

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



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE
OSTEOPOROSIS EN MUJERES DE 35 A 45 AÑOS”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE	ROSMERY ROSALIA MAMANI CASTRO
TUTOR METODOLÓGICO	M. Sc. LUIZA VELASQUEZ LOPEZ
ASESOR	M. Sc. ALDO VALDEZ ALVARADO
ASESOR ADJUNTO	Dra. PAULA VERONICA BARRENECHEA

LA PAZ-BOLIVIA

2012



Dedicatoria

Este trabajo de investigación que tiene entre sus manos la quiero dedicar a todas aquellas personas quienes tienen el buen gusto por el conocimiento; y a quienes les sirva de un buen apoyo y hagan de un buen uso del aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por sus promesas, dame la vida y guíame en este camino y quien me dio la sabiduría necesaria para seguir los caminos de esta vida, permitiéndome lograr ahora uno más de mis objetivos.

Ante todo agradezco a mi Señora madre Primitiva Castro Mamaní por el apoyo incesante, que me brinda desde mi infancia de quien no dudo que me faltara su apoyo. Agradezco a mi papá, y a mis hermanos (Julia, Ruben, Rebeca, Israel y Víctor), y a las personas quienes me brindaron su apoyo incondicionalmente: Wilson Cachi, y amigos.

A mi docente Tutor Metodológica M. Sc. Luiza Velásquez López, por la completa dedicación y voluntad de ayudarme para la culminación de la Tesis, por haberme brindado siempre su apoyo incondicional en todo momento, y por su colaboración en el planteamiento del problema, objetivos específicos, en el método de estructuración de la Tesis y el uso de herramientas adecuadas para el presente trabajo, además agradecerle por su completa colaboración al poner a disposición su conocimiento en el área de sistemas Expertos.

A mi docente Asesor M. Sc. Aldo Valdez Alvarado, por el asesoramiento, paciencia y servicio de su revisión; y por su colaboración en el planteamiento del problema general, hipótesis, objetivo general, y por todos sus consejos, y sugerencias en mi redacción.

Al Asesor Adjunto Dra. Paula Verónica Barrenechea le expreso mi gratitud, por su ayuda incondicional brindada para la realización de la presente Tesis.

Finalmente agradecer a todos los docentes y compañeros estudiantes de la Carrera de Informática y a la Universidad Mayor de San Andrés por permitir mi formación como Profesional.

Con Dios está la sabiduría y el poder; Suyo es el consejo y la inteligencia.

Job 12,13

RESUMEN

La presente tesis plantea el modelo de la herramienta de un Sistema Experto conocido también como Sistemas Basados en Conocimientos a través de la aplicación de las técnicas de la Inteligencia Artificial, el cual adquiere el conocimiento básico de la tal importancia que le permita a una persona desempeñarse como un experto frente a problemas complicados, en este caso el Sistema Basado en Conocimiento se encarga de diagnosticar la Osteoporosis o sospechar en un paciente. La Osteoporosis es una enfermedad que afecta a todos los huesos del esqueleto, que se hacen así más frágiles o propensos a fracturarse, es una enfermedad progresiva, que se va produciendo poco a poco, sobre todo en las mujeres a partir de la menopausia.

El Sistema Basado en Conocimiento se desarrolla con las siguientes características: los factores de riesgos que afecta al desarrollo de los huesos como variables de entrada, una base de hechos que almacena los factores de riesgo particulares del paciente, una Base de Conocimientos representado por 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 mismo que viene incorporado en el SWI-PROLOG, finalmente las variables de salida el diagnóstico y se sospecha la prevención.

Posteriormente se realiza la simulación del Sistema Basado en conocimiento a través de un prototipo desarrollado en SWI-PROLOG-EDITOR, en este caso es muy intuitivo y fácil de emplear.

De los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas, se evalúa el Sistema Basado en Conocimiento llegándose a la conclusión de que los diagnósticos obtenidos tienen unos grados de confiabilidad de 86% con respecto al resultado real, el cual es aceptado por el experto humano.

