

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



PERFIL DE TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO SOBRE UNA PLATAFORMA WEB PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE
ARTERIOSCLEROSIS EN PERSONAS MAYORES A 40 AÑOS”**

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

POSTULANTE: Univ. Diego Adrian Barra Paredes

TUTOR METODOLÓGICO: Lic. Freddy Miguel Toledo Paz

REVISOR: Lic. Javier Reyes Pacheco

La Paz - Bolivia

2015



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



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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

DEDICATORIA

A Dios porque gracias a el hoy por hoy puedo estar en este momento de mi vida y terminar una etapa más en mi vida.

A mis queridos padres Rogelio y Alicia quienes me apoyaron, me brindaron su cariño y me dieron aliento para seguir adelante.

A mis queridos hermanos por brindarme su apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

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

A mi docente Tutor Lic. Miguel Toledo Paz, por haberme brindado la colaboración con toda su capacidad y conocimiento en la realización de la presente Tesis de grado.

A mi docente Asesor Lic. Javier Reyes Pacheco, por el asesoramiento, paciencia y revisión que demostró toda su capacidad y conocimiento para la elaboración de la Tesis de grado.

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
3. METODOLOGÍA.....	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4.1 PROBLEMA GENERAL.....	12
4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.....	12
5. HIPÓTESIS.....	13
6. OBJETIVOS.....	13
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
7. JUSTIFICACIÓN.....	14
7.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	14
7.3 JUSTIFICACIÓN TECNICA.....	15
7.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	15
8. ALCANCES Y LIMITES.....	16
8.1 ALCANCES.....	16
8.1.1 ALCANCE ESPACIAL.....	16
8.1.2 ALCANCE TEMPORAL.....	16
8.2 LIMITES.....	16
9. CRONOGRAMA DE AVANCE.....	17
10. BIBLIOGRAFÍA.....	17
11. ANEXOS.....	18
11.1 ANEXO A – ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	18
11.3 ANEXO B – MARCO LÓGICO.....	20
2.1 INTRODUCCIÓN.....	21
2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	21
2.3 SISTEMAS EXPERTOS.....	23
2.4 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO.....	25
2.5 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.....	26
2.6 EL EXPERTO HUMANO.....	26
2.6.1 INGENIERO DE CONOCIMIENTO.....	26

2.6.2 ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO	26
2.6.3 CONOCIMIENTO ABSTRACTO	26
2.7 BASE DE CONOCIMIENTO	26
2.7.1 COMPONENTES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO	27
2.7.2 BASE DE HECHOS	27
2.7.3 VARIABLES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO	28
2.7.4 BASE DE REGLAS	28
2.7.5 MECANISMO DE INFERENCIA	31
2.7.6 DISEÑO DE ENTRADAS	31
2.8 MOTOR DE INFERENCIA	32
2.8.1 MECANISMOS DE RAZONAMIENTO	32
2.8.2 REGLAS DE INFERENCIA	32
2.9 MODUS PONENDO PONENS	32
2.10 MODUS TOLLENDO TOLLENS	33
2.11 INTERFAZ DE USUARIO	33
2.11.1 CONOCIMIENTO POCO PRECISO	33
2.11.2 APRENDIZAJE DE LA EXPERIENCIA	33
2.11.3 CONCLUSIÓN	33
2.12 FASES DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO	33
2.12.1 METODOLOGÍA DE COMMONKADS	34
2.12.1.1 MODELO DE ORGANIZACIÓN	34
2.12.1.2 MODELO DE TAREAS	34
2.12.1.3 MODELO DE AGENTES	36
2.12.1.4 MODELO DE CONOCIMIENTO	36
2.12.1.5 MODELO DE DISEÑO	36
2.13 LA ARTERIOSCLEROSIS Y SUS FACTORES	37
2.14 SÍNTOMAS PARA LA DETECCIÓN DE LA ARTERIOSCLEROSIS	38
2.15 DIAGNOSTICO DE LA ARTERIOSCLEROSIS	39
2.16 TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE LA ARTERIOSCLEROSIS	40
2.16.1 DIETA	40
2.16.2 ACTIVIDAD FÍSICA	41
2.16.3. ALCOHOL Y TABACO	41

2.16.4. EL ESTRÉS.....	41
2.16.5. HIPERTENSIÓN ARTERIAL	41
2.16.6. CUIDADO DE LOS PIES	41
2.16.7. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA ARTERIOSCLEROSIS	41
2.16.8. CIRUGÍA Y OTROS TRATAMIENTOS INTERVENCIONISTAS.....	42
CAPITULO III ANÁLISIS Y DISEÑO	44
3.1 ANÁLISIS Y DISEÑO	44
3.2 INTRODUCCIÓN	44
3.3 DESCRIPCIÓN INFORMAL	44
3.4 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL MODELO	45
3.5 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO	45
3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO	47
4.1 EVALUACION DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES	48
4.2 DETERMINACION DE LA POBLACION	48
4.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE MUESTRA	48
5.1 CONCLUSIONES	50
5.2 RECOMENDACIONES	50

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una disciplina científica-técnica que está orientada al estudio del razonamiento humano y sus diversas formas de comportamiento, para luego intentar reproducir mediante un modelo lógico la forma en que los seres humanos identifican estructuras, infieren resultados y resuelven problemas difíciles. El objetivo es crear sistemas artificiales capaces de imitar comportamientos de las personas utilizando las últimas tecnologías en informática y robótica.

Es por eso que los sistemas expertos (SE) son una rama más de la inteligencia artificial, se diría que es la aplicación más extensa de la (IA) y en las últimas décadas viene cobrando un notable interés por su gran aplicabilidad en diversas áreas de la ciencia y la tecnología.

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

Este usuario, como otros están interactuando con un sistema experto, que básicamente son programas que se basan en el conocimiento y tratan de imitar el razonamiento de un experto, para resolver un problema de un tópico definido. Su comportamiento se basa generalmente mediante reglas de producción es decir, se basa en conocimientos previamente definidos, y mediante estos conocimientos, los (SE) son capaces de calcular soluciones en diferentes campos de aplicación.

Estos campos de aplicación son numerosos tales como: la medicina, enseñanza, estrategias militares, económicas, financieras, ingeniería, derecho, etc. Aunque en nuestro medio aun es insignificante el conocimiento y uso de estas tecnologías como lo es en países más desarrollados donde muchas de las tareas del ser humano ha sido reemplazado por programas y maquinas.

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

Todos estos puntos señalados como diagnosticar, pronosticar, entre otros son determinados y en gran parte ayudados por un experto humano (EH).

Esta persona es muy competente en un área determinada del conocimiento que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar un consejo adecuado basado en sus conocimientos pasados, esta experiencia solo se adquiere tras un largo proceso de aprendizaje y a base de mucha experiencia histórica. Por tanto, el presente será para la especialidad de una de las enfermedades de engloba el grupo de la Cardiología, la cual es la arteriosclerosis, el cual plantea el desarrollo de un sistema experto que permita determinar un diagnóstico preventivo de la arteriosclerosis.

La arteriosclerosis es una enfermedad que afecta a un gran número de personas en nuestro país y a nivel global, esta surge a inicios de nuestra infancia pero que se la detecta recién a los 40 años o más. Es una enfermedad que afecta a las arterias, el cual consiste en la aparición de unas placas de grasa, colesterol, calcio y otras sustancias (ateromas) localizadas en las paredes internas de las arterias, que pueden reducir o interrumpir la circulación sanguínea.

Esta enfermedad es considerada el peor flagelo social de nuestros tiempos ya que esta obedece al insuficiente consumo de alimentos proteínicos y vitamínicos los cuales nuestro organismo requiere día tras días para su metabolismo regular.

Los riesgos de esta enfermedad es que afecta gradualmente a la **circulación sanguínea** que quede reducida de forma importante y, por lo tanto, exista un déficit en el aporte sanguíneo a los órganos y tejidos del cuerpo humano, que no reciben los nutrientes necesarios. Este hecho aumenta el riesgo de ataque cardíaco, de problemas vasculares y de ictus cerebral.

2. ANTECEDENTES

Los sistemas expertos proceden inicialmente de finales de los años 50. Hacia 1957 un programa denominado GPS (“General Problem Solver” o solucionador general de problemas) fue llevado a cabo por los investigadores Alan Newell y Herbert Simón. Este programa podía trabajar con criptografía utilizando matemáticas, también con las torres de Hanói y otros problemas similares a este. Era un buen sistema pero no podía resolver problemas del mundo real.

Fue un buen comienzo. Con este intento otros investigadores se dieron cuenta que para poder tener más éxito construyendo este tipo de sistemas debían restringir el dominio de estudio a uno más pequeño. De esta manera se les haría más fácil simular parte del pensamiento humano para la resolución de problemas. De estas ideas nacen los Sistemas Expertos (SE).

El desarrollo de sistemas expertos en el área de la medicina no es reciente, ya en el año de 1972 se creó Mycin un sistema experto que causo gran impacto, en ese entonces su éxito fue tal que llegaron a usarla en varios hospitales. De ahí en adelante se desarrollaron SE para diferentes especialidades médicas como ser:

- ✓ MYCIN: Es el primer sistema experto que llegó a funcionar con la misma calidad que un experto humano. Es un sistema de diagnóstico y prescripción en medicina, altamente especializado, diseñado para ayudar a los médicos a tratar con infecciones de meningitis y bacteriemia.

Este sistema experto fue desarrollado en 1970 por la universidad de Stanford y escrita en el lenguaje de programación Lisp por Edward Shortliffe y otros colaboradores.

- ✓ TROPICAIID: Este sistema experto fue desarrollada por un grupo de estudiantes de la universidad de Stanford en 1980, la cual permitía obtener información adicional sobre los medicamentos más usados. Este selecciona un conjunto de posibles diagnósticos a partir del análisis del cuadro médico, y propone un tratamiento óptimo para el caso concreto.
- ✓ SPACEMED: Este es un sistema experto de diagnóstico rápido en casos de envenenamiento, resultado de la inhalación de contaminantes tóxicos liberados en la cabina o en la nave espacial, desarrollada por la universidad de Michigan a mediados de los 80.
- ✓ DENDRAL: Es un sistema experto desarrollado por Edward Feigenbaum para propósitos reales, al margen de la investigación computacional, y durante aproximadamente 10 años, el sistema tuvo cierto éxito entre químicos y biólogos, ya que facilitaba enormemente la inferencia de estructuras moleculares, dominio en el que Dendral estaba especializado.

Inicialmente escrito en Lisp, su filosofía de trabajo se aleja de las estructuras clásicas de los sistemas expertos más típicos (como Mycin), ya que su implementación no separaba de forma explícita el conocimiento del motor de inferencia. Sin embargo, pronto se convirtió en uno de los modelos a seguir por muchos de los programadores de sistemas expertos de la época.

A continuación se enunciarán algunas tesis desarrolladas en la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales (FCPN) en la carrera de Informática bajo el concepto de sistemas expertos, aplicados en el campo de la medicina tales como:

- ✓ Alejandro Herrera Miranda, Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de la Epilepsia, INFORMATICA-UMSA/2006, Implementar un sistema experto para ayudar en el diagnóstico 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.
- ✓ Silvana Gladis Lima Mendoza, Sistema Experto para el Diagnóstico de Anemia y Poliglobulia Mediante Hemograma, INFORMATICA-UMSA /2007, Desarrollar un prototipo utilizando la lógica difusa para el desarrollo de un sistema experto que proporcione un diagnóstico de anemia y Poliglobulia considerando el examen hematológico.
- ✓ Jose Edwin Chambi Cahuapaza, Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento del cáncer de próstata, INFORMATICA-UMSA /2007, implementar un agente experto, aplicando reglas de razonamiento y lógica difusa que permita ayudar a pacientes que sufren de esta patología un diagnóstico y tratamiento adecuado del cáncer de próstata.
- ✓ Bertha Beatriz Sirpa Pillco, Sistema Experto para el diagnóstico preventivo del infarto Cardíaco, INFORMATICA-UMSA /2007, implementar un sistema experto que permita el diagnóstico de las posibilidades reales de tener un infarto Cardíaco mediante el uso de lógica difusa, basado en diez factores de riesgo (edad, sexo, índice de masa corpórea, presión arterial, colesterol total, colesterol bueno, homocistena, triglicéridos, diabetes y tabaquismo).
- ✓ Silvia Roxana Aruni Fernandez, Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades Neurológicas Prevalentes, INFORMATICA-UMSA /2008, Implementar y desarrollar un sistema experto que diagnostique el tiempo pronóstico de recuperación y el grado de parálisis facial coadyuvando con el profesional no capacitado en el área neurológica, utilizando reglas de razonamiento para la inferencia del diagnóstico.

Según estudios estadísticos realizados en el año 2010, por el Ministerio de Salud y Deportes (MSD), a cargo del Dr. Jhonny Vedia; Director general de servicios de salud del Ministerio de Salud y Deportes, informo que en nuestro país las principales causas de mórbida hospitalaria son las enfermedades que afectan al sistema circulatorio, como por ejemplo la Arteriosclerosis.

Es por eso que de acuerdo a los estudios realizados por la Caja Nacional de Salud, un 13.72% de toda la población boliviana sufre o padece de la arteriosclerosis, esta enfermedad se presenta más frecuentemente en las personas mayores a 40 años o en su caso personas que sufrieron antes de esta edad ataques del tipo cardiovascular en su vida. Es por ello que es necesario un diagnóstico oportuno para tratar a tiempo este tipo de enfermedad.

3. METODOLOGÍA

El desarrollo de la presente tesis se apoya en el Método de Investigación Científica, ya que esta 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.

En la investigación científica es muy importante para poder resolver los problemas en muchas áreas de desarrollo, aplicando diferentes principios y conceptos que clasifican la teoría a la práctica, entre estas tenemos la observación, experimentación y la entrevista.

Las técnicas utilizadas para la obtención del conocimiento para el desarrollo del mismo se siguen los siguientes pasos:

- ✓ **Observación:** El ingeniero del conocimiento observa detalladamente la forma en la que trabaja y procede del médico, al mismo tiempo va anotando todo el proceso que se debe seguir para diagnosticar y realizar el tratamiento adecuado al paciente.
- ✓ **Entrevista:** El conocimiento que el ingeniero del conocimiento adquiere, se la obtiene mediante preguntas y el planteo de problemas acerca de las casos de esta enfermedad al experto humano para ello, se debe evitar que el experto pueda irse por las ramas, en esta etapa se puede obtener la información y aclarar los conocimientos.
- ✓ **Protocolo de análisis:** El ingeniero del conocimiento sabe a priori que conocimiento necesita y de qué forma es conveniente llegar a la obtención del conocimiento, este método permite unir todas las pistas de manera estructurada.
- ✓ **Examen:** El ingeniero del conocimiento prepara pruebas y problemas referentes a la enfermedad, para que el experto humano los resuelva y luego le explique al ingeniero del conocimiento de que manera los ha resuelto, esta parte puede ser primordial, ya que mediante ella se puede llegar a completar la base de conocimientos del sistema.

- ✓ **Informes:** El experto humano explica de manera detallada en forma oral y escrita los distintos tipos de problema que le hubiere planteado el ingeniero del conocimiento, además de su forma de resolución, esta etapa es la más ideal para iniciar la Base de Conocimientos.
- ✓ **Inductivo:** El ingeniero del conocimiento, obtiene el conocimiento de toda una serie de ejemplos tipo resueltos (en el caso de que el experto no esté disponible). Este método ayuda en la formación de la hipótesis, planteado como partiendo de casos particulares que son una parte del universo, los cuales basados en la experiencia del experto humano, se logra alimentar la base de conocimientos, para que el sistema experto pueda realizar el diagnóstico y tratamiento en casos posteriores.

El tipo de investigación es cualitativa, ya que comprende el registro, análisis e interpretación de los estudios que se realizaron a pacientes que padecían esta enfermedad y la finalidad es presentar una interpretación correcta basada en reglas.

La construcción del sistema experto se da previa confirmación que el sistema a de resolver el problema planteado de la mejor manera, y no existen otros métodos de resolución que sean más eficaces. Es así que el presente trabajo toma en cuenta las siguientes fases:

- ✓ **Definición del problema a resolver:** La tarea más importante a la hora de desarrollar un sistema basado en conocimiento consiste en establecer el problema a ser solucionado. Consiste en el reconocimiento de tareas para las cuales la construcción del sistema resulta posible, adecuado y justificado.
- ✓ **Búsqueda del experto humano:** La función del experto es la de poner sus conocimientos especializados a disposición del ingeniero del conocimiento, ya que este los estructura y formaliza en la base de conocimiento. Resulta a veces difícil encontrar a esa persona que esté dispuesta a colaborar en la construcción de un sistema que valore sus estudios y experiencia para que perdure en el tiempo.
- ✓ **Diseño del sistema experto:** En esta parte se hace el diseño del sistema de acuerdo a los requisitos del análisis previo, el cual está compuesto por el diseño de cada componente del sistema experto, la base de conocimiento, el motor de inferencia que utiliza la lógica y la interfaz de usuario.

- ✓ **Elección de la herramienta de desarrollo:** La elección de la herramienta dependerá de la naturaleza y magnitud del problema, el mismo que en lo posible debe ofrecer una interfaz que apoye al desarrollo rápido de las aplicaciones.
- ✓ **Construcción y prueba del prototipo:** Se debe adecuar al entorno real para establecer las interfaces de usuario y evaluar su rendimiento, con las modificaciones apropiadas. Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores deben ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.
- ✓ **Refinamiento y generalización:** En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades que no hayan sido incorporadas en el diseño inicial.
- ✓ **Mantenimiento y puesta al día:** En esta parte el usuario es quien plantea los problemas o defectos del prototipo.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sabiendo estos antecedentes, nuestro gobierno por intermedio de nuestro Ministerio de Salud y Deportes no dispone de proyectos, recursos, apoyo a nuestros centros hospitalarios para una detección temprana de este flagelo nacional, denominada “Arteriosclerosis”.

En Bolivia se puede observar claramente la gran desconfianza que existe por parte de las personas hacia cualquier tipo de consulta médica concerniente a su salud ya sea física o mental, llegando a ocasionar que las personas sufran de algunas molestias físicas o mentales y no reciban la correspondiente ayuda por parte de los especialistas.

La pobreza es un factor importante que causa una mala alimentación, una mala salud, entre otros. Por no disponer de recursos económicos suficientes influye para que las personas que padezcan esta enfermedad no acudan a un especialista en cardiología para ser tratada, además de no dar la importancia necesaria.

Otros elementos que afectan a que esta enfermedad que no sea tratada a tiempo son la falta de conocimiento cuantitativo sobre las propiedades de los alimentos y sobre su composición nutrimental que brinda a nuestro organismo, desconocimiento de medicamentos o tabletas, tratamiento incompleto, exámenes morosos, entre otros.

Esta enfermedad es tratada y analizada por pocos centros hospitalarios, y la mayoría de esos centros son privadas y el costo para brindar un tratamiento para combatir esta enfermedad sale muy caro, por que el paciente se tiene que practicar estudios para determinar el nivel de la enfermedad, adquirir medicamentos y tratamientos.

Por lo que se puede observar, existen varios factores que ocasionan un encadenamiento de muchos problemas, por lo cual se puede deducir una posible solución óptima a este problema, que se ha convertido en un flagelo nacional, para ello es necesario representar o dar un enfoque de un modelo basado en el concepto de Sistema Experto, en la cual se identificaran varias variables para su misma implementación y desarrollo, es decir que se tomara en cuenta personas de diferentes sexo y edad a la cual se le aplicaran los distintos tipos de procesos y análisis.

4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se puede ayudar al experto cardiólogo a diagnosticar de manera preventiva la arteriosclerosis?

4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

Para el planteamiento de los problemas específicos se toma en cuenta las siguientes causas y efectos:

Para su mejor comprensión ver anexos página 17.

CAUSAS	EFECTOS
<ul style="list-style-type: none">• No tener a disposición un especialista en el momento preciso.• Sociedad poco interesada por	<ul style="list-style-type: none">• Generar problemas y síntomas negativos en nuestro organismo.• Altos niveles estadísticos de personas

<p>combatir esta patología.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Poca importancia dado al estudio de cómo evitar la enfermedad • No disponer con la información suficiente acerca de causas y tratamientos acerca de esta enfermedad. • Poca importancia por saber que provoca la arteriosclerosis 	<p>que sufren esta enfermedad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perdida valiosa del conocimiento y experiencia del experto humano. • Bajos recursos destinados por nosocomios. • Empeorar el estado de la enfermedad a niveles críticos en nuestro organismo.
---	--

Tabla 1. Diagrama Causa y Efecto

Fuente: [Datos propios]

5. HIPÓTESIS

Tomando en cuenta que la hipótesis es una posible solución al problema planteado para el presente trabajo se presenta la siguiente hipótesis:

HI: “El uso de reglas de producción permitirá al Sistema Experto diagnosticar la arteriosclerosis”

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema Experto para una detección temprana de la arteriosclerosis, para emular la habilidad de toma de decisiones del experto cardiólogo.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Obtener el conocimiento del experto en Cardiología, para la elaboración del sistema experto.
- ✓ Analizar a partir de una base de conocimientos, construida a partir del conocimiento del experto cardiólogo.
- ✓ Implementar un mecanismo de inferencia para el manejo de la Base de conocimientos en base a las reglas de razonamiento.
- ✓ Diseñar un mecanismo de inferencia (motor de control) que trabajara mediante el encadenamiento hacia adelante.
- ✓ Desarrollar el análisis y diseño aplicando la metodología CommonKADS.
- ✓ Implementar el Agente Experto, utilizando una plataforma web PHP.

7. JUSTIFICACIÓN

Al implementar este trabajo de investigación, se brinda un sólido fundamento teórico y de mucha importancia, además de que brinda beneficios en la toma de decisiones. Por eso es que se pretende implementar una herramienta basada en los síntomas y signos del paciente, además de los exámenes complementarios que este se debe de realizar, que luego dará como resultado el diagnóstico preventivo para la arteriosclerosis.

7.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Se justifica desde el punto de vista Social, la concepción de la inclusión de este proyecto en los diferentes centros hospitalarios es importante, ya que el desarrollo del sistema experto sobre una plataforma web se basó en el concepto y la idea de ayudar al paciente con un diagnóstico temprano de un posible padecimiento de arteriosclerosis, así con este se pueda detectar en etapas iniciales de esta enfermedad, se pueda dar un tratamiento adecuado y permitirá brindar una mejor atención a los pacientes.

En lo personal, esta idea al igual que muchas otras ideas se generaron con la concepción de ayudar al prójimo y mejorar un sector, en este caso el de la medicina de esta sociedad boliviana en la que vivimos día a día.

7.3 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Se justifica desde el punto de vista técnico, con el desarrollo del sistema experto sobre una plataforma web, utilizando como herramientas de desarrollo tecnologías actuales el cual aseguran un perfecto funcionamiento y la cual brindara soporte de ayuda para realizar un diagnóstico temprano de arteriosclerosis basado en síntomas, estudios y antecedentes que presentaron algunos pacientes de algunos nosocomios, con el fin de extraer puntos específicos para el desarrollo mismo del Agente Experto.

El desarrollo de este sistema experto, está basado en estudios anteriores de pacientes que sufrieron con anterioridad ataques de este tipo de enfermedad, gracias a estos estudios se pudieron formar una gran base de conocimiento para su posterior uso y manipulación que le dará el usuario final.

7.1 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Se justifica desde el punto de vista Económico, con una futura ganancia en el factor tiempo al momento de la atención de un determinado paciente, esta ganancia en tiempo se generara después de implementar este proyecto en los diferentes sectores de salud, que se encuentran en nuestro país así se podrá fácilmente y rápidamente aumentar los pacientes atendidos en el diagnóstico de la arteriosclerosis, la cual disminuirá enormemente el tiempo que antes un paciente tenía que esperar para recibir el resultado del doctor.

Otro factor de ganancia es la del aspecto económico, porque actualmente una persona que piensa que sufre de esta enfermedad, acude a un centro hospitalario para realizarse determinados estudios, tratamientos, compra de medicamentos, entre otros y este sistema experto ayudaría a disminuir parte del gasto económico, porque el mismo sistema brindara resultados las cuales muchos de ellos cuestan dinero.

Entonces con la implementación de este Agente Experto en los diferentes centros hospitalarios se reduciría enormemente como se mencionó anteriormente dos factores primordiales, las cuales son Tiempo y Dinero.

8. ALCANCES Y LIMITES

8.1 ALCANCES

La presente Tesis pretende lograr un desarrollo exitoso de un Sistema Experto de diagnóstico preventivo de la arteriosclerosis usando y basándonos en reglas de producción. El diagnóstico se lo realiza mediante la evaluación del nivel de gravedad en base a los sistemas y las pruebas adicionales que presente el paciente, para que luego se llegue a establecer el tratamiento más óptimo que debe seguir el paciente.

8.1.1 ALCANCE ESPACIAL

En el aspecto espacial, la presente tesis pretende abarcar en un principio solo el área de La Paz y el Alto, porque esta región es la que presenta un gran número de usuarios que pueden padecer esta patología.

8.1.2 ALCANCE TEMPORAL

En el aspecto temporal, se quiere pretender una ganancia en el aspecto de que muchas personas no pueden realizarse estudios por falta de tiempo, la idea de esta tesis es desarrollar una aplicación que ayude a eliminar este puente que para muchos es el inicio de esta enfermedad silenciosa.

8.2 LIMITES

Esta tesis desarrollada con el uso de tecnologías 2.0 para la web, posee sus limitantes por ejemplo, para empezar a partir del diagnóstico preventivo que se le brinda al usuario, este sistema no puede hacer seguimiento continuo de la enfermedad después del diagnóstico que se brindó al usuario, aparte este sistema no brinda un total tratamiento de esta patología, al contrario solo brinda tratamientos básicos de cómo prevenir y reducir el grado de la enfermedad entre otros.

9. CRONOGRAMA DE AVANCE

Para el desarrollo del cronograma de avance se utilizara el diagrama de Gantt para usar como método grafico de planeación y control de este proyecto de investigación.

ACTIVIDADES	DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO						
	<ul style="list-style-type: none"> - Evolución de los métodos para desarrollar sistemas expertos. - Reglas de producción - Lenguajes de programación 						
	CONSTRUCCIÓN DEL MODELO						
	<ul style="list-style-type: none"> - Método científico 						
	IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROTOTIPO						
<ul style="list-style-type: none"> - Formulación de las reglas - Estructura del sistema - Interfaz del prototipo 							
PRUEBAS Y RESULTADOS							
<ul style="list-style-type: none"> - Análisis y resultados - Pruebas del prototipo - Validaciones del prototipo 							
FEBRERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	
TIEMPO EN MESES PARA SU EJECUCIÓN							

10. BIBLIOGRAFÍA

[Aznar, 2004/2005]: FIDEL AZNAR GREGORY, Sistemas Expertos Fundamentos de Inteligencia Artificial Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Alicante. http://www.fidel_asmar/inteligencia/artificial/univer&.html

[Merlo, 1976]: JUAN CARLOS MERLO, "Diccionario de Ciencias Médicas", 5ta Ed. 1664 págs. Tomo I y II, Librería "El Ateneo" Editorial. Texto del hospital Holandés.

[Morales, 1999]: EDUARDO MORALES, 06-18-1999 Adquisición de Conocimiento de Lógica difusa, Razonamiento con incertidumbre, Redes bayesianas.

http://www.Redes_Bayesianias/ibeoramericana.html

[Zadeh, 2002]: LIC. ZADEH introducción a los sistemas expertos con lógica difusa.

http://www.sistemas_expertos_fundamental/logica_difusa.html

[Caja Nacional de Salud]: Dr. Jhonny V. <http://www.sns.gob.bo/index.php?ID=Inicio&resp=661>

[Salkind, N.J] , Mayo 1999 "Metodos de investigación ", 3 ED. Prentice, 21-51 pags

[Nebendahl], D. 1998: "Sistemas Expertos Introduccion a la técnica y aplicación ". 1ra edición Barcelona-España, 175 pags

[Rich, E], 1998: Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, 1ra edición España

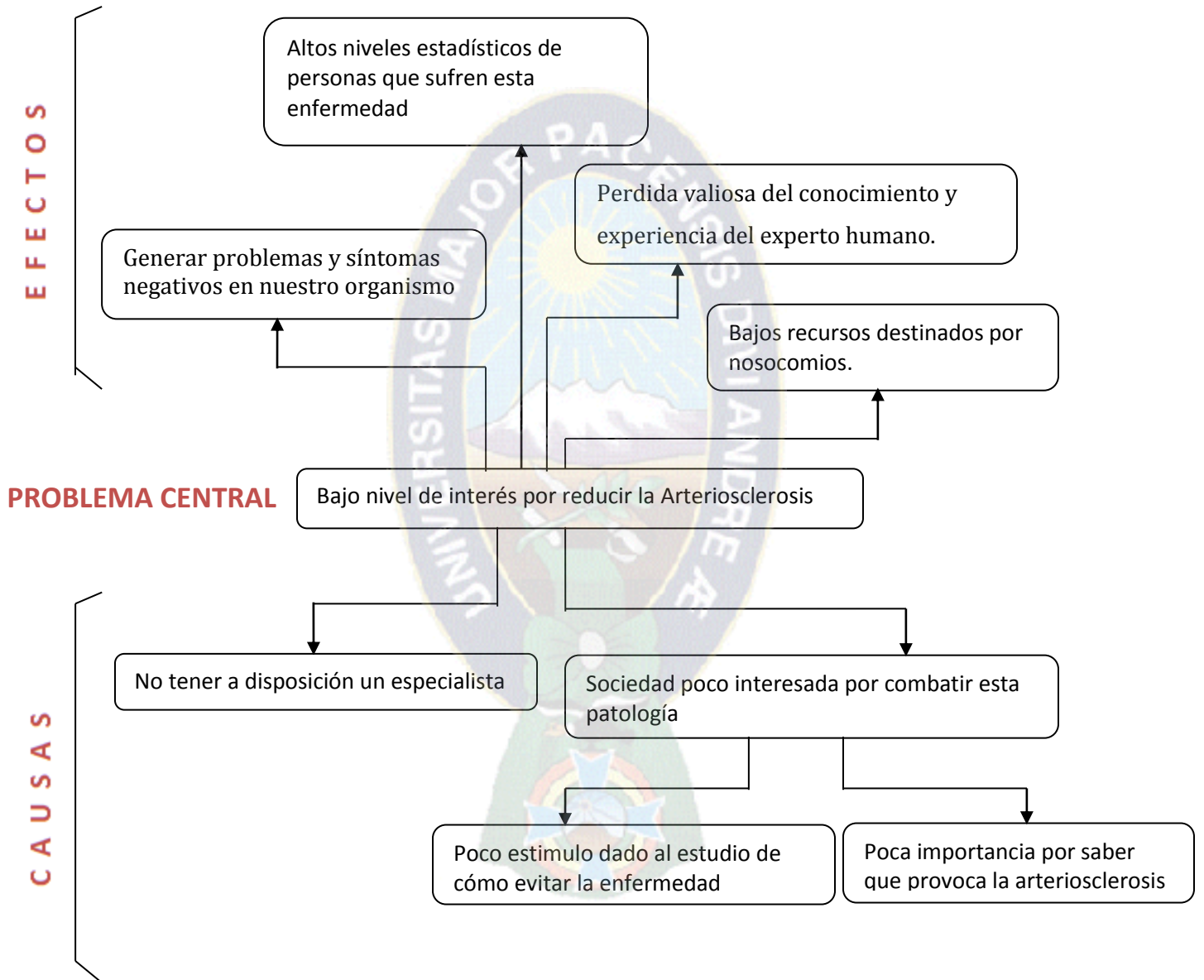
[Ramirez, JA], 1997 "Diagnostico precoz y rentabilidad", 120 pags. Medicine

[Vera, A.], 1987 "Metodologia de la Informacion", McGraw Hill

11. ANEXOS

11.1 ANEXO A - ÁRBOL DE PROBLEMAS

El siguiente esquema muestra el árbol de problemas generada gracias a las causas y efectos planteados anteriormente.



11.3 ANEXO B – MARCO LÓGICO

	OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir a reducir la ignorancia de la arteriosclerosis en nuestra Sociedad. - Contribuir a reducir la mortandad que sufre nuestra población 	<ul style="list-style-type: none"> - 70% de los entrevistados no tienen idea de que hace como se presenta esta patología. - 30% de las personas que sufren esta enfermedad cuentan con los recursos económicos. 	Resultados de la encuesta diseñada para tal fin	Algunos entes financiadores apoyan de alguna manera, recursos para difundir información, tratamiento y medicamentos sobre la arteriosclerosis.
PROPÓSITO	<ul style="list-style-type: none"> -Pacientes de nuestra sociedad que padecen esta enfermedad son atendidos preventivamente por nuestros centros hospitalarios. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se reducen en un 40% pacientes atendidos la evolución de esta patología. -Mejora en un 30% el estado nutricional de los pacientes atendidos. 	Registros administrativos del seguimiento y monitoreo de los centros de salud.	Los pacientes informados acuden regularmente a los tratamientos básicos que ofrecen los diferentes centros de salud.
COMPONENTES	<ul style="list-style-type: none"> -Atención psicológica y física para los pacientes. -Programa de alimentación y nutrición. -Programa de salud cardiológica. 	<ul style="list-style-type: none"> -Programa de atención psicológica y física durante los primeros 2 meses. -Programa de alimentación y nutrición durante todo el transcurso del tratamiento. -Programa de salud cardiológica durante todas las sesiones. 	Documentos de diseño para cada programa validados.	Toda la población de cualquier edad tiene a disposición de conocer, informarse acerca de estos programas.
ACTIVIDADES	<ul style="list-style-type: none"> -Consolidación de personas que formaran parte del equipo para su tratamiento. -Monitoreo y evaluación a los pacientes. 	El presupuesto será determinado por cada centro hospitalario que brinde algún enfoque sobre esta patología.	Registros administrativos y contables de los respectivos centros de salud.	Se cuenta con algunos recursos para la elaboración de campañas.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se mencionará la definición, estructura y funcionamiento de los Sistemas Expertos, así también una breve descripción de los primeros sistema expertos desarrollados; las ventajas, desventajas y las limitaciones que presentan los SE. Se utilizara la metodología CommonKads que es un método que se aplica para el análisis y la construcción de Sistemas Basados en Conocimiento.

Se hará una descripción general de lógica difusa (o lógica borrosa), los conjuntos difusos, la función de pertenencia, las variables lingüísticas, la inferencia difusa, las reglas difusas y la implicación difusa. Y por último se realizará una explicación de la hernia de disco, que factores son la causa de su origen, los síntomas que presenta, el cómo realizar el diagnóstico y las formas de tratamiento que se deberían seguir.

2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial "nació" en 1943 cuando Warren McCulloch y Walter Pitts propusieron un modelo de neurona del cerebro humano y animal. Estas neuronas nerviosas abstractas proporcionaron una representación simbólica de actividad cerebral.

- ✓ En 1950 **Alan Turing** consolidó el campo de la **inteligencia artificial** con su artículo *"Computing Machinery and Intelligence"*, en que propuso una prueba concreta para determinar si una maquina era inteligente o no, su famosa prueba de Turing por lo que se le considera el padre de **la inteligencia artificial**. Más adelante, Norbert Wiener elaboro estas ideas junto con otras, dentro del mismo campo, que se llamó "cibernética"; de aquí nacería, sobre los años 50, Inteligencia Artificial.
- ✓ Los primeros investigadores de esta innovadora ciencia, tomaron como base la neurona formalizada de McCulloch y postulaban que: *"El cerebro es un solucionado inteligente de problemas, de modo que imitemos un cerebro"*. Pero si consideramos la enorme complejidad del mismo esto es

ya prácticamente imposible, **teniendo en cuenta** que el hardware y **software** de la época no estaban a la altura de semejantes proyectos. Se comenzó a considerar el pensamiento humano como un coordinación de tareas simples relacionadas entre sí mediante símbolos. Se llegaría a la realización de lo que ellos consideraban como los fundamentos de la solución inteligente de problemas, pero lo difícil es unir entre sí estas actividades simples.

- ✓ En los años 50 cuando se logra realizar un sistema que tuvo cierto éxito, se llamó el Perceptrón de Rosenblatt, pero este falló.
- ✓ Fue en los años 60 cuando Alan Newell y Herbert Simon, que trabajando en la demostración de teoremas de ajedrez por ordenador logran crear un programa llamado GPS (General Problem Solver: solucionador general de problemas). Este era un sistema en el que el usuario definía un entorno en función de una **serie** de objetos y los operadores se podían aplicar sobre ellos. Este programa era capaz de trabajar con torres de Hanoi así como cripto-aritméticas y otros problemas similares, operando, claro está, con microcosmos formalizados que representaban los parámetros dentro de los cuales se podían resolver. Lo que no podía el GPS era resolver problemas ni del mundo real, ni médicos ni tomar decisiones importantes. El GPS manejaba reglas heurísticas (aprender de sus propios descubrimientos) que lo conducían hasta el destino deseado mediante el método de ensayo y error.

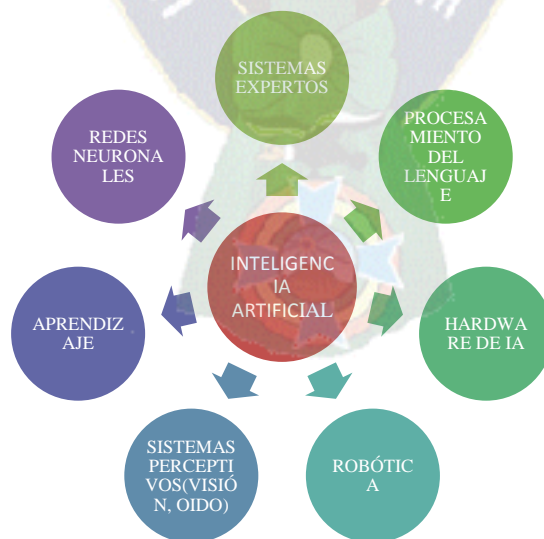


Figura 2. 1 Algunas Áreas de la Inteligencia Artificial

Fuente: [sistemasbasadosenconocimiento.blogspot.com]

2.3 SISTEMAS EXPERTOS

Los Sistemas Expertos, rama de la Inteligencia Artificial, son sistemas informáticos que simulan el proceso de aprendizaje, de memorización, de razonamiento, de comunicación y de acción en consecuencia de un experto humano en cualquier rama de la ciencia. Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, sacar conclusiones lógicas, tomar decisiones, aprender de la experiencia y los datos existentes, comunicarse con expertos humanos, explicar el porqué de las decisiones tomadas y realizar acciones como consecuencia de todo lo anterior. Técnicamente un sistema experto, contiene una base de conocimientos que incluye la experiencia acumulada de expertos humanos y un conjunto de reglas para aplicar ésta base de conocimientos en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema se mejora con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas.

Los sistemas expertos se basan en simular el razonamiento humano con un doble interés: en primer lugar el del analizar el razonamiento de un experto en la materia para poder codificarlo con la **ayuda** de un determinado lenguaje informático; por otra parte, la síntesis artificial de los razonamientos para que se parezcan a los del experto humano en la resolución de un determinado problema. Estos dos intereses han hecho que los investigadores del campo de la IA intenten establecer una metodología que les permita verificar la "comunicación" con los expertos y separar los distintos tipos de razonamiento (formal, deductivo, inductivo, y otros), además de construir los elementos necesarios para modernizarlos.

Mientras que en la programación clásica se diferencia solamente entre el programa y los datos, en los sistemas expertos se diferencian tres componentes:

- Una base de conocimientos
- Una base de hechos
- Un motor de inferencia

La base de conocimientos almacena toda la información específica relativa al campo de conocimiento deseado. Para ello se hace uso de un lenguaje específico para representar los conocimientos y que permite definir al experto su propio vocabulario técnico.

En la base de hechos se encuentran los datos relativos a los problemas que se quieren resolver con la ayuda del sistema. La memoria de trabajo almacena los resultados intermedios, pudiendo

guardar el rastro de las inferencias realizadas. Es por eso que puede utilizarse para explicar la forma en la que el sistema ha deducido la información durante una sesión de trabajo o describir el comportamiento del propio sistema. Al comienzo del período de trabajo, en la base de hechos sólo se encuentran los datos introducidos por el usuario del sistema, pero a medida que actúa el motor de inferencia, almacena las inducciones y deducciones que ha llevado a cabo el sistema para conseguir las conclusiones.

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

Existen dos tipos de motor de inferencia: los que emplean el razonamiento aproximado (cuyo resultado puede ser erróneo) y los que usan un tipo de razonamiento a partir del que se puede obtener resultado verdadero.

- ✓ El primer **sistema experto** fue el denominado Dendral, un intérprete de espectrograma de masa construido en 1967, pero el más influyente resultaría ser el Mycin de 1974, este era capaz de diagnosticar trastornos en la sangre y recetar la correspondiente medicación, todo un logro en aquella época incluso fueron utilizados en hospitales (como el Puff, variante de Mycin de uso común en el Pacific **Medical Center** de San Francisco EEUU).
- ✓ Ya en los 80, se desarrollaron lenguajes especiales para utilizar con la Inteligencia Artificial, tales como el lisp o el prolog. Es en esta época es cuando se desarrollan programas expertos más refinados, como por ejemplo el EURISKO. Este programa perfecciona su propio cuerpo de reglas heurísticas automáticamente por inducción.

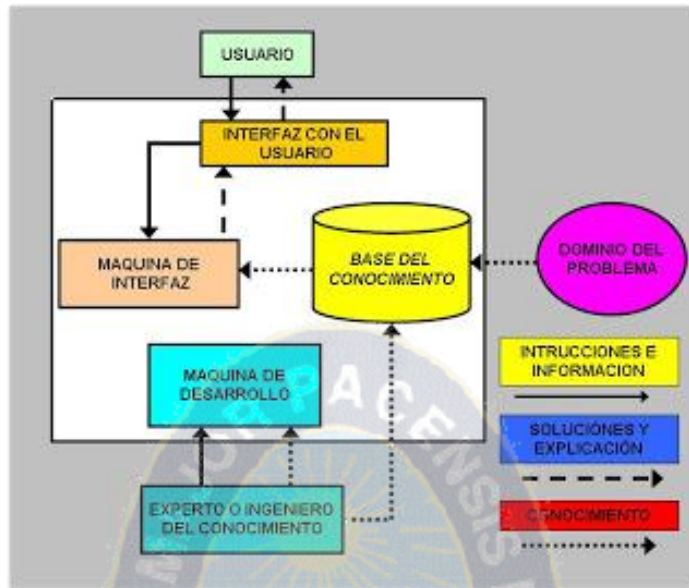


Figura 2. 1 Modelo de un Sistema Experto

FUENTE: (Ludwuing Nuñez; Wilmer Carvajal, 2009)

2.4 CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO

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

- Cuando los expertos humanos en una determinada materia son escasos.
- En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.
- Cuando es muy elevado el número de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.
- No se siempre se encuentra se encuentra disponible, ya que los expertos tienen vacaciones, se jubilan y por ser humanos se mueren.
- Son caros, por lo que no existen muchos.
- El experto humano adquiere su conocimiento de forma práctica y en algunos casos es difícil transmitir a otras personas, llegando a ser irremplazables en algunos casos.

2.5 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

Los sistemas expertos se realizan cuando el ingeniero del conocimiento habla y analiza con el experto humano de un tema de interés, donde el experto humano domina esa área y el ingeniero se encarga de formalizar ese conocimiento transformándolo en un Sistema Experto.

2.6 EL EXPERTO HUMANO

Los expertos humanos son aquellos que suministran 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.

2.6.1 INGENIERO DE CONOCIMIENTO

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

EL conocimiento recolectado por el ingeniero de conocimiento debe ser los más preciso y completo posible.

2.6.2 ESTRUCTURACIÓN DEL CONOCIMIENTO

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

2.6.3 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.

2.7 BASE DE CONOCIMIENTO

Hay que diferenciar entre datos y conocimiento. El conocimiento se refiere a afirmaciones de validez general, tales como reglas, distribuciones de probabilidad, etc. Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular. Por ejemplo en 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.

Como base de conocimiento utilizaremos los resultados obtenidos gracias a la investigación realizada y por la colaboración de entidades Hospitalarias.

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

2.7.1 COMPONENTES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO

La base de conocimiento (Fig. 3.6.1), 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 medido y el paciente.

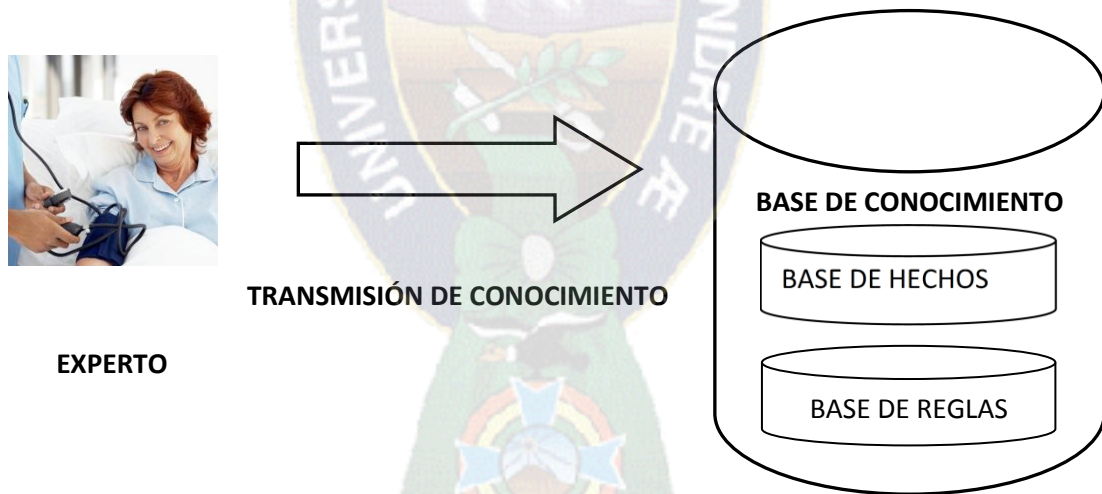


FIG. 2.7.1 BASE DE CONOCIMIENTO

FUENTE [ELABORACIÓN PROPIA]

2.7.2 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 cada enfermedad.

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

Ejemplo 1. Un paciente de 25 años de edad presenta los siguientes síntomas: consume un nivel de vida llena de estrés, su estado físico no es normal porque presenta sobrepeso, no realiza ninguna actividad productiva para regularizar el funcionamiento de su sistema circulatorio.

Ejemplo 2.

Un paciente de 40 años de edad presenta los siguientes síntomas: El paciente consume muchas calorías y lleva una mala alimentación, es propenso a varias infecciones y/o enfermedades entonces podría tener bajas las defensas.

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

Hechos, del ejemplo 1 podemos obtener:

Hecho1: El paciente presenta ESTRÉS

Hecho2: El paciente presenta SOBREPESO

Hecho3: El paciente no realiza ACTIVIDAD FÍSICA

Hecho4: El paciente no presenta UNA BUENA CIRCULACIÓN

Hechos, del ejemplo 2 podemos obtener:

Hecho1: El paciente consume muchas CALORÍAS

Hecho2: El paciente lleva una MALA ALIMENTACIÓN

Hecho3: El paciente es propenso A ENFERMEDADES

Hecho4: El paciente presenta MUY BAJAS LAS DEFENSAS

2.7.3 VARIABLES DE LA BASE DE CONOCIMIENTO

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

2.7.4 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 desnutrición presente y su respectivo tratamiento.

A continuación se tienen las reglas para el diagnóstico de la arteriosclerosis en personas que se encuentran entre los 35 y 45 años.

Para establecer el diagnóstico adecuado, el médico tiene que realizar un examen físico para detectar si hay "sibilancia", o sea un sonido irregular cuando escucha, en el cuello y además el pulso es débil y los pies están fríos.

Entre los estudios se confirman el diagnóstico están:

- ✓ Los análisis de sangre para medir los niveles de colesterol total y los de tipo HDL.
- ✓ La angiografía, mediante la cual se inyecta en el torrente sanguíneo un medio de contraste para ver el interior de las arterias en una placa radiográfica.
- ✓ La Tomografía por emisión de positrones o TEP, que reproduce imágenes tridimensionales de la circulación sanguínea desde y hasta el corazón.
- ✓ El cateterismo cardíaco, que consiste en insertar un tubo angosto en el corazón y las arterias coronarias e inyectar un medio de contraste o material radiactivo.
- ✓ La ultrasonografía doppler, que permite estudiar el flujo sanguíneo mediante el eco de ondas de ultrasonido.

Entre las formas de **tratamiento** están:

- ✓ Medicamentos para controlar la hipertensión, la diabetes y el alto nivel de colesterol en la sangre, cuando la dieta no han ayudado a reducirlo.
- ✓ Medicamentos para aliviar los síntomas derivados de la estrechez de los vasos sanguíneos, entre los que se encuentran la nitroglicerina, los beta bloqueadores o los bloqueadores de los canales de calcio para controlar el dolor de pecho y dosis bajas de ácido acetilsalicílico para reducir el riesgo de coágulos sanguíneos
- ✓ Si los fármacos no surten efecto, se recomienda la cirugía para desbloquear las arterias dañadas.

Los procedimientos utilizados para ello son:

- ✓ La angioplastia de balón, que consiste en insertar un catéter con un balón desinflado en la punta, que al inflarlo aplane las placas y permita el ensanchamiento de la arteria. Este procedimiento se practica frecuentemente en arterias coronarias obstruidas, en la arteria renal, en los brazos y en la parte inferior de las piernas. En algunos casos se combina con cirugía láser.
- ✓ Otro procedimiento consiste en insertar a través del catéter un dispositivo con aspas rotatorias para destruir la placa.

- ✓ La cirugía de derivación coronaria conocida como “bypass”, mediante la cuál se injertan segmentos de venas o arterias de otra parte del cuerpo con el objeto de trasportar sangre alrededor de la zona obstruida de los vasos. El bypass coronario es el más común, pero también se pueden realizar en la arteria carótida y en las arterias de las piernas.
- ✓ La andarterectomía que consiste en abrir el vaso obstruido y eliminar los depósitos de grasa. En ocasiones se inserta en la arteria un parche de dacrón para reforzarla.
- ✓ Una nueva técnica experimental es la terapia génica, que consiste en insertar en la arteria bloqueada genes que controlan el crecimiento de nuevos vasos sanguíneos con el fin de estimular la formación de una derivación natural alrededor de la zona obstruida.

Con esos antecedentes desglosados anteriormente sobre los síntomas y de las maneras que podemos detectar si padecemos o no la arteriosclerosis, se crearon estas reglas:

Regla 1.

Diagnostico (sobrepeso, 30 años, presenta historial clínico cardiovasculares, Puede presentar inicios de la Arteriosclerosis, tratamiento: Ingerir alimentos de manera balanceada y nutritiva, Seguir el proceso de revascularización o derivación y seguir el tratamiento).

Regla 2

Diagnostico (sobrepeso, 35 años. Presenta dolores en regiones como el muslo, la pierna, brazo o el pecho. Puede presentar síntomas de un crecimiento de la arteriosclerosis. Tratamiento realizarse un examen físico para evaluar niveles de su organismo).

Regla 3

Diagnostico (peso bajo, no realiza actividad física, dolores cuando se encuentra en reposo, tiene diabetes, puede presentar arteriosclerosis media, tratamiento: completar la evaluación médica de los síntomas principales para identificar complicaciones y definir la conducta a seguir)

Regla 4

Diagnostico (peso normal, fuma, tiene hipertensión sanguínea, puede presentar arteriosclerosis moderada, tratamiento: completar los estudios necesarios para saber a partir de los síntomas principales la patología).

Regla 5

Diagnostico (tener familiares cercanos que padezcan enfermedades cardiacas, desnutrición moderada, es de sexo masculino, presenta dolores en los brazos, arteriosclerosis aguda moderada. Tratamiento: realizarse un examen físico).

Regla 6

Diagnostico (sobrepeso, presenta estrés, fuma, historial clínico sobre ataques cardiovasculares, puede presentar arteriosclerosis avanzada. Tratamiento realizar un examen físico, como exámenes en diferentes laboratorios para detectar problemas a nivel cardiovascular).

2.7.5 MECANISMO DE INFERENCIA

Una de las técnicas 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.

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

2.7.6 DISEÑO DE ENTRADAS

El sistema experto como entrada tendrá los signos y síntomas para el desarrollo del sistema, para el cual se realizan preguntas cuyas respuestas son SI o NO, también pueden responder con las opciones como ser: bajo, muy bajo, extremadamente bajo y leve, moderada, grave, las cuales se verán reflejadas en la tabla que sigue a continuación:

VARIABLES	NOMBRE DE LOS SÍNTOMAS	VARIABLES LINGÜÍSTICAS
S1	Peso	Sobrepeso, normal, bajo, muy bajo, extremadamente bajo
S2	Talla	Normal, bajo, muy bajo, extremadamente bajo
S3	Presenta historial clínico	Leve, moderada, grave
S4	Formulario de registro por cuestiones cardiovasculares	Si, No
S5	Presento anteriormente esta enfermedad	Si, No
S6	Enfermedades prevalentes	Si, No
S7	Fuma	Si, No
S8	Realiza actividad física	Si, No
S9	Algún pariente cercano sufre de esta enfermedad	Si, No
S10	Presenta estrés	Si, No
S11	Edad mayor a los 40 años	Si, No
S12	Sexo Masculino o Femenino	Si, No

FUENTE: [ELABORACIÓN PROPIA]

2.8 MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencias es un programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el sistema experto. Utilizando los datos que le suministran, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución. La estrategia de control puede ser de encadenamiento progresivo o encadenamiento regresivo.

2.8.1 MECANISMOS DE RAZONAMIENTO

Cuando el conocimiento se ha presentado, se necesita un mecanismo de razonamiento para obtener conclusiones a partir de la base de conocimientos. Para las reglas “Si-Entonces” existen básicamente dos formas de razonamiento.

- El mecanismo de razonamiento encadenamiento hacia atrás.
- El mecanismo de razonamiento encadenado hacia adelante.

Si solamente se tiene una hipótesis a demostrar, el mecanismo de razonamiento a utilizar el encadenamiento hacia atrás. Si hay muchas hipótesis y no hay ninguna razón para empezar con alguna de ellas en particular, es mejor utilizar el encadenamiento hacia adelante.

Si hay muchas evidencias y pocas hipótesis o conclusiones será más conveniente utilizar el encadenamiento hacia atrás, si hay pocas evidencias y muchas hipótesis será más útil el encadenamiento hacia adelante.

2.8.2 REGLAS DE INFERENCIA

Las reglas de inferencia nos permite obtener conclusiones a partir de un conjunto de premisas así obtenemos una conclusión deseada. Las reglas que se utilizaran serán:

Modus ponendo ponens llamado también “método de la afirmación” y Modus tollendo tollens llamado también “método de la negación”.

2.9 MODUS PONENDO PONENS

El Modus Ponendo Ponens es quizás la regla de inferencia más comúnmente utilizada. Se utiliza para obtener conclusiones simples. En ella, se examina la premisa de la regla, y si es cierta la conclusión. Esta conclusión pasa a formar parte del conocimiento como por ejemplo supóngase que se tiene la regla, “Si A es cierto, entonces B es cierto” y que se sabe además que “A es cierto”. La regla Modus Ponendo Ponens concluye que “B es cierto”. Esta regla de inferencia, que parece trivial debido a su familiaridad, es la base de un gran número de sistemas expertos.

2.10 MODUS TOLLENDO TOLLENS

La regla de inferencia Modus Tollendo Tollens se utiliza también para obtener conclusiones simples. En este caso se examina la conclusión y si es falsa, se concluye que la premisa también es falsa. Por ejemplo, supóngase de nuevo que se tiene la regla, “Si A es cierto, entonces B es cierto” pero se sabe que “B es falso”. Entonces, utilizando la regla Modus Ponendo Ponens no se puede obtener ninguna conclusión pero utilizando la regla Modus Tollendo Tollens se concluye que “A es falso”.

2.11 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.

2.11.1 CONOCIMIENTO POCO PRECISO

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

2.11.2 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.

2.11.3 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.

2.12 FASES DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Para el desarrollo del sistema experto se utilizara la Metodología de COMMONKADS, las cuales nos darán las pautas necesarias para el desarrollo del sistema experto como también permiten una correcta documentación.

2.12.1 METODOLOGÍA DE COMMONKADS

CommonKads, es un método que se aplica para el análisis y la construcción de sistemas basados en conocimiento. Este método está orientado hacia la realización de actividades de modelado, donde se desarrollan un conjunto de modelos que permiten expresar diferentes perspectivas de la situación que se está analizando; actividades de administración del proyecto donde a los modelos se le asocian estados con los cuales se lleva a cabo la gestión del proyecto, y actividades de reutilización donde se pretende mejorar la productividad en el desarrollo de los sistemas basados en el conocimiento. Los modelos que conforman el método son Organización, Tarea, Agente, Conocimiento, Comunicación y Diseño. El modelo de conocimiento es de especial interés en este trabajo ya que permitió especificar el conocimiento de experticia requerido para emular la capacidad de orientar y guiar de los expertos del dominio.

En el análisis y construcción del SE que se presenta, se utilizó el método CommonKads. La principal razón de esta selección, es que esta metodología gira alrededor del modelo de experiencia y está pensada para desarrollar sistemas basados en conocimiento que interactúen con el usuario de manera directa. Además, es posible alcanzar un alto nivel de detalle en la descripción y es consecuente con el proceso de desarrollo de software.

2.12.1.1 MODELO DE ORGANIZACIÓN

Este modelo permite realizar el análisis de la organización donde se introducirá el SE. En este caso se identifican los problemas, oportunidades y demás aspectos relacionados con el entorno organizativo del sistema clínico-farmacéutico.

2.12.1.2 MODELO DE TAREAS

Este modelo muestra las tareas que serán realizadas en el entorno organizativo en que se propone instalar el SE. Además proporciona el marco para su distribución entre los agentes (considerando que estos pueden ser humanos o de software). El modelo facilita el análisis de las tareas y la forma en que estas se relacionan.

En este modelo se pueden utilizar formas de visualizar el trabajo, por ejemplo es frecuente el uso de hojas de trabajo.

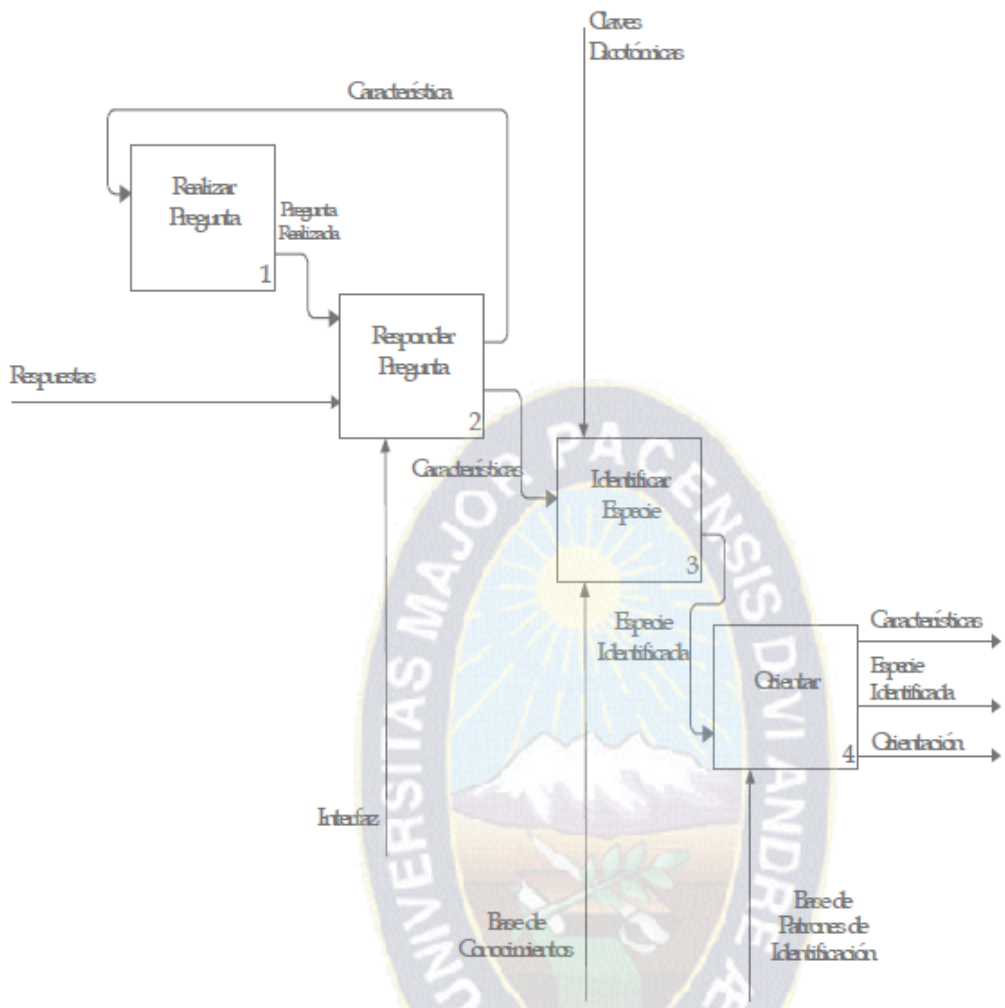
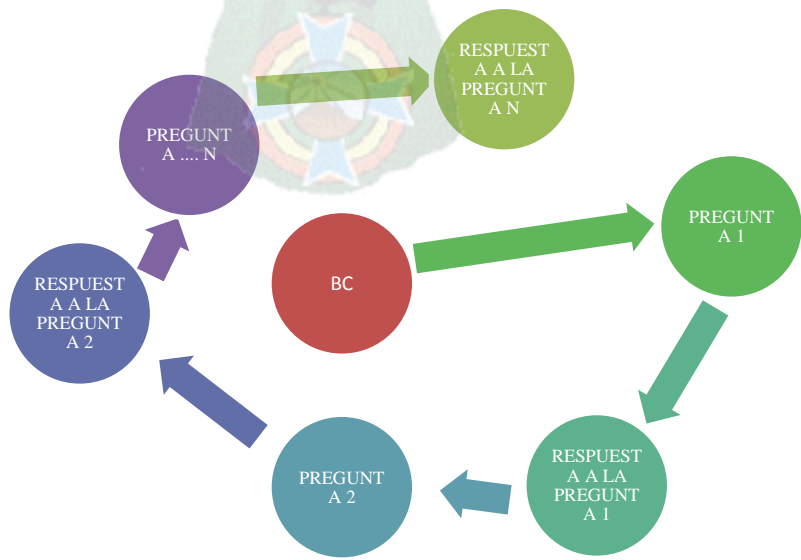


Fig 2.12.1.2 [Elaboracion Propia]



2.12.1.3 MODELO DE AGENTES

En este modelo se describen las competencias, características y restricciones de los agentes, la descripción se hace en base a las hojas de trabajo.

2.12.1.4 MODELO DE CONOCIMIENTO

El propósito de este modelo es describir el conocimiento que posee el sistema experto y que es relevante para la consecución de las tareas. Los componentes principales en el desarrollo de este modelo se muestran a continuación:

- ✓ Identificación del conocimiento
- ✓ Especificación del conocimiento

Identificación del conocimiento:

Se puede obtener el conocimiento deseado mediante la aplicación de diferentes técnicas de adquisición tales como, entrevistas estructuradas, análisis de protocolos, recolección y observación de ejemplares.

Por ejemplo la aplicación de este conocimiento sería de la siguiente manera: Si la respuesta a la primera pregunta de la clave 1; “¿Algún pariente padeció esta enfermedad?” es afirmativa, entonces se deben examinar las preguntas de la clave 2, en caso contrario responder la segunda pregunta de la clave 1.

Especificación del conocimiento: Este componente abarca fundamentalmente su adquisición, organización y representación. Una vez adquirido de manera adecuada, por ejemplo. Este se organizó considerando para cada una de los padecimientos que provoca esta patología; nombre, descripción, origen y sección anatómica. Seguidamente, se representó el conocimiento mediante un modelo conceptual y se especificó la estructura de la base de conocimiento.

2.12.1.5 MODELO DE DISEÑO

El modelo de diseño permite especificar la arquitectura del SE, la plataforma de implantación y los requerimientos para su construcción. El SE fue desarrollado para plataformas PC bajo sistemas operativos como ser Windows, Linux, MAC OSX en ambiente web. Para el diseño y desarrollo de la interfaz se utilizó las siguientes herramientas, como IDE de desarrollo sublime text en su versión 2, frameworks para la parte del frontend (Bootstrap en su versión 3, JQuery en sus correspondientes plugins para cada ambiente), y para su implementación dinámica se utilizara una de las siguientes opciones el framework Ruby on Rails (Ruby en su versión 2.1.2 y Rails en su versión 4.1) o PHP, lenguaje de programación open source interpretado de alto nivel integrado en paginas HTML y ejecutando en el servidor. La implementación de la base de datos se utilizara mysql como gestor de datos.

2.13 LA ARTERIOSCLEROSIS Y SUS FACTORES

La **arteriosclerosis** es la enfermedad de las arterias que consiste en que éstas pierden su elasticidad y se vuelven más gruesas y rígidas. Los factores de riesgo cardiovascular influyen enormemente en la aparición de este trastorno, que es muy frecuente en la población adulta.

Al verse lesionada la pared de un vaso sanguíneo, se ponen en marcha una serie de acontecimientos que conducen a la acumulación de unas células sanguíneas encargadas de *taponar la lesión*, conocidas como plaquetas. La agrupación de las plaquetas, a su vez, favorece el **depósito de grasa (colesterol)** en las paredes de los vasos. De esta manera, se forman las llamadas *placas de ateroma* que provocan que las arterias se estrechen progresivamente.

La arteriosclerosis tarda mucho tiempo en dar manifestaciones clínicas. Por ello, es preciso detectarla precozmente, antes de que las placas de ateroma se compliquen y produzcan un daño irreversible en algunos órganos.

Se deben hacer exámenes periódicos de salud (chequeos vasculares) desde los 40-50 años, especialmente, en aquellas personas con antecedentes familiares de enfermedades causadas por arteriosclerosis.

En esos chequeos se presta una importancia especial al estudio de los factores de riesgo cardiovascular. Además, a través de los análisis, también se evalúan determinados marcadores de daño vascular.

Con toda la información recogida en un chequeo vascular, se puede calcular de forma aproximada el riesgo de cada persona. Por ejemplo, se puede predecir con gran fiabilidad el porcentaje de posibilidades de presentar un infarto agudo de miocardio a lo largo de los 10 años siguientes. También se puede calcular la edad vascular de cada paciente. Por ej. un fumador de 40 años puede tener una edad vascular de 60, por tener una arteriosclerosis propia de personas de esta edad.

La consecuencia de todo esto es que la **circulación sanguínea** quede reducida de forma importante y, por lo tanto, exista un déficit en el aporte sanguíneo a los órganos y tejidos del cuerpo humano, que no reciben los nutrientes necesarios. Este hecho aumenta el riesgo de ataque cardíaco, de problemas vasculares y de ictus cerebral.

En muchas ocasiones se usan indistintamente los términos aterosclerosis y arteriosclerosis para hablar de lo mismo. Si bien la distinción entre las dos formas de nominación no está muy clara, conviene saber que como **arteriosclerosis** se conoce al engrosamiento y endurecimiento de la pared arterial, mientras que la **aterosclerosis** se refiere a la acumulación de depósitos grasos en el interior de los vasos sanguíneos.

Su etiología es el resultado de un proceso de interacción de múltiples factores. En algunos casos predominan los factores endógenos (nutricional, psicológico) y en otros exógenos (familiar,

socioeconómico, cultural, etc.). La influencia de un grupo de factores sobre otro, es diferente de una región a otra.

La arteriosclerosis también es:

- Es una patología social que afecta inicialmente al funcionamiento de los sistemas cardiovasculares de nuestro organismo.
- Es silenciosa, porque es difícil detectar en niños, jóvenes y adultos.
- Es analfabeta, porque a menor información sobre esta patología, mayor probabilidad de confundirla y no detectarla a tiempo.

2.14 SÍNTOMAS PARA LA DETECCIÓN DE LA ARTERIOSCLEROSIS

Los primeros síntomas aparecen a nivel de las piernas o los pies. Cuando las arterias principales se estrechan disminuye el riego sanguíneo en estas zonas, y esto suele manifestarse de una forma muy característica como un dolor en las piernas cuando se camina continuamente unos 100 o 200 metros. Esto se debe a que al iniciar la actividad física los vasos más pequeños asumen el aporte de sangre, pero rápidamente se establece la necesidad de un aporte de sangre mayor, lo que depende de vasos más importantes que, en este caso, se encuentran afectados por la arteriosclerosis, por lo que dicha necesidad no se satisface y se origina el dolor. Cuando se detiene la actividad el dolor desaparece a los pocos segundos, para volver a instaurarse si se continúa caminando otros tantos metros. A este conjunto de síntomas, dolor, reposo, y de nuevo dolor, se le conoce como **claudicación intermitente**, y es una forma muy típica de manifestación de la arteriosclerosis.

Otra forma de manifestación de la arteriosclerosis ocurre cuando algunos de **los vasos sanguíneos quedan totalmente ocluidos**. Si esta obstrucción se produce de forma paulatina se pueden formar nuevos circuitos vasculares que rieguen esa zona, aunque de manera más precaria. La circulación arterial deficiente reduce la sensibilidad al calor o al frío e, incluso, a la presión, por lo que los pies se vuelven más vulnerables a los traumatismos menores e infecciones. Si la oclusión es brusca, porque una placa de ateroma interrumpe la circulación sanguínea repentinamente, puede aparecer un dolor agudo en la pierna, que se pone pálida y fría por debajo del nivel del bloqueo. En casos más graves, generalmente en diabéticos mal controlados, puede haber **gangrena**, que es la muerte de los tejidos que se produce más frecuentemente en las puntas de los dedos del pie o en la zona más inferior de la pierna.

A diferencia de los problemas circulatorios que acontecen en los miembros inferiores, la forma de manifestación de peor pronóstico de la arteriosclerosis es aquella que debuta de manera silenciosa hasta que da la cara en forma de infarto cardiaco o cerebrovascular. Estas son las complicaciones más graves de este trastorno y las que mayor número de muertes producen.

El mayor peligro del engrosamiento de los vasos sanguíneos y el depósito de grasa reside en el estrechamiento de las arterias que nutren órganos que son vitales. Cuando estos tejidos no reciben el aporte necesario de sangre se produce una situación de muerte celular conocida

como **isquemia**. Este acontecimiento, a nivel del corazón o del cerebro, puede resultar nefasto para el paciente. Además, la falta de aporte sanguíneo a los órganos también puede originarse por la liberación de fragmentos del depósito graso de los vasos, que viajan por la circulación hasta impactarse en un vaso, ocluyéndolo totalmente, y causando de esta forma la isquemia del tejido irrigado por dicho vaso. Este trastorno en concreto se denomina **embolismo arterial**.

Cuando algo de esto ocurre a nivel de las arterias coronarias (los vasos sanguíneos que llevan la sangre al corazón) se origina la llamada angina de pecho (dolor a nivel del tórax que suele aparecer con el ejercicio) o, si es más grave, el infarto de miocardio. Si los vasos afectados son los de la circulación cerebral se produce un trastorno conocido como ictus, que consiste en que parte del sistema nervioso deja de funcionar, la mayoría de las veces irreversiblemente, debido a un déficit de aporte sanguíneo a esa zona concreta.

Además los cuadros clínicos que pueden presentar las personas con arteriosclerosis complicada dependen del órgano que está irrigado por esas arterias.

- ✓ Cuando la obstrucción afecta a las arterias cerebrales pueden aparecer desde ataques de isquemia cerebral transitoria, hasta un accidente cerebrovascular agudo o ictus, con secuelas más o menos permanentes.
- ✓ Cuando la obstrucción afecta a las arterias renales, puede facilitarse el desarrollo de insuficiencia renal o aparecer hipertensión, que en este caso sería secundaria a la insuficiencia renal.
- ✓ La obstrucción de las arterias de las extremidades inferiores puede dar lugar a claudicación intermitente, que se caracteriza por la presencia de dolor muscular en pantorrillas, desencadenado por la marcha y que obligan al paciente a pararse durante un momento, hasta que le deja de dolor, por eso se llama "la enfermedad de los escaparates".
- ✓ La presencia de lesiones ateroscleróticas complicadas en la aorta favorece el desarrollo de aneurismas, que pueden no dar síntomas o producir muerte súbita por rotura del aneurisma.
- ✓ La presencia de lesiones por aterosclerosis en las arterias coronarias (las que llevan riego al corazón) da lugar a angina de pecho (oclusión parcial), infarto agudo de miocardio (oclusión súbita total) o insuficiencia cardíaca.

2.15 DIAGNOSTICO DE LA ARTERIOSCLEROSIS

El **diagnóstico de la arteriosclerosis** en sí es muy complicado. Como, por lo general, este problema no suele dar la cara hasta que no se produce el infarto de miocardio o el ictus cerebral, lo más importante a la hora de diagnosticar esta enfermedad es sospechar su existencia cuando

el paciente presente varios factores de riesgo cardiovascular, por ejemplo si se trata de un fumador con el colesterol elevado y sobrepeso.

En cuanto a los problemas circulatorios de los miembros inferiores, el diagnóstico suele basarse en una buena **historia clínica**. Ante la presencia de dolor con el ejercicio, que se alivia con el reposo y que reaparece al retomarse la actividad, es fácil sospechar que el problema de base es la arteriosclerosis. Una forma sencilla de confirmarlo es medir la presión arterial en un brazo, así como en el tobillo de ese mismo lado; cuando existe una diferencia entre ambos valores, de forma que la presión en el tobillo es menor que la del brazo, esto suele significar que las arterias a nivel de la pierna se encuentran estrechadas por la arteriosclerosis.

Entre las pruebas diagnósticas que pueden realizarse para obtener un diagnóstico de la arteriosclerosis más certero destacan la **ecografía**, el **eco-doppler** o la **angiografía**. Con estas pruebas se puede determinar a qué nivel se encuentra la oclusión arterial, y valorar la necesidad o no de tratamiento quirúrgico.

2.16 TRATAMIENTO Y PREVENCIÓN DE LA ARTERIOSCLEROSIS

Como los medicamentos no pueden limpiar las arterias obstruidas, una arteria coronaria muy estrechada podría necesitar otro tipo de tratamiento para mejorar la calidad de vida del paciente.

Una opción es la angioplastia coronaria percutánea, que consiste en la dilatación de la arteria estrechada, casi siempre seguida de la implantación de un stent.

Por otro lado una alternativa apoyada en estudios clínicos demuestran que la única forma de **tratar la arteriosclerosis** y sus complicaciones se basa en la modificación del estilo de vida, el empleo de fármacos e incluso la cirugía cuando es necesario. Evitar todos aquellos factores de riesgo cardiovascular que se pueden controlar, estableciendo un estilo de vida saludable es, además, la mejor forma de **prevenir el desarrollo de arteriosclerosis**.

Lo mejor es reducir al máximo los factores que puedan suponer un daño a los vasos sanguíneos, para evitar así la aparición de la arteriosclerosis. Para conseguirlo, es importante tener en cuenta:

2.16.1 DIETA

Una alimentación saludable, que evite las grasas animales y contribuya a alcanzar y mantener un peso apropiado, es imprescindible para prevenir el depósito de grasas en las paredes vasculares y la consecuente disminución del calibre arterial. Una dieta equilibrada ayudará, además, a combatir la obesidad, que está asociada a otros trastornos como la diabetes, la hipertensión, o

la hipercolesterolemia, que ya hemos visto que son factores de riesgo para desarrollar arteriosclerosis.

2.16.2 ACTIVIDAD FÍSICA

Es un punto fundamental a la hora de reducir el riesgo cardiovascular y mejorar el estado del sistema circulatorio. Basta con realizar un ejercicio moderado, pero diario, y preferiblemente de tipo como caminar a paso rápido, nadar, o ir en bicicleta.

2.16.3. ALCOHOL Y TABACO

Evitar cualquier hábito nocivo como el tabaquismo y el consumo de alcohol. Los fumadores son especialmente propensos a la arteriosclerosis, porque fumar reduce la cantidad de oxígeno que circula por la sangre y favorece el depósito de grasa en las arterias. El abandono de estos hábitos puede frenar e incluso mejorar la circulación en las personas afectadas por este problema.

2.16.4. EL ESTRÉS

Se ha visto que el estrés también influye negativamente en el estado de las arterias. Un estilo de vida sin tensiones y libre de estrés contribuye al buen funcionamiento de los vasos sanguíneos.

2.16.5. HIPERTENSIÓN ARTERIAL

Es uno de los factores de riesgo fundamentales que es imprescindible vigilar, ya que la hipertensión arterial produce un daño muy importante en las paredes arteriales que, a la larga, favorece la aparición de arteriosclerosis. El control estricto de las cifras tensionales es una buena forma de prevenir este trastorno.

2.16.6. CUIDADO DE LOS PIES

En el caso de enfermedad vascular en miembros inferiores hay que tener en cuenta ciertos aspectos en el cuidado diario de los pies. Se usará siempre un calzado del tamaño apropiado, y las pequeñas heridas y rozaduras se tratarán con mucha más atención que en condiciones normales, debido a la lenta cicatrización que tienen estos pacientes y al riesgo aumentado de infección.

2.16.7. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA ARTERIOSCLEROSIS

En realidad, a día de hoy no existe ningún tratamiento médico que haya demostrado su efectividad para curar la arteriosclerosis. Los fármacos que el médico suele recetar a estos

pacientes suelen ir encaminados al tratamiento de alteraciones específicas, como la hipertensión arterial, la hipercolesterolemia, la diabetes...

Si el paciente presenta manifestaciones clínicas a nivel de la circulación de las piernas se puede utilizar ácido acetilsalicílico, u otro analgésico con actividad antiinflamatoria similar. Si no se produce ninguna mejora con las modificaciones en el estilo de vida, se pueden prescribir fármacos como la pentoxifilina, que ayudan a mejorar la circulación sanguínea.

2.16.8. CIRUGÍA Y OTROS TRATAMIENTOS INTERVENCIONISTAS

La **angioplastia coronaria percutánea** es uno de los tratamientos más eficaces para mejorar a los pacientes con isquemia o cardiopatía isquémica.

El procedimiento consiste en dilatar una o más arterias coronarias mediante un catéter, en cuyo extremo distal porta un balón que se infla al llegar al lugar obstruido, permitiendo que la luz (el interior) del vaso en ese punto aumente su diámetro y se restaure de nuevo el flujo sanguíneo normal.

El catéter se introduce mediante punción por la arteria femoral o por la radial (en la muñeca), desde donde se conduce hasta la arteria coronaria.

Los **stents** son dispositivos metálicos de diferentes diseños. Se introducen en las arterias coronarias de forma percutánea (mediante una punción en la arteria femoral o radial) para corregir un estrechamiento del interior de luz de la arteria debido a un trombo o a una placa de aterosclerosis denominada ateroma. Se utilizan aproximadamente en el 96% de las angioplastias.

Existen diferentes tipos de stents:

- ✓ **Stents farmacoactivos:** es el material más avanzado para tratar la cardiopatía isquémica. Proporciona excelentes resultados y su éxito reside en la reducción de la tasa de reestenosis (la reproducción del estrechamiento de la arteria). Libera la dosis exacta de fármaco que limita el exceso de crecimiento de tejido dentro de la arteria.
- ✓ **Stents metálicos:** no llevan fármacos incorporados para evitar el crecimiento del tejido. Hay ocasiones en que está indicado usarlos debido a que el paciente no tolera la medicación que debe tomar después de la implantación de un stent farmacoactivo a lo largo de un año.

Cuando una de las arterias principales de la pierna queda ocluida puede hacerse necesaria la intervención quirúrgica. Entre las técnicas quirúrgicas más empleadas está la denominada **angioplastia con balón**.

Consiste en la introducción de un catéter que consta de un globo en su extremo, que se hincha una vez localizada la obstrucción, abriéndose de esta forma la luz del vaso ocluido. Otro tipo de técnicas se basan en el uso del láser y otros dispositivos para abrir las arterias obstruidas.

La cirugía propiamente dicha se reserva para aquellos pacientes que tienen dolor, dificultades para caminar, alteraciones en la piel debidas a la isquemia, o riesgo elevado de amputación. La técnica consiste en abrir la arteria y limpiarla del material ocluyente, o bien realizar un by-pass o puenteo del vaso obstruido, al derivar la circulación por un vaso sanguíneo artificial.



CAPITULO III ANÁLISIS Y DISEÑO

3.1 ANÁLISIS Y DISEÑO

Este capítulo es uno de los más importantes, ya que en esta se construye la base de conocimiento (base de hechos y base de reglas), se estructura el conocimiento y se describe el proceso de inferencia (Lógica difusa).

3.2 INTRODUCCIÓN

La etapa más importante en el diseño de un Sistema Experto es la construcción de la Base de Conocimientos y el Motor de Inferencia, es en esta etapa donde el experto humano y el ingeniero de conocimiento juegan un papel muy importante, porque su trabajo consiste en analizar, formalizar y estructurar el conocimiento obtenido.

3.3 DESCRIPCIÓN INFORMAL

Como habíamos mencionado con anterioridad, los componentes más importantes de un Sistema Experto son: la Base de Conocimientos 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 permitirá describir de mejor manera el rango de probabilidad que se le debe asignar a la base de conocimiento para solucionar problemas.

Para describir todo este proceso es que se tomo como medio de descripción a los componentes del sistema experto.

3.4 DESCRIPCIÓN FORMAL DEL MODELO

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

- ✓ Un conjunto de síntomas = $\{S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, \dots, SN\}$, que son las variables de entrada con las que trabaja el sistema experto.
- ✓ Se realiza el proceso de inferencia con los síntomas de entrada, se aplica la lógica difusa para las variables lingüísticas, para obtener un valor óptimo de modo que permita encontrar el diagnóstico adecuado = $\{D1, D2, D3\}$.
- ✓ Cada paciente puede presentar un tipo o un grado de arteriosclerosis, donde:
- ✓ $P1 = \{\text{caso1, caso2, caso3}\}$

Tenemos:

Caso1 = Arteriosclerosis leve o inicial

Caso2 = Arteriosclerosis moderada

Caso3 = Arteriosclerosis grave o fase terminal

3.5 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura de Sistema Experto (Fig 3.5), propuesta en este trabajo está basada en la arquitectura de sistema experto mencionado en el capítulo 2, cuya función es la de proporcionar un diagnóstico 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.



FIG. 3.5 COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

FUENTE [ELABORACIÓN PROPIA]

- ✓ **Entrada** (Conjunto de síntomas/signos), datos de entrada proporcionados por el paciente, cuyos datos se encuentran almacenados en la base de conocimiento.
- ✓ **Lógica Difusa**, medio empleado para extraer conclusiones de la base de conocimiento.
- ✓ **Base de conocimiento**, medio para almacenar el conocimiento adquirido del experto, en forma de hechos y reglas.
- ✓ **Motor de inferencia**, medio para obtener conclusiones
- ✓ **Salida**, (diagnóstico y tratamiento), Resultado de la consulta realizada en función de los síntomas (datos de entrada), la base de conocimiento (reglas de producción) y el motor de inferencia.

3.6 DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

El prototipo del sistema experto para el diagnóstico de personas mayores a 40 años, está construida para plataforma web y mobile, para este prototipo como se menciono anteriormente se utilizó varias herramientas como por ejemplo el framework Bootstrap en su ultima versión 3 para el diseño de la parte visual (FrontEnd) además para la vista (Mobile), HTML5 para hacer el mejor uso a la aplicación, para el manejo de datos dinámicos se utilizó PHP y para el gestor de bases de datos Mysql entre otros.

La interfaz de usuario básicamente esta dividida en diferentes secciones de navegación que se encuentran en el website, cada una de estas secciones contiene información que debe ser introducida por el cliente, para luego ser analizada por nuestro motor de búsqueda que en este caso seria el gestor de base de datos para el resultado que será devuelta al mismo cliente.

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

Recordemos que el presente trabajo de diagnóstico preventivo de la arteriosclerosis, ha planteado como hipótesis:

Hi: El uso de reglas de producción permitirá al Sistema Experto diagnosticar la arteriosclerosis, donde a partir se ha modificado tanto la variable independiente “Sistema experto para el grado de severidad de la arteriosclerosis”, y las variables dependientes “diagnóstico del grado de severidad de la arteriosclerosis” y “tratamiento de la arteriosclerosis”, dichas variables se evaluarán a continuación:

4.1 EVALUACION 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 diagnóstico y tratamientos.

4.2 DETERMINACION DE LA POBLACION

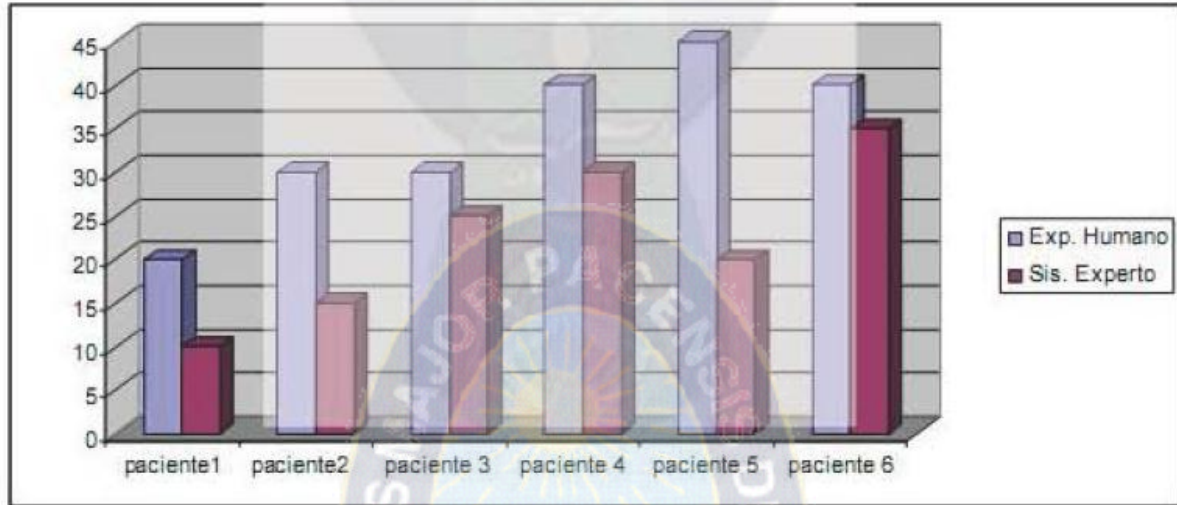
La población que se ha estudiado es algunas muestras de registros hospitalarios, como por ejemplo en la Caja Nacional de Salud y otros entes hospitalarios. Estos centros hospitalarios se encuentran en la ciudad de La Paz y parte de la Ciudad de El Alto donde la población sufre en su mayoría esta patología, y en algunos casos son pocas las personas que acuden a su respectiva revisión particular de salud.

4.3 DETERMINACION DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Basándose en la teoría de probabilidades, y de acuerdo a la población que se tiene la muestra la determinamos de la siguiente manera:

Para poder evaluar el prototipo realizado y sus resultados se tomara una muestra de 25 personas donde se detectan algún grado de severidad de arteriosclerosis, las cuales respondieron las preguntas del prototipo y del sistema experto SEDRIAN emitirá el diagnóstico.

Figura 4.1 Cantidad de pacientes atendidos en un determinado tiempo por el Experto y el Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Al concluir el presente trabajo se logró alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo 1, mediante la construcción de un sistema experto que puede diagnosticar la arteriosclerosis en personas adultas mayores a 40 años y de esta manera ayude a prevenir y detener de alguna manera el avance de esta patología.

Se diseñó la base de conocimiento que abarca un 60% del conocimiento y experiencia del experto, esto hace que el sistema sea confiable. La base de conocimiento está construido en base a las reglas, se trata de representar el conocimiento mediante reglas de producción, puesto que ofrecen una gran facilidad para la creación y la modificación de la base de conocimiento.

- ✓ Toda persona puede realizar el examen en línea previa visita al médico.
- ✓ Evitar colas.
- ✓ Servicio activo por 24 horas.
- ✓ Se puede realizar el examen desde su dispositivo móvil o desde un computador.

5.2 RECOMENDACIONES

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

- ✓ El sistema experto fue realizado de acuerdo al grado de intensidad, se sugiere utilizar otros tipos de parámetros como ser: según etiología, tiempo de evolución y presentación clínica.
- ✓ Realizar e implementar un sistema experto para el diagnóstico de las enfermedades prevalentes en la etapa de la adolescencia.
- ✓ Realizar estudios de enfermedades cardiacas.
- ✓ Implementar políticas el Ministerio de Salud para que personas mayores a 40 años se realice la prueba como por ejemplos: campañas de prevención.