, Mucho
S15	Elevación de la amilasa y/o lipasa sérica	Positivo, Negativo
FR1	Edad	Años <50, 50-60, >60
FR2	Sexo	Varón, Mujer
FR4	SIDA	Positivo, Negativo
FR5	Tabaquismo	No, Poco, Mucho
FR6	Alcoholismo	No, Poco, Mucho
FR7	Adicción a la cocaína	No, Poco, Mucho

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.8 IDENTIFICACION DE LAS SALIDAS

La salida que el Sistema Experto proporcionará luego de haber realizado el proceso de inferencia lógica, un diagnóstico y tratamiento de pancreatitis aguda de cada paciente. En la Tabla 3.3 presenta salidas generadas por el Sistema Experto.

TABLA 3.3: VARIABLES DE SALIDA

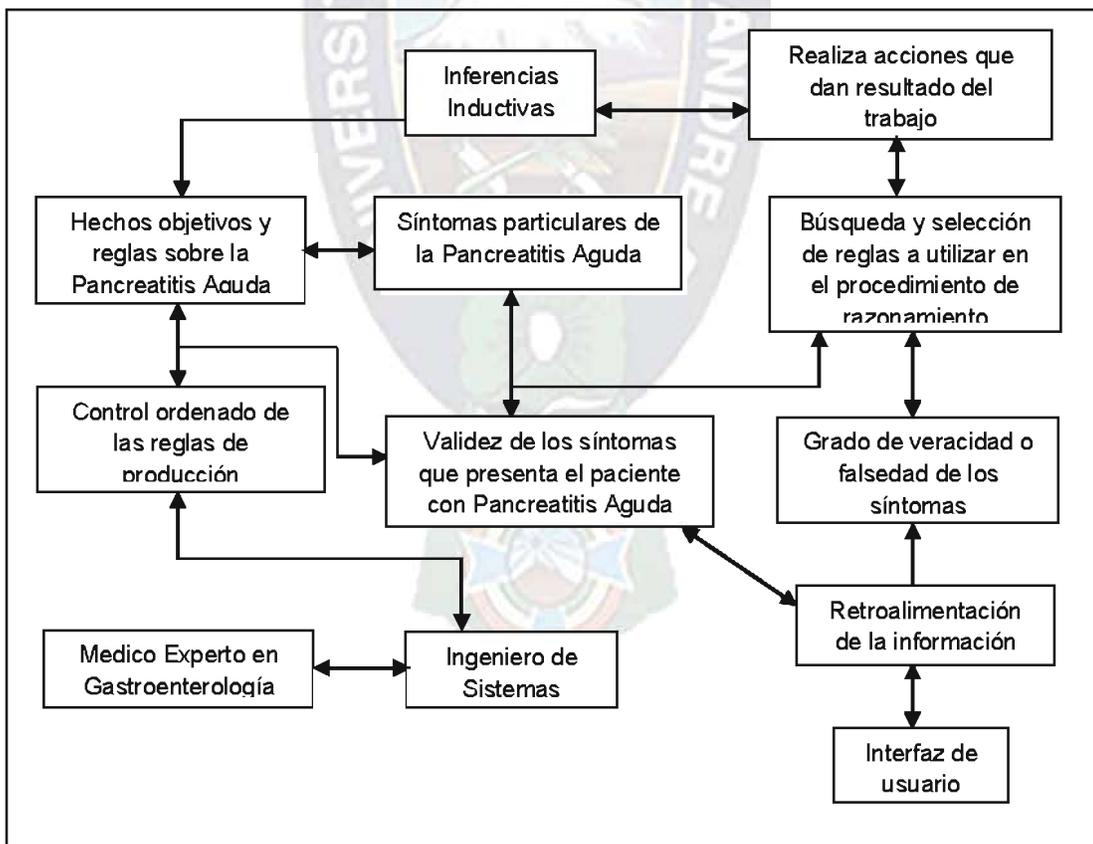
NUMERO	VARIABLES DE SALIDA
1.-	Diagnostico de Pancreatitis Aguda
2.-	Tratamiento para proteger el páncreas
3.-	Medicamentos para reducir la secreción pancreática infectada que produce el páncreas

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.9 INTERACCION DE COMPONENTES

Luego de haber analizado los procesos seguidos por el motor de inferencia, el Sistema Experto para el diagnostico y tratamiento de Pancreatitis Aguda comunica al usuario de forma ordenada e inteligible los hechos determinantes que ha diferenciado las distintas alternativas de decisión para llegar al diagnóstico apropiado, ver Figura 3.3.

FIGURA 3.3: INTERACCION DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA EXPERTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.10 DOMINIO

Señalar el diagnóstico existente de la enfermedad del páncreas, llamada pancreatitis aguda, y cuáles fueron los factores de riesgo de dicha enfermedad, y posibles complicaciones para los pacientes comprendidos entre las edades (Años <50, 50-60, >60).

3.11 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.

- **Componentes de la base de conocimiento**

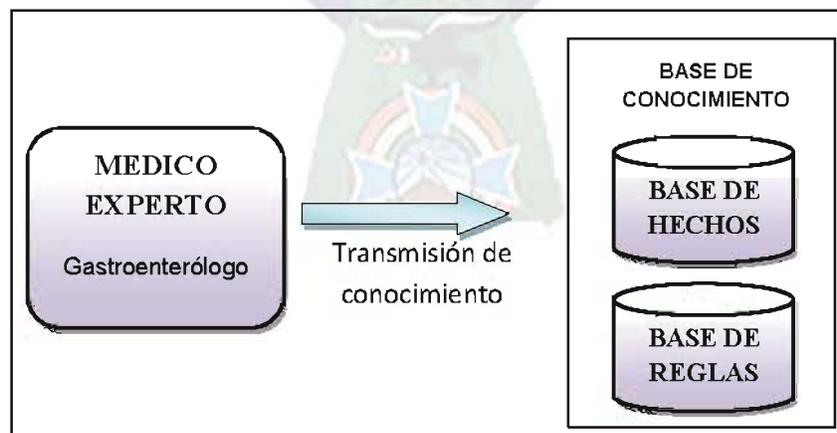
La Base de Conocimiento contiene todos los *hechos* y *reglas* del dominio de aplicación, para realizar un análisis de tales hechos y reglas se debe previamente contar con hechos concretos, los cuales se obtienen a través de la entrevista médica que sostienen el médico y el paciente. Ver Figura 3.4.

- **Definición e identificación del conocimiento**

En esta etapa se definirá el conocimiento que se requiere por el sistema experto, para ello se contará con lo siguiente:

Adquisición del Conocimiento; el conocimiento se adquirió de distintos textos relacionados todos ellos con medicina interna, gastroenterología, pero también se contó con la ayuda de un médico cirujano.

FIGURA 3.4 BASE DE CONOCIMIENTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.11.1 BASE DE HECHOS

Este alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea tratar con la ayuda del modelo, la base de hechos dispone únicamente de los datos propios de la 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 tomará como ejemplo algunos razonamientos obtenidos del paciente.

Ejemplo:

Un paciente de 53 años de edad presenta los siguientes síntomas: Un dolor abdominal intenso que se irradia en forma de cinturón, náuseas, vómitos, palidez, fiebre elevada, un dolor que se presenta después de consumir alimentos, y además no puede defecar, entonces tiene Pancreatitis Aguda.

3.11.2 HECHOS

- H1: El paciente presenta, dolor abdominal intenso
- H2: El paciente presenta, náuseas
- H3: El paciente presenta, vómitos
- H4: El paciente presenta, palidez
- H5: El paciente presenta, fiebre
- H6: El paciente presenta, anemia
- H7: El paciente presenta, no está defecando
- H8: El paciente presenta, pérdida de peso
- H9: El paciente presenta, estreñimiento
- H10: El paciente presenta, elevación amilasa lipasa
- H11: El paciente presenta, sida
- H12: El paciente presenta, sobrepeso

3.11.3 ARBOL AND/OR

Para representar el conocimiento abstracto se hará uso del árbol AND/OR, para diagnosticar en que etapa se encuentra la pancreatitis aguda y de acuerdo a ello emitir un posible tratamiento, a continuación se muestra en la Figura 3.5.

FIGURA 3.5 ARBOL AND / OR

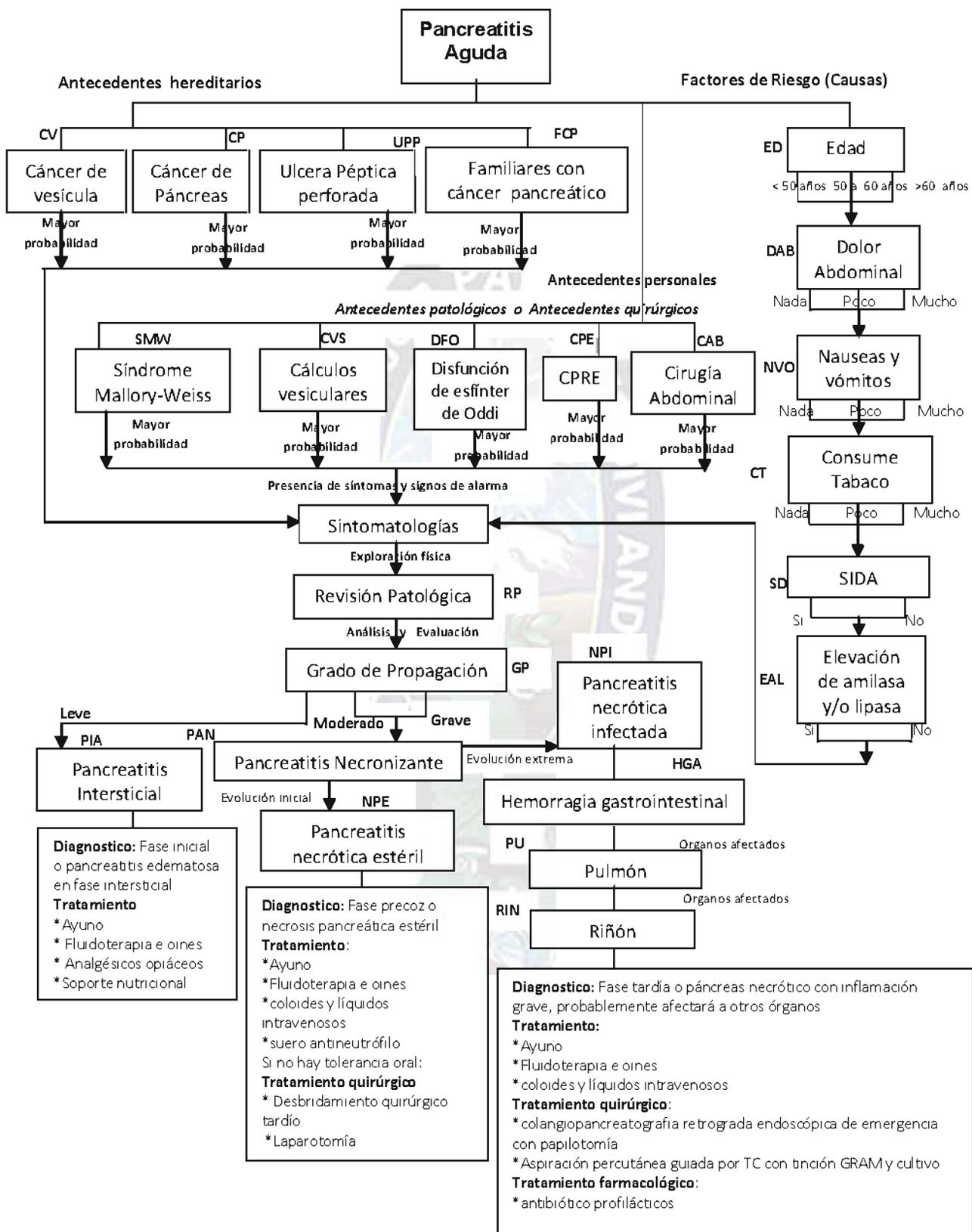


TABLA 3.4 DESCRIPCION DE VARIABLES DE HECHOS

Nro.	Variable	Descripción	Rango
1	Pancreatitis Aguda	Diagnostico y Tratamiento de pancreatitis aguda	Factores causales frecuentes Antecedentes personales Antecedentes hereditarios
2	ED	Edad	< a 50 años , 50 a 60 años , > a 60 años
3	CT	Consumo de Tabaco	Nada, Poco, Mucho
4	NVO	Nausea y vomito	Nada, Poco, Mucho
5	DAB	Dolor Abdominal	Nada, Poco, Mucho
6	EAL	Elevación de amilasa y/o lipasa	Nada, Poco, Mucho
7	SD	Sida	Positivo, Negativo
8	FBR	Fiebre	Si, No
9	ESS	Emisión de eses	Si, No
10	FCP	Familiares con cáncer pancreático	Si, No
11	CV	Cáncer de Vesícula	Si, No
12	CP	Cáncer de páncreas	Si, No
13	UPP	Úlcera péptica perforada	Si, No
14	SMW	Síndrome de Mallory – Weiss	Si, No
15	CVS	Cálculos Vesiculares	Si, No
16	DFO	Disfunción del Esfínter de Oddi	Si, No
17	CAB	Cirugía abdominal	Si, No
18	CPE	Colangiopancreatografía Retrógrada Endoscópica	Si, No
19	RP	Revisión patológica	Historia clínica detallada Exploración física correcta Radiografía del abdomen Tomografía computarizada
20	GP	Grado de propagación	Leve, Moderada, Grave
21	PIA	Pancreatitis Intersticial	Si, No
22	PAN	Pancreatitis necronizante	Si, No
23	NPE	Pancreatitis necrótica estéril	Si, No
24	NPI	Pancreatitis necrótica infectada	Si, No
25	HGA	Hemorragia Gastrointestinal	Si, No
26	RIN	Riñón	Si, No
27	PU	Pulmón	Si, No

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

3.11.4 PROCESO DE FUZZIFICACION DE LAS VARIABLES

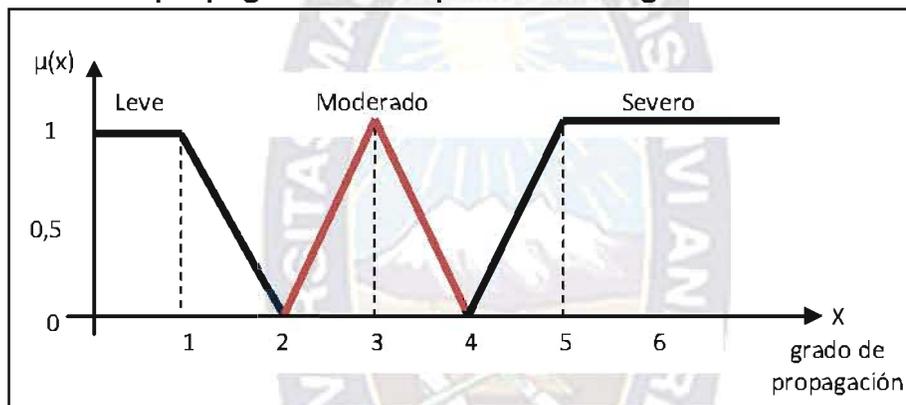
Transforma las variables de entrada en variables difusas. Para esta interfaz se deben tener definidos los rangos de variación de las variables de entrada y los conjuntos difusos asociados con sus respectivas funciones de pertenencias.

Resumiendo; este proceso establece el grado de pertenencia a uno o varios de los conjuntos difusos.

El valor que se tendrá como resultado de la diferencia se aplicara la función de desfuzzificación, para obtener el grado de propagación de la pancreatitis aguda

Para entender mejor este proceso ejemplificaremos alguno de ellos:

➤ Grado de propagación de la pancreatitis aguda

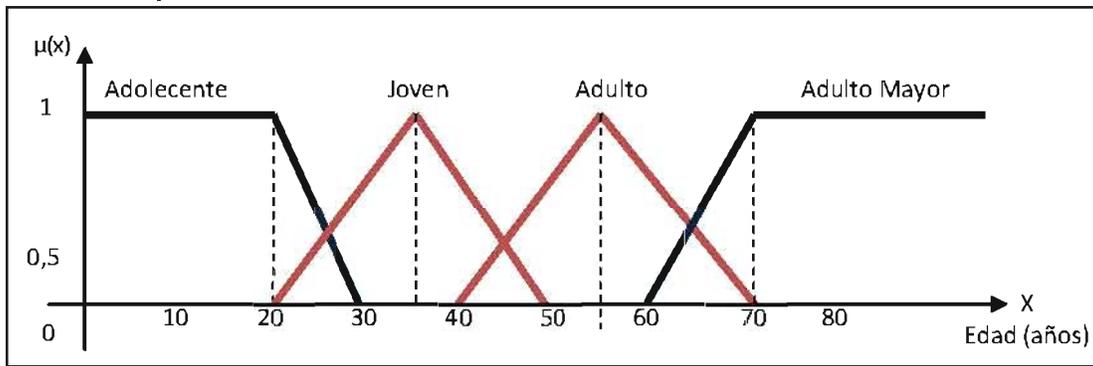


$$\text{Leve (x)} = \begin{cases} 1 & \text{si } X \leq 1 \\ (2 - X) & \text{si } 1 < X < 2 \\ 0 & \text{si } X \geq 2 \end{cases}$$

$$\text{Moderada (x)} = \begin{cases} 1 & \text{si } X = 3 \\ (X - 2) & \text{si } 2 < X < 3 \\ (4 - X) & \text{si } 3 < X < 4 \\ 0 & \text{si } X \leq 2 \text{ OR si } X \geq 4 \end{cases}$$

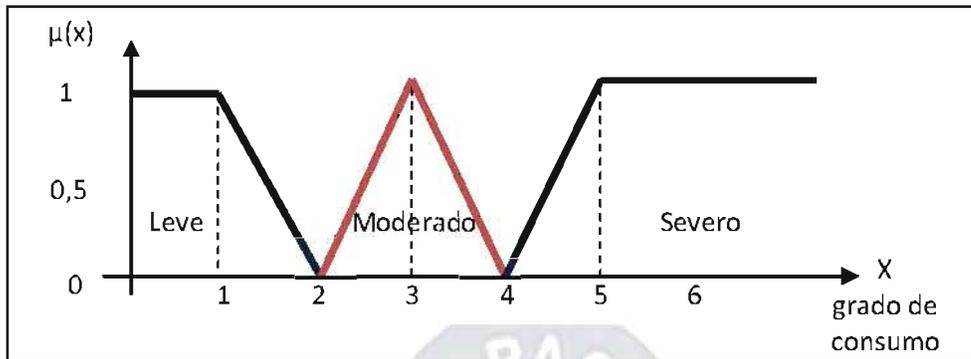
$$\text{Severo (x)} = \begin{cases} 1 & \text{si } X \geq 5 \\ (X - 4) & \text{si } 4 < X < 5 \\ 0 & \text{si } X \leq 4 \end{cases}$$

➤ Edad del paciente



$$\begin{aligned}
 \text{Adolescente (x)} &= \begin{cases} 1 & \text{si } X \leq 20 \\ (30 - X) & \text{si } 20 < X < 30 \\ 0 & \text{si } X \geq 30 \end{cases} \\
 \text{Joven (x)} &= \begin{cases} 1 & \text{si } X = 30,5 \\ (X - 20) / 10,5 & \text{si } 20 < X < 30,5 \\ (50 - X) / 10,5 & \text{si } 30,5 < X < 50 \\ 0 & \text{si } X \leq 20 \text{ OR } X \geq 70 \end{cases} \\
 \text{Adulto (X)} &= \begin{cases} 1 & \text{si } X = 50,5 \\ (X - 40) / 10,5 & \text{si } 40 < X < 50,5 \\ (70 - X) / 10,5 & \text{si } 50,5 < X < 70 \\ 0 & \text{si } X \leq 40 \text{ OR } X \geq 70 \end{cases} \\
 \text{Adulto Mayor (x)} &= \begin{cases} 1 & \text{si } X \geq 70 \\ (X - 60) / 10 & \text{si } 60 < X < 70 \\ 0 & \text{si } X \leq 60 \end{cases}
 \end{aligned}$$

➤ **Consumo de Tabaco**



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

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

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

3.11. 5 PROCESO DE DESFUZZIFICACION DE LAS VARIABLES

Una vez que se obtiene el valor de entrada, se evalúa en las funciones de pertenencia de los diferentes conjuntos difusos, se debe tomar el mínimo valor entre dos conjuntos difusos para luego aplicar el Método De Singleton para la defuzzificación.

El MS, consiste en obtener un valor numérico para cada una de las salidas del sistema a partir de los conjuntos borrosos a los que pertenecen, es por ello que se utilizara el Método De Singleton, que consiste en calcular un promedio de los

centroides de las funciones de pertenencia de los conjuntos de salidas activadas. Su formula está dada por:

$$X = \frac{C_{Nada} * \mu_{Nada}(X) + C_{Leve} * \mu_{Leve}(X) + C_{Moderada} * \mu_{Moderada}(X) + C_{Grave} * \mu_{Grave}(X)}{\mu_{Nada}(X) + \mu_{Leve}(X) + \mu_{Moderada}(X) + \mu_{Grave}(X)}$$

Para explicar más detalladamente, la fuzzificación de los términos que presentan ambigüedad, se tomara el siguiente ejemplo.

Un paciente de 61 años, consume poco alcohol, constantemente fuma tabaco, tiene nauseas vomito bilioso, tiene dolor abdominal leve, en un análisis médico, se diagnostica pancreatitis necrótica estéril

Los síntomas inciertos, pero además ambiguos serán resueltos con la lógica difusa. Tales ejemplos son:

➤ **Grado el Propagación de la Pancreatitis Aguda**

$$\mu_{Leve}(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } X \leq 1 \\ (2 - X) & \text{si } 1 < X < 2 \\ 0 & \text{si } X \geq 2 \end{cases}$$

Tomamos un valor de 1,5 para grado de propagación, que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso

$$\mu_{Leve}(1,5) = 2 - 1,5 = 0,50$$

➤ **Consumo de Tabaco**

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

Tomando un valor de 3,5 para consumo de alcohol y tabaco, que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso

$$\mu_{Leve}(3,5) = 4 - 3,5 = 0,50.$$

➤ **Edad del paciente**

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

Tomando un valor de 5,5 para la edad, que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso

$$\mu_{\text{Moderado}}(5,5) = (7 - 5,5) / 2 = 0,75.$$

Finalmente estos datos serán reemplazados en Método de Singleton para la desfuzzificación. Con lo que se puede concluir el grado de certeza para diagnosticar la pancreatitis aguda.

3.11.6 BASE DE REGLAS

Para almacenar todo el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento hacemos uso de las reglas. Estas reglas 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 las conclusiones hacen referencia al tipo de pancreatitis aguda.

Basado en reglas de producción

Detección de la pancreatitis edematosa

- R1. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "leve" and **NVO** = "leve" and **FBR** = "leve" and **ESS** = "si" and **ED** = "<50años" and **SP** = "leve" and **CT** = "leve" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R2. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "moderado" and **NVO** = "moderado" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "si" and **ED** = ">60años" and **SP** = "leve" and **CT** = "moderado" and **SD** = "no" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R3. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "leve" and **ESS** = "no" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "severo" and **CT** = "severo" and **SD** = "no" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"

- R4. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "leve" and **NVO** = "leve" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "si" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "leve" and **CT** = "leve" and **SD** = "no" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R5. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **CV** = "tiene" and **UPP** = "tiene" and **GP** = "moderado" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R6. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "leve" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R7. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_personales" and **CVS** = "tiene" and **DFO** = "tiene" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"

Detección de la pancreatitis necrótica estéril

- R8. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "no" and **ED** = ">60años" and **SP** = "moderado" and **CT** = "severo" and **SD** = "no" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica estéril"
- R9. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "si" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "moderado" and **CT** = "moderado" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica estéril"
- R10. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "moderado" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "leve" and **ESS** = "si" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "moderado" and **CT** = "moderado" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica estéril"
- R11. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **UPP** = "tiene" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "leve" entonces Diagnóstico "pancreatitis intersticial"
- R12. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **UPP** = "tiene" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "moderado" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica estéril"
- R13. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_personales" and **CV** = "tiene" and **DFO** = "tiene" and **CAB** = "tiene" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica estéril"

Detección de la pancreatitis necrótica infectada

- R14. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "no" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "severo" and **CT** ="leve" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"
- R15. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "moderado" and **ESS** = "no" and **ED** = ">60años" and **SP** = "moderado" and **CT** ="severo" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada por tabaco"
- R16. Si **Pancreatitis_aguda**="presenta_sintomas" and **DAB** = "severo" and **NVO** = "severo" and **FBR** = "severo" and **ESS** = "no" and **ED** = "50a60años" and **SP** = "moderado" and **CT** ="severo" and **SD** = "si" and **EAL** = "si" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"
- R17. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **CV** = "tiene" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "severo" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"
- R18. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **UPP** = "tiene" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "severo" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"
- R19. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_hereditarios" and **CVS** = "tiene" and **CP** = "tiene" and **FCP** = "tiene" and **GP** = "severo" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"
- R20. Si **Pancreatitis_aguda**="antecedentes_personales" and **CV** = "tiene" and **DFO** = "tiene" and **SMW** = "tiene" entonces Diagnóstico "pancreatitis necrótica infectada"

A continuación se tienen algunas de las reglas para el diagnóstico y tratamiento de la pancreatitis aguda que se utilizará en el sistema experto "MODTPA".

Regla 1.

SI (*Un paciente de 53 años de edad presenta los siguientes síntomas: Un dolor abdominal moderado que se irradia en forma de cinturón, náuseas, vómitos, palidez, fiebre elevada, un dolor que se presenta después de consumir alimentos, y además no puede defecar*) **ENTONCES** (*tiene Pancreatitis Aguda*)

Tratamiento

El ayuno es la primera medida a tomar.

Fluidoterapia e iones: La reposición de líquidos puede alcanzar varios litros al día (reposición de las pérdidas)

Profilaxis antibiótica: es para el bloqueo de la secreción gástrica, que pretende reducir el estímulo para la secretina que supone la presencia del contenido gástrico en el duodeno

Regla 2

SI (Un paciente de 61 años de edad presenta los siguientes síntomas: Un dolor intenso en el abdomen, constantes náuseas, vómitos biliosos, fiebre, taquicardia, y presenta sobre peso grave) ENTONCES (tiene necrosis pancreática infectada)

Tratamiento

Eliminar ingesta oral en las primeras 48 horas

Remoción inmediata de los tejidos infectados, mediante cirugía o drenaje percutáneo

Profilaxis antibiótica: es para el bloqueo de la secreción gástrica

Analgesia: Meperidina 75-125 mgr cada 4-6 horas

Metamizol 1-2 gramos cada 8 horas

Raditidina 50mgrs cada 6-8 horas

Para ejemplificar a través de las reglas de inferencia se formalizara el conocimiento utilizando la lógica proposicional, y de esta forma mostrar cómo se puede inferir.

P1: Persona tiene vómitos biliosos y tiene dolor abdominal intenso, podría tener pancreatitis.

P2: Las personas pueden tener pancreatitis aguda si tienen dolor abdominal intenso, y consumen tabaco.

P3: Si presenta palidez, y tiene fiebre.

P4: Presenta náuseas prolongadas, dolor abdominal intenso y vómitos biliosos.

Formalizando:

- p: vómito bilioso
q: dolor abdominal intenso
s: pancreatitis aguda
r: consume Tabaco
t: palidez
u: fiebre
v: nauseas

P1: $p \wedge q \rightarrow s$

P2: $s \rightarrow q \wedge r$

P3: $t \wedge u$

P4: $v \wedge q \wedge p$

P5: $q \wedge p$ [P1] Conjunción

P6: $p \wedge q$ [P6] Conjunción

P7: s [P1, P6] Modus PP

P8: $p \wedge q \rightarrow q \wedge r$ [P1, P2] SH

P9: $q \wedge r$ [P8, P6] Modus PP

P10: $t \wedge u \wedge q \wedge r \wedge s$ [P3, P7, P9] Conjunción

3.12 MECANISMOS DE INFERENCIA

Una de las estrategias de inferencia más utilizadas 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.

3.13 DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

Para la ejecución del prototipo del Sistema Experto, se hizo una implementación del mismo en el programa *Swi-Prolog*, realizado bajo el software Prolog, la cual nos proporciona un conjunto de funciones como herramientas avanzadas, esto lo hace ideal para desarrollar software de escritorio, es la razón por la que se eligió este lenguaje de programación para el desarrollo de la presente tesis.

En la fase de implementación, se hizo un estudio de las especificaciones de análisis y diseño para de esta manera obtener como resultado un producto software que cumpla con los requisitos previstos. También, se puso mayor atención a la parte teórica del desarrollo de la investigación, en el cual se plantea los lineamientos que se deben considerar al momento de desarrollar sistemas de este tipo.

El prototipo utiliza la base de conocimiento para almacenar los hechos y reglas, a través del razonamiento lógico, es capaz de utilizar la información almacenada en la base del conocimiento para inferir el diagnóstico de la pancreatitis aguda.

3.14 REPRESENTACION DE LAS SALIDAS DEL PROTOTIPO

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

Para empezar, veamos en la siguiente Figura 3.6 la correspondiente descripción del prototipo "MODTPA";

FIGURA 3.6 PANTALLA PRINCIPAL DEL PROTOTIPO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

A continuación se muestra el proceso de captura de los síntomas que padece el paciente, las cuales son introducidas como se ve en la Figura 3.7.

FIGURA 3.7: SELECCIÓN DE LOS DIFERENTES SINTOMAS, CAUSANTES DE LA PANCREATITIS AGUDA

PREGUNTAS

Tiene antecedentes hereditarios ? : Sí No

Tiene antecedentes personales ? : Sí No

Presenta Síntomas ? : Sí No

SINTOMAS

Dolor abdominal leve ? : Sí No

Dolor abdominal moderado ? : Sí No

Dolor abdominal severo ? : Sí No

Presenta náusea,vomito leve ? : Sí No

Presenta náusea,vomito moderado ? : Sí No

Presenta náusea,vomito severa ? : Sí No

Presenta fiebre leve ? : Sí No

Presenta fiebre moderado ? : Sí No

Presenta fiebre severa ? : Sí No

Emisión de eses ? : Sí No

SINTOMAS

Tiene edad menor a 50 años ? : Sí No

Tiene edad entre 50 a 60 años ? : Sí No

Tiene edad mayor a 60 años ? : Sí No

Presenta sobrepeso leve ? : Sí No

Presenta sobrepeso moderado ? : Sí No

Presenta sobrepeso severo ? : Sí No

Consumo de tabaco y alcohol leve ? : Sí No

Consumo de tabaco y alcohol moderado ? : Sí No

Consumo de tabaco y alcohol severo ? : Sí No

Tiene SIDA ? : Sí No

Elevación de niveles de amilasa y/o lipasa ? : Sí No

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

Una vez introducido los síntomas del paciente en la Figura 3.8 muestra el resultado del diagnóstico y tratamiento a seguir

FIGURA 3.8 PANTALLA DEL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

En la Figura 3.9 se muestra el proceso de captura de los antecedentes que padece el paciente.

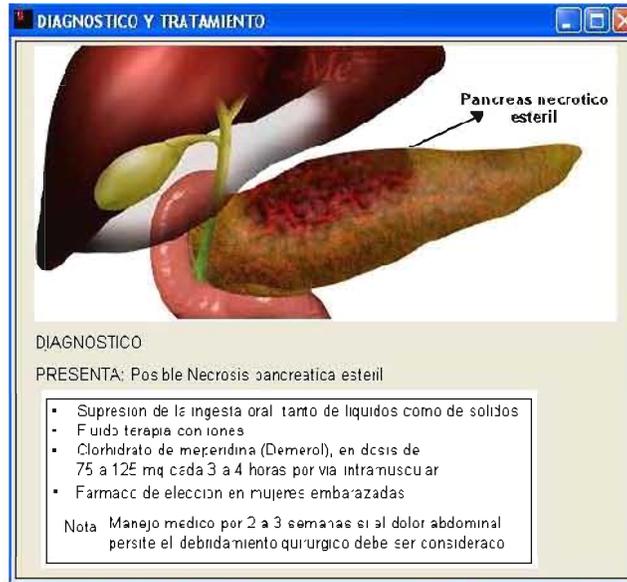
FIGURA 3.9: SELECCIÓN DE LOS ANTECEDENTES HEREDITARIOS



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

Una vez introducido los antecedentes del paciente en la Figura 3.10 muestra el resultado del diagnostico y tratamiento a seguir

FIGURA 3.10 PANTALLA DEL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO



FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de diagnóstico y tratamiento de la pancreatitis aguda se planteo como hipótesis:

Hi: El Sistema Experto, utilizando lógica difusa, brinda un Diagnostico y Tratamiento de Pancreatitis Aguda adecuado para los pacientes.

A partir de donde se ha modificado la variable independiente “Sistema Experto para el Diagnóstico y Tratamiento de Pancreatitis Aguda” (MODTPA), dichas variables se evaluarán a continuación.

4.1 EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

Considerando que las variables dependientes están compuestas por el grado de riesgo, entonces recurriremos a un proceso experimental, donde se tiene un porcentaje aproximado de diagnósticos y tratamientos.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN

Se ha considerado como Casos de estudio, 11 Historias Clínicas de Pacientes que presentaron esta enfermedad o alguna similar en la clínica Señor de Exaltación, por motivos de seguridad no se darán los nombres de los pacientes, sólo se les presentará como Pacientes N°X, de acuerdo al orden en que se haga referencia a ellos, los pacientes de ambos sexos, la edad a la que se hará mención es la que tuvieron al momento de contraer la enfermedad, esto se puede apreciar en la siguiente Tabla, solo se hará referencia en esta a 11 casos.

TABLA 4.1 CASOS DE ESTUDIO

PACIENTE N°	EDAD	SEXO	DIAGNOSTICO MEDICO
Paciente 1	35	Varón	Pancreatitis aguda con edema intersticial
Paciente 2	40	Mujer	Necrosis pancreática infectada con falla orgánica múltiple
Paciente 3	25	Mujer	Pancreatitis aguda necrotizante con hemorragia
Paciente 4	55	Varón	Pancreatitis aguda necrotizante causada por

			intoxicación fatal de tabaco
Paciente 5	68	Varón	Páncreas anormal con necrosis estéril
Paciente 6	65	Mujer	Necrosis pancreática infectada
Paciente 7	43	Mujer	Páncreas anormal con necrosis estéril
Paciente 8	49	Varón	Pancreatitis aguda necrotizante con hemorragia
Paciente 9	72	Mujer	Pancreatitis aguda con edema intersticial
Paciente 10	66	Varón	Pancreatitis aguda necrotizante causada por intoxicación fatal de tabaco
Paciente 11	59	Mujer	Necrosis pancreática infectada con falla orgánica múltiple

FUENTE: [FICHAS MÉDICAS, CSE]

4.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

La muestra la determinamos, basándose en la teoría de probabilidades, y de acuerdo a la población que se tiene.

Para poder evaluar el prototipo realizado y sus resultados se tomará una muestra de 11 personas, donde se detectaron la pancreatitis aguda, las cuales responderán las preguntas del prototipo y el emitirá el diagnóstico, y para comprobar la confiabilidad del diagnóstico clínicamente deben examinarse por el profesional gastroenterólogo, ver la Tabla 4.2.

TABLA 4.2 COMPROBACIÓN DEL MÉDICO GASTROENTERÓLOGO CON EL SISTEMA EXPERTO

Número	Sexo	Diagnostico del médico Experto Gastroenterólogo	Diagnóstico inferido Por el sistema experto
1	V	Pancreatitis aguda con edema intersticial	Pancreatitis intersticial
2	M	Necrosis pancreática infectada con falla orgánica múltiple	Pancreatitis necrótica infectada
3	M	Pancreatitis aguda necrotizante con hemorragia	Pancreatitis necrótizante
4	V	Pancreatitis aguda necrotizante causada por intoxicación fatal de tabaco	Pancreatitis necrótica infectada causado por el tabaco
5	V	Páncreas anormal con necrosis estéril	Pancreatitis necrótica estéril

6	M	Necrosis pancreática infectada	Los datos son insuficientes para dar un diagnóstico por el sistema experto
7	M	Páncreas anormal con necrosis estéril	Pancreatitis necrótica estéril
8	V	Pancreatitis aguda necrotizante con hemorragia	Pancreatitis necrótizante
9	M	Pancreatitis aguda con edema intersticial	No determinado
10	V	Pancreatitis aguda necrotizante causada por intoxicación fatal de tabaco	Los datos son insuficientes para dar un diagnóstico por el sistema experto
11	V	Necrosis pancreática infectada con falla orgánica múltiple	Pancreatitis necrótica

FUENTE: [ELABORACION PROPIA]

De las 11 historias clínicas que se tomó en la especialidad de gastroenterología, el sistema experto infirió 8 diagnósticos como tratamiento, de las 11 historias clínicas, 3 fueron incompletos debido a que no se dieron suficientes datos al sistema para que obtenga un diagnóstico confiable.

4.4 ANALISIS DE CONFIABILIDAD

Evaluación de la variable independiente

Para la evaluación de la variable independiente que es el sistema experto, recurrimos a la función exponencial que nos permitirá determinar el nivel de confiabilidad del sistema experto 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.

A continuación realizamos la evaluación mediante la función exponencial.

Sea:

$$f(t) = e^{-\lambda t}, \text{ donde } t \geq 0$$

λ : Representa el número de diagnósticos acertado.

t : es el tiempo que trabaja el sistema experto

Si el sistema empieza a trabajar en el instante $t_0 = 0$ y observamos hasta que falla. La probabilidad de que falle el sistema en el tiempo t es: $P[T \leq t] = F(t)$ donde $F(t)$ es una función de distribución de la variable aleatoria T .

Por tanto la probabilidad de trabajo sin falla del sistema en el tiempo t es:

$$P[T > t] = 1 - F(t)$$

$R(t) = P[T > t] = 1 - F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ Donde $R(t)$ es la eficiencia y la confiabilidad. Del análisis de la 11 historias clínicas que procesó el sistema experto, 8 coincidieron con el diagnóstico del médico gastroenterólogo.

Para un tiempo de trabajo de 6 meses del sistema experto, la confiabilidad del sistema experto será:

$$R(t) = 1 - (e^{-(8/11)6}) = 1 - (e^{(-0.7)6}) = 0.9$$

Lo cual indica que el sistema experto será en un 90% confiable en la escala mencionada anteriormente el valor que se obtuvo del 90%, está dentro del rango muy satisfactorio. Entonces con los resultados obtenidos concluimos en la aceptación de la hipótesis de investigación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Finalmente se concluye que la hipótesis y cada uno de los objetivos específicos planteados se cumplen con el trabajo de investigación realizado. Donde el sistema experto MODTPA ayuda a dar un diagnóstico y tratamiento adecuado en la especialidad de gastroenterología, para alcanzar estos objetivos se desarrollo lo siguiente:
 - ✓ Una base de conocimiento, recolectado con la ayuda y experiencia del experto gastroenterólogo
 - ✓ Asimismo se diseñó un mecanismo de inferencia mediante las reglas de producción el cual realiza todo el manejo de base de conocimientos.
 - ✓ La confiabilidad y el diagnóstico adecuado se dará siempre que los datos aportados por el paciente sean confiables, pero además suficientes.
 - ✓ En este caso se piensa que este Sistema Experto ayudara en el diagnóstico rápido de esta enfermedad, para que empiece el tratamiento de manera inmediata y que el paciente no presente severos efectos como lo haría, de no ser diagnosticado a tiempo esta patología.
- Por otro lado, nunca ninguna máquina podrá reemplazar al hombre en cuanto a su creatividad y su gran inteligencia, las máquinas están creadas como herramientas e instrumentos del hombre y siempre deben ser tomadas como eso, herramientas.
- El periodo de realización de un Sistema Experto es largo, no por el desarrollo de la aplicación, sino del proceso de adquisición de conocimientos, ya que el conocimiento a adquirir es un conocimiento especializado, con el cual el ingeniero de conocimiento no se encuentra familiarizado.
- Los sistemas expertos son herramientas necesarias en la vida real y nos apoya en la manera de realizar diversas actividades, tal como si tuviéramos a nuestro alcance a un experto de a cualquier ámbito.

5.2 RECOMENDACIONES

Para la investigación real de esta área se recomienda lo siguiente:

- ✓ El sistema experto construido debe ser mantenido, agregando conocimientos nuevos y quitando conocimiento obsoleto.
- ✓ El presente trabajo puede ser complementado desarrollando el diagnóstico y tratamiento del cáncer de páncreas siendo esta una enfermedad maligna.
- ✓ Que los sistemas expertos, que se realizaron en Bolivia, se les de uso, porque debido al centralismo que hay en el país faltan especialistas en lugares alejados de las urbes, por lo que sería de gran ayuda personal de nivel técnico que pueda formular los datos y obtener solución a ellos



BIBLIOGRAFIA

Libros consultados:

- Briz José Mario (2002). Introducción a los sistemas expertos. Pag. 21-30
- Samper Márquez Juan José (2002). Sistemas expertos. El conocimiento al poder.. Pag 39-45
- Base de datos e ingeniería de conocimiento. *Código (H2.020)*
- Samper Juan (2003). Sistemas expertos. El conocimiento al poder. Pag. 35-38
- Ingeniería de sistemas expertos. *Código (25.015)*
- Samper Marquéz Juan Jose (2004). Introducción a los sistemas expertos. Pág 1.-16
- Martin H. Floch. (2006), Netter Gastroenterología. Pág. 603-611
- Reynaldo Roca Goderich. Temas de Medicina Interna tomo II (2002), Pág. 255-260
- Sociedad chilena de gastroenterología. (2002). Diagnostico y Tratamiento de las Enfermedades Digestivas, Pág. 284-289
- Felipe Franco B. (2004) Gastroenerología y Hepatología, Pág. 262-268

Páginas de internet relacionado con el tema:

- Wikipedia (2008). Sistema experto. http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto.
- Gastroenterología (2009). <http://www.gastroenterologia.com>

GLOSARIO MEDICO

Asintomático: Estar sin síntomas aparentes de enfermedad

Amilasemia: Los aumentos de la amilasa pueden provocar pancreatitis

Agudo: enfermedad grave de corta duración, dolor vivo y penetrante.

Bilis: La bilis es una sustancia líquida alcalina amarillenta producida por el hígado de muchos vertebrados. Interviene en los procesos de digestión funcionando como emulsiones de los ácidos grasos. Contiene sales biliares, proteínas, colesterol y hormonas. Su secreción es continua, por lo que en los periodos interdigestivos se almacenan en la vesícula biliar, y se libera al duodeno tras la ingesta de alimentos.

Benigno: tumor no canceroso que no se difunde y que no suele ser potencialmente mortal.

Biopsia: muestra pequeña de tejido que se toma y analiza bajo el microscopio.

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

Carcinoma: tumor epitelial maligno

Citología: parte de la biología que estudia las células y sus orgánulos.

Diagnostico: Conjunto de signos que sirven para fijar el carácter de una enfermedad

Displasia: anomalía en el desarrollo en una parte del cuerpo.

Epigastrio: región del abdomen, desde el esternón hasta cerca del ombligo.

Epitelio: tejido tenue que cubre exteriormente las mucosas y glándulas del cuerpo.

Etiología: parte de la medicina que estudia las causas de las enfermedades.

Grave: aplicase al que está enfermo de cuidado

Hematología: parte de la medicina que trata de las enfermedades de la sangre.

Hematemesis: vomito de sangre procedente de la lesión de la mucosa digestiva

Histología: parte de la anatomía que trata del estudio microscópico de los tejidos orgánicos.

Lesión: término general para cualquier anomalía visible y local de un tejido

Leve: de poca importancia

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

Morbilidad: proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo.

Mortalidad: cantidad de individuos de una población que mueren por unidad de tiempo.

Nauseas: sensación que indica deseo inminente de vomitar.

Necrosis: muerte de algunos elementos celulares

Neoplasma: tejido celular anormal de nueva formación

Neurología: parte de la medicina que se ocupa del sistema nervioso en su aspecto anatómico.

Patología: parte de la medicina que estudia la naturaleza de las enfermedades, especialmente los cambios estructurales y funcionales que determinan en el organismo.

Pronóstico: predicción hecha sobre el posible desenlace de una enfermedad

Síntoma: Fenómeno que aparece como consecuencia de una alteración funcional u orgánica en cualquier parte del organismo

Tratamiento: conjunto de medios que se emplea para curar enfermedades o defectos.