INDICE

CAPITULO 1

PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	4
1.3 PROBLEMA	4
1.3.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	5
1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 HIPÓTESIS	7
1.6 OBJETO DE ESTUDIO	7
1.7 JUSTIFICACION	7
1.7.1 TÉCNICA	7
1.7.2 CIENTÍFICA	7
1.7.3 SOCIAL	8
1.8 VIABILIDAD	8
1.9 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	8
1.9.1 MÉTODO CIENTÍFICO	8
1.9.1.2 ANALISIS Y SISTESIS	9
1.9.1.3 INDUCCIÓN Y DEDUCCIÓN	9
1.9.1.4 OBSERVACIÓN	9
1.9.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS	9
1.9.2.1 MÉTODO GROVER	9
1.9.3 TÉCNICA DE EDUCACIÓN DEL CONOCIMIENTO	10
1.9.3.1 LA OBSERVACIÓN DE TAREAS HABITUALES	10
1.9.3.2 LA ENTREVISTA	10
1.10 ALCANCES Y LÍMITES	11

1.11 APORTES.....	11
1.11.1 APORTE TEÓRICO.....	11
1.11.2 APORTE PRÁCTICO.....	12

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 OSTEOPOROSIS.....	13
2.2 CLASIFICACIÓN DE LA OSTEOPOROSIS.....	14
2.2.1 OSTEOPOROSIS PRIMARIA.....	15
2.2.2 OSTEOPOROSIS SECUNDARIA.....	15
2.3 DIAGNOSTICOS.....	15
2.3.1 FACTORES DE RIESGO DE OSTEOPOROSIS.....	16
2.4 PREVENCIÓN.....	20
2.4.1 NUTRIENTES.....	21
2.5 SISTEMA EXPERTO (SE).....	22
2.6 SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO (SBC).....	23
2.7 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.....	24
2.7.1 EXPERTO HUMANO.....	24
2.7.2 INGENIERO DEL CONOCIMIENTO.....	25
2.7.3 OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	25
2.7.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO; CONOCIMIENTO CONCRETO.....	25
2.7.5 FORMALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	25
2.7.5.1 LÓGICA DE PROPOSICIONES.....	26
2.7.5.2 LÓGICA DE PREDICADOS.....	26
2.7.6 BASE DE CONOCIMIENTO.....	27
2.7.7 BASE DE HECHOS.....	27
2.7.8 MOTOR DE INFERENCIA.....	28
2.7.8.1 ENCADENAMIENTO DE REGLAS.....	28
2.8 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN O REGLAS DE PRODUCCIÓN.....	30
2.9 METODOLOGÍA GROVER.....	31
2.9.1 DEFINICIÓN DEL DOMINIO.....	31

2.9.2 FORMULACIÓN FUNDAMENTAL DEL CONOCIMIENTO	32
2.9.3 CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO BASAL	32
2.10 PROLOG	33
2.10.1 BACKTRACKING	33

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL METODO DE LA SOLUCIÓN	34
3.2 METODOLOGIA GROVER	35
3.2.1 PRIMERA FASE: DEFINICIÓN DEL DOMINIO	35
3.2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA	35
3.2.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO	35
3.2.1.3 ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO	36
3.2.2.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO	38
3.2.2 SEGUNDA FASE: FORMULACIÓN FUNDAMENTAL DEL CONOCIMIENTO	40
3.2.2.1 CONOCIMIENTO CONCRETO	40
3.2.2.2 FORMALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO	43
3.2.3 TERCERA FASE: CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO BASAL	45
3.2.3.1 BASE DE CONOCIMIENTO	45
3.2.3.2 BASE DE HECHOS	46
3.2.3.2 BASE DE REGLAS	48
3.2.3.3 MOTOR DE INFERENCIA	52
3.2.3.4 INTERFAZ DE USUARIO	55
3.2.3.5 MÓDULO DE EXPLICACIONES	58
3.3 EXPERIMENTACIÓN	59
3.3.1 CASO 1	59
3.3.2 CASO 2	64
3.3.3 CASO 3	69

CAPITULO 4

PRUEBA DE HIPOTESIS

4.1 VALIDACIÓN DEL MODELO	77
---------------------------------	----

CAPITULO 5**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES77

5.2 RECOMENDACIONES78

BIBLIOGRAFÍA79**ANEXOS**

ANEXO A82

CODIGO FUENTE82

ANEXO B90

GLOSARIO DE TÉRMINOS90

DOCUMENTOS91

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Factores de riesgo de baja masa ósea (Osteopenia y Osteoporosis)	16
Tabla 2.2 Categorías y calculo de I.M.C.	18
Tabla 2.3.Criterios diagnósticos de osteoporosis	20
Tabla 2.4 Ración diaria de calcio recomendada en las distintas edades	21
Tabla 2.5 Leyes lógicas de deducción	26
Tabla: 3.1 Acoplamiento de Grover y estructura de Sistema Experto	34
Tabla 4.1 Resultado de la comparación del Sistema Experto con el experto Humano	77
Tabla 4.2 Escala de confiabilidad	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Contenido de calcio de la dieta	22
Figura 2.2 Estructura de un Sistema Experto	24
Figura 2.3 Reglas relacionando 13 objetos	29
Figura 2.4 relaciones entre las reglas	30
Figura 2.5 Adquisición de Conocimiento	31
Figura 3.1 Tareas habituales del experto	37
Figura 3.2: árbol de búsqueda, si maria sufre de osteoporosis	53
Figura 3.3: árbol de búsqueda, cuanto debo ingerir de calcio por día	54
Figura 3.4: árbol de búsqueda, dieta sugerida	55
Figura 3.5 : Motivo de consulta del paciente al sistema	55
Figura 3.8 : Sistema preguntando sobre sus antecedentes familiares	56
Figura 3.9 : Deducción del sistema	57
Figura 3.10 : Alimentos sugeridos por el sistema	57
Figura 3.11: Explicación porque se le diagnostico	58
Figura 3.12: Explicación de porqué tiene que prevenir.....	58
Figura 3.13: Presentación del Sistema Basado en Conocimiento	60
Figura 3.14: Motivo al cual consulta el paciente	61
Figura 3.15: Motivo al cual consulta el paciente el paciente tiene que elegir una opción	61
Figura 3.16: SSBBCC: ¿Cuál es su nombre, edad, femenino?	61
Figura 3.17: Obteniendo Antecedentes Familiares Paciente 1	62
Figura 3.18: Antecedentes Patológicos.....	62
Figura 3.19: SSBBCC infiere el diagnóstico	63
Figura 3.20: Explicación del SSBBCC	63
Figura 3.21: explicación de que reglas se utilizó para llegar al resultado en prólog	64
Figura 3.22: Motivo al cual consulta el paciente.....	65
Figura 3.23: Obteniendo Antecedentes Familiares Paciente 2	66
Figura 3.24: Antecedentes Patológicos del Paciente 2	66
Figura 3.25 Inferencia del diagnóstico del paciente 2.....	67
Figura 3.28: Cantidad de calcio que contiene los alimentos	68
seleccionados	68
Figura 3.29 Diagnóstico en consola prolog de la paciente 2	69
Figura 3.30: Explicación en consola prolog de la paciente 2.....	69

Figura 3.31: Dieta sugerida en consola prolog al paciente 2.....	69
Figura 3.32: Motivo al cual consulta el paciente 3.....	70
Figura 3.33: Antecedentes Patológicos del Paciente 3.....	71
Figura 3.34: Examen Físico de la paciente 3.....	71
Figura 3.35: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente3.....	72
Figura 3.36: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente 3.....	72
Figura 3.37: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente 3.....	72
Figura 3.38: Explicación de que reglas se utilizó para llegar al resultado.....	73
Figura 4.1: Confiabilidad (probabilidad de supervivencia) y probabilidad de falla.....	75



CAPITULO 1

PRESENTACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

La Osteoporosis está definida como una enfermedad ósea metabólica caracterizada por disminución de la masa ósea y deterioro de la microarquitectura del hueso, que lleva a un incremento en la fragilidad ósea y en el riesgo de fracturas. [NIH consensus, 1993] A pesar que las mujeres adultas mayores son más propensas a contraer osteoporosis, los varones adultos mayores también la pueden contraer, así como las personas más jóvenes, especialmente mujeres. No obstante que los huesos se debilitan y descalcifican con la edad, la osteoporosis no forma parte del proceso natural de envejecimiento.

Esta enfermedad se presenta cuando el organismo no es capaz de renovar el hueso nuevo, cuando gran cantidad del hueso antiguo es reabsorbido por el cuerpo o en ambos casos.

A) momento es reconocida como un problema de salud pública debido a su alta prevalencia, a los costos que conlleva y la morbimortalidad asociada.

La osteoporosis es una patología donde los que son proclives a sufrirla, tienen factores que están relacionadas con: factores genéticos, factores relacionados con el estilo de vida.

La osteoporosis por factor genético que presentan son: mujeres, amenorreicas o postmenopáusicas debido a la disminución del número de estrógenos y otras carencias

hormonales. Además del envejecimiento, en su aparición también interviene el factor hereditario. Las hijas de madres que tienen osteoporosis, por ejemplo, adquieren un volumen de masa ósea inferior que el de hijas de madres con huesos normales. [Molina, 2009]

La osteoporosis según al estilo de vida que tiene una persona presentan: la desnutrición, la mala alimentación, ingesta inadecuada de calcio en la dieta, deficiencia de vitamina D (falta de exposición al sol), el consumo de cigarrillos, el consumo excesivo de alcohol, de café, vida sedentaria o falta de actividad física, el bajo consumo de masa ósea conseguida antes de la madurez esquelética. [Moral & González, 2004]

Es evidente que: la pérdida ósea, en sí, es gradual y no produce dolor, razón por la cual no suele haber síntomas que indiquen que la persona está desarrollando osteoporosis. Los principales síntomas son: deformaciones de la columna (jibá o joroba), dolor muscular, pérdida de peso y talla, caminatas lentas, posturas incorrectas, calambres en las piernas y pies durante las noches, dolores en parte baja de la espalda, fémur y huesos en general. Además se presenta enfermedades como en las encías. También una de las causas que se presentan: dientes flojos, uñas quebradizas o blandas, fractura de costilla, cadera, antebrazo, columna vertebral. [Moral & González, 2004]

Con los síntomas citados anteriormente se puede deducir que la persona es más propensa a padecer la enfermedad.

Por otro lado tenemos el examen de la densidad mineral ósea (específicamente una densitometría o una radiografía absorciometría de doble energía, DEXA, por sus siglas en inglés) que mide la cantidad de hueso que uno tiene. El reumatólogo emplea este examen para predecir el riesgo de futuras fracturas óseas. Esta medición de densidad mineral ósea se efectúa en cualquier sitio, pero el cuello del fémur es el sitio que predice mejor el riesgo de fractura de cadera y el de otros sitios esqueléticos. Este método se utiliza en mujeres mayores a 65 años. [Moral & González, 2004]

Si esta enfermedad no se detecta a tiempo los efectos son: aplastamiento vertebral, invalidez causada por huesos debilitados severamente, el aumento de la fragilidad y el riesgo de sufrir fracturas, la pérdida de la capacidad para caminar debido a fracturas de cadera, incluso llevar a una muerte prematura. [Moral & González, 2004]

Esta enfermedad no tiene cura, pero se puede prevenir la aparición de osteoporosis después de los 40 años, las personas deben tener una alimentación basada en el consumo mínimo de 2 porciones de lácteos al día (leche, yogurt, huevos y queso), consumir alimentos como vegetales de hojas verdes, pescado y sardinas, tomar capsulas de calcio y vitamina D,

realizar ejercicios o practicar algún deporte, evitar el consumo excesivo de las proteínas como las carnes rojas y embutidos , procurar no fumar ni beber alcohol en abundancia.

Las que pueden aconsejar a la mujer sobre la osteoporosis: ginecólogo, traumatólogo, reumatólogo, internista, endocrinólogo y médico de cabecera.

Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son usados por estos. Con los sistemas expertos se busca una mejor calidad y rapidez en las respuestas dando así lugar a una mejora de la productividad del experto.

Los sistemas expertos (SE) o sistema basado en conocimiento es uno de los campos en que se divide la Inteligencia Artificial. Estos sistemas imitan las actividades de un humano para resolver problemas de distinta índole (no necesariamente tiene que ser de inteligencia artificial). También se dice que un sistema experto se basa en el conocimiento declarativo (hechos sobre objetos, situaciones) y el conocimiento de control (informaciones sobre el seguimiento de una acción).

Este entusiasmo se ha visto reforzado por el hecho de que los sistemas expertos desarrollados han probado ser capaces de alcanzar los objetivos para los cuales habían sido diseñados.

Existen varios tipos de sistemas expertos, se propone el desarrollo de un Sistema basado en conocimiento de diagnóstico, Estos sistemas expertos infieren las fallas de un sistema en base a los síntomas.

Ahora bien, el Sistema basado en conocimiento realizara la tarea de diagnóstico de la Osteoporosis para mujeres de 35 a 45 años.

El diagnóstico de osteoporosis se realizara a partir de los factores de riesgo que presenta una mujer de 35 a 45 años. En función de la enfermedad diagnosticada y de su grado de sufrir esta enfermedad, se dictaminara un plan de prevención para la paciente.

El sistema basado en conocimiento de diagnóstico de osteoporosis para mujeres de 35 a 45 años, el objetivo es de coadyuvar en las tareas de diagnóstico de la disminución de la masa ósea, para el profesional en el área de salud como encargado de realizar dicha tarea o indirectamente sociedad de mujeres de 35 a 45 años.

El propósito de esta tesis es desarrollar un Sistema Basado en Conocimiento, que coadyuve como herramienta para el diagnóstico de osteoporosis y brinde conocimiento nutricional adecuado, de acuerdo a los factores de riesgo que presenta este, así prevenir esta enfermedad.

El sistema basado en conocimiento se desarrollara de la siguiente manera. se realiza el planteamiento de problema en base a un dominio determinado, posteriormente se trabajara con un experto en el área de medicina general, luego se realiza el planteamiento de objetivo general y específicos.

Consecutivamente se realiza una planificación de trabajo, se utilizara reglas de producción para representar el conocimiento que se obtiene del experto humano y para desarrollar el proyecto se utilizara la metodología Grover, y se obtendrá el conocimiento mediante la entrevista, observación, a continuación se construye es sistema basado en conocimiento, la base de hechos para el motor de inferencia.

1.2 ANTECEDENTES

Después de realizar una investigación preliminar se encontró en la Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, algunas tesis que se relacionan de alguna manera con el tema de investigación, como:

La Tesis "Sistema Basado en Conocimiento para el diagnóstico de desnutrición en niños menores a 5 años" desarrolla un Sistema Basado en Conocimiento para el diagnóstico, que permita determinar el grado de desnutrición en niños y su respectivo tratamiento para prevenir posteriores enfermedades [Escobar, 2007]

1.3 PROBLEMA

En Bolivia se puede observar el desconocimiento de este mal, como en este estudio que se realizó sobre síntomas, tratamiento y conocimiento de la osteoporosis en nuestro país, realizado por el Sensor Yanbal de la Mujer y Captura Consulting, el 32% de la población femenina en Bolivia desconoce esta enfermedad, sus riesgos, tratamiento y cómo prevenir este mal que se desarrolla durante años. [La Prensa, 2011] Además, y de los malos hábitos alimentarios como el reportaje: En Bolivia el mal es también latente, según un estudio difundido por PIL Andina, cada boliviano consume 42 litros de leche al año, versus 50 litros de gaseosas y 48 litros de cerveza. En un país en desarrollo, lo mínimo de leche que se debe ingerir es 52 litros. "Los bolivianos consumimos apenas 42 litros anuales de leche por persona, pero en el mismo periodo se consumen 48 litros de cerveza y 50 de gaseosas, productos nada beneficioso para el organismo", afirmó Tito Orellana, gerente comercial de PIL. [PIL, 2009] Y también la pobreza es un factor importante que causa de los hábitos de ingerir alimentos ricos en calcio, el entorno socioeconómico, la falta de tiempo y recursos

económicos en los hogares; influyen para que las mujeres no acudan a un especialista. A todo el problema anteriormente citado se puede observar que algunas mujeres no están informadas sobre la osteoporosis, ya que esta enfermedad es silenciosa, si esta enfermedad no es detectada a tiempo, estas mujeres estarían expuestas a sufrir fracturas.

La osteoporosis es una enfermedad anquilosante y deformante que se presenta en mujeres y varones adultos, jóvenes, esta enfermedad es muy común, siendo en mujeres cuatro veces más propensas que los hombres a padecer. La deficiencia de estrógeno es una causa significativa de la pérdida acelerada de masa ósea durante la menopausia. Como esta enfermedad es silenciosa, algunas mujeres de 35 a 45 de las Zona Rosas Pampa no están informadas sobre este mal, ni de la prevención.

1.3.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se identificaron diversos problemas, causas y efectos. A continuación se citan los problemas:

- La frecuencia de pacientes en el centro de salud Rosa Pampa con todo tipo de males, hace que el especialista en el área, no pueda satisfacer las necesidades de éstos.
- Algunas mujeres desconocen esta enfermedad, sus riesgos, tratamiento y la prevención de este mal que se desarrolla durante años.
- Desconocimiento de algunas mujeres de la importancia de los alimentos ricos en calcio.
- Desconocimiento de algunas mujeres de las toxinas, como el cigarrillo, el alcohol, o algunos medicamentos como corticoides.
- Escases de conocimiento de algunas mujeres de su índice de masa corporal.

Estas son las causas:

- Retraso en el diagnóstico y prevención.
- Mujeres con osteoporosis que desconocen de este mal, así como algunas que llevan una vida sedentaria.
- No se cubre con requerimientos de calcio en el proceso de la menopausia.
- Que estos hábitos interfiere la absorción de calcio.
- Algunas Mujeres con el grado de riesgo asociado con el bajo peso o sobrepeso.

Y los efectos son las siguientes:

- Paciente en espera que puede agravar su situación.
- Mujeres expuestas a sufrir osteopenia.

- Desarrollo de los huesos de las mujeres en este proceso se ven afectados de manera considerable.
- Mujeres propensas a sufrir una fractura.
- Mujeres con desnutrición u obesidad afectando al desarrollo de los huesos.

1.3.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A consecuencia de los problemas, causas, efectos citados anteriormente se plantea, el siguiente problema de investigación:

¿Cómo se puede diagnosticar la Osteoporosis, y coadyuvar al profesional en el área de salud, y prevenir la disminución de la masa ósea en mujeres de 35 a 45 años?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema Basado en Conocimiento sobre la Osteoporosis, basado en reglas de producción que permita el diagnóstico de osteoporosis confiable y coadyuve al profesional en el área de salud, así prevenir la disminución de la masa ósea en mujeres de 35 a 45 años.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener el conocimiento del experto, mediante métodos de obtención del conocimiento de Sistemas Expertos.
- Desarrollar la lógica de proporciones y lógica de predicados, para formalizar el conocimiento obtenido del experto.
- Diseñar la base de hechos alimentarios que contienen calcio, para brindar una Dieta rica en calcio, de tal manera prevenir la disminución de la masa ósea en mujeres.
- Diseñar la base de conocimiento, en hechos físicos (peso, talla y otros), para que identifique en qué grado (desnutrición, obesidad) se encuentra el paciente.
- Diseñar la base de conocimiento, en base a factores de riesgo (antecedentes personales, familiares y otros) tomando esto como hechos, y la base de reglas que permita inferir el diagnóstico de la disminución de masa ósea.

1.5 HIPÓTESIS

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

H1: "El Sistema Basado en Conocimiento para el diagnóstico de osteoporosis es una herramienta que coadyuvará al profesional en el área de salud, proporcionando un diagnóstico confiable de la disminución de la masa ósea en mujeres de 35 a 45 años"

1.6 OBJETO DE ESTUDIO

Ya que la ciencia de la medicina es muy amplia, por lo tanto nos centramos en investigar el área de medicina, para desarrollar el sistema basado en conocimiento para el diagnóstico de osteoporosis en mujeres de 35 a 45 años, por la enfermedad de la disminución de masa ósea que se presenta.

1.7 JUSTIFICACION

El desarrollo del sistema basado en conocimiento será una herramienta alternativa, rápida y eficiente, la cual permitirá optimizar la atención a mujeres de 35 a 45 años para prevenir la enfermedad de osteoporosis, dando un diagnóstico precoz.

La implementación del prototipo del Sistema Basado en Conocimiento se realizará utilizando como herramienta el equipo de computación con las siguientes características: Core2Duo o Pentium4 con sistema operativo Windows 7 o Service Pack2.

1.7.1 TÉCNICA

El desarrollo del sistema basado en conocimiento será una herramienta alternativa, rápida y eficiente, la cual permitirá optimizar la atención a mujeres de 35 a 45 años para prevenir la enfermedad de osteoporosis.

La implementación del prototipo del Sistema Basado en Conocimiento se realizará utilizando el lenguaje de programación como editor Swi-Prolog, con motor de inferencia Prolog.

1.7.2 CIENTÍFICA

La base de conocimientos que proporciona hechos objetivos y reglas sobre el problema de investigación y una máquina de deducción que proporciona la capacidad de razonamiento que permite al Sistema Basado en Conocimiento, extraer conclusiones:

El Sistema Basado en Conocimiento se desarrollará, para coadyuvar y brindar un diagnóstico su prevención, utilizando para esto base de hechos y base de conocimientos. Mediante la lógica de proposiciones y la Lógica de Predicados, llegaremos a tener un árbol de decisiones, este a su vez ayudara obtener una conclusión.

1.7.3 SOCIAL

El desarrollo de Sistema basado en conocimiento dará una asistencia sanitaria. Así brindando una Atención Primaria la población de mujeres de 35 a 45 años, asimismo, para prevenir y diagnosticar la osteoporosis.

1.8 VIABILIDAD

La osteoporosis tiene una alta incidencia en mujeres, se ha tomado la necesidad de confrontar e investigar sobre este tema, estudios realizados como se mencionó anteriormente hacen posible la investigación ya que la gran mayoría de las mujeres que la padecen tienen una consecuencia fatal.

Es por eso que el Sistema Basado en Conocimiento, se hace viable ante la necesidad de encontrar una herramienta que de un diagnóstico, que sirva para dar conocimiento nutricional adecuado a las mujeres de 35 a 45 años. Además se hace sostenible y aplicable la implementación de esta herramienta informática en centros de salud.

1.9 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente investigación se apoya en métodos los cuales principalmente están contemplados dentro del método científico, por otra parte se aplican otros tipos de métodos para el diseño y desarrollo del Sistema Basado en Conocimiento que se detallan a continuación:

1.9.1 MÉTODO CIENTÍFICO

El método científico viene (del griego: = hacia, a lo largo = camino-; y del latín scientia = conocimiento; camino hacia el conocimiento) es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias.

El método científico está apoyado de una variedad de métodos generales, como ser: el análisis, la síntesis, la deducción.

1.9.1.2 ANALISIS Y SISTESIS

Se analiza una situación del mundo real, para este caso es el análisis del diagnóstico, tratamiento y orientación de la osteoporosis por parte del especialista; para lo cual se realiza un análisis de partes, es decir las diferentes causas que intervienen para el diagnóstico y tratamiento, orientación.

La síntesis se realizara cuando se desarrolle el sistema basado en conocimiento, para lo cual se realizara la alimentación a la base del conocimiento, base de hechos, la construcción de motor de inferencia, todo esto coadyuvado por el experto.

1.9.1.3 INDUCCIÓN Y DEDUCCIÓN

El método inductivo es aquel que parte de los casos particulares que son una parte del universo, los cuales basados en la experiencia del experto, por lo cual se logra alimentar la base de conocimientos, por tanto esto induce que el Sistema basado en conocimiento pueda realizar el diagnóstico, prevención.

La deducción se aplica cuando el sistema basado en conocimiento parte de síntomas, causas básicas que presenta el paciente, deduzca el diagnóstico, prevención a la información almacenada en la base del conocimiento.

1.9.1.4 OBSERVACIÓN

Se recopila la teoría del diagnóstico, prevención de la osteoporosis. Así como el conocimiento y experiencia del especialista.

1.9.2 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS

Se utilizara la siguiente metodología para el desarrollo del proyecto:

1.9.2.1 MÉTODO GROVER

Las metodología Grover es una herramienta esencial usado por el Ingeniero en conocimiento, ya que dan pautas de cómo desarrollar un sistema experto y permite detectar problemas para corregirlos a tiempo, evitando así el arrastre de los mismos.

Y la metodología Grover se concentra en la definición del dominio (conocimiento, referencias, situaciones y procedimientos) en la formulación del conocimiento fundamental (reglas elementos, creencias y expectativas) y en la consolidación del conocimiento de base (revisión y ciclos de corrección). [Martínez, 2004]

La metodología de adquisición de conocimiento para el dominio del problema de Grover propone tres fases:

I) PRIMERA FASE: DEFINICION DEL DOMINIO

El objetivo de esta etapa consiste en realizar una cuidadosa interpretación del problema y documentarla, elaborando un manual de definiciones del dominio, el cual debe contener:

- Una descripción general del problema.
- La bibliografía de referencia.
- Un glosario de términos y símbolos.
- La identificación del o los Expertos.

II) SEGUNDA FASE: FORMULACIÓN FUNDAMENTAL DEL CONOCIMIENTO

En la segunda fase de Adquisición de Conocimientos, se revisan los escenarios seleccionados por el experto que satisfacen los siguientes cinco criterios de conocimiento "fundamental": el más nominal, el más esperado, el más importante, el más arquetípico y el mejor entendido. Esta revisión forma una base para determinar la performance mínima, realizar el testeo y efectuar la corrección y determinar las capacidades del Sistema Basado en Conocimiento que pueden ser expandidas y sujetas a experimentación fundamental.

III) TERCERA FASE: CONSOLIDACION DEL CONOCIMIENTO BASAL

Es el conjunto de reglas y definiciones adecuadas para producir actividad basal. El cuerpo fundamental del conocimiento es revisado e integrado a través de la apropiada reconstrucción de reglas. La corroboración con expertos adicionales puede colaborar en el cumplimiento de este objetivo.

1.9.3 TÉCNICA DE EDUCACIÓN DEL CONOCIMIENTO

La técnica que se utilizar para la educación del conocimiento, es la siguiente:

1.9.3.1 LA OBSERVACIÓN DE TAREAS HABITUALES

El Ingeniero de conocimiento actúa como un observador pasivo en otras palabras no interfiere la actuación del experto en la solución de sus tareas reales cotidianas, el propósito es discernir acerca de la complejidad de la tarea.

1.9.3.2 LA ENTREVISTA

Consiste en una interacción sistemática de un ingeniero de conocimiento con un experto para extraer los conocimientos de experiencia de este.

1.10 ALCANCES Y LÍMITES

El presente desarrollo del Sistema basado en conocimiento coadyuvara al profesional en el área de salud a diagnosticar la Osteoporosis a mujeres de 35 a 45 años, a atreves del conocimiento del especialista.

Se realizara el diagnostico a mujeres que presentari factores de riesgo que puede causar la enfermedad de osteoporosis.

El sistema basado en conocimiento ofrecerá un diagnostico o como una sospecha de manera rápida una vez introducidos los datos necesarios.

El presente trabajo se limitara a los siguientes aspectos:

El sistema basado en conocimiento no dará un tratamiento al paciente con osteoporosis.

Dado que la enfermedad de la osteoporosis se presenta en mujeres y tanto a Varones, el presente desarrollo se limita a considerar solo a mujeres de 35 a 45 años.

1.11 APORTES

El sistema basado en conocimiento para el diagnóstico de osteoporosis, será de apoyo en el área de medicina, para brindar un diagnóstico de osteoporosis en mujeres de 35 a45 años.

El aporte como investigación en el área de medicina, llega a ser otra opción distinta, introduciéndose la aplicación informática que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema basado en probabilidades o reglas, razonamiento lógico.

1.11.1 APORTE TEÓRICO

El aporte teórico de esta investigación sera.

El diseño es para que se preserve el conocimiento del experto acerca de la enfermedad de la osteoporosis, y además que el conocimiento no muera con la muerte física del experto humano.

El planteamiento de una arquitectura de Sistema Basado en Conocimiento, específica para el diagnóstico y prevención.

Diseño de un conjunto de reglas de producción que representen de manera que el conocimiento predefinido del experto, para la toma de decisiones.

Estructurar la Lógica de Proposiciones y la Lógica de Predicados, que permitirán la obtención de un árbol de decisiones, el cual nos ayudara a obtener una conclusión, utilizando para esto árbol de búsqueda.

Se pretende presentar una herramienta nueva e innovadora a nuestra sociedad para que coadyuve al trabajo del experto y a la sociedad de mujeres y prevención.

1.11.2 APOORTE PRÁCTICO

El presente trabajo, proporcionara un aporte práctico que será el desarrollo de un sistema basado en conocimiento que realice el diagnóstico de osteoporosis, para coadyugar al profesional en el área de salud y la sociedad.



CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 OSTEOPOROSIS

Existen muchos tipos de enfermedades óseas. La más común es la osteoporosis. La osteoporosis es una enfermedad en la que gradualmente los huesos llegan a debilitarse, causándose cambios en la postura y haciéndose extremadamente susceptibles a las fracturas. Las personas con osteoporosis frecuentemente sufren fracturas de los huesos de las muñecas, la columna y la cadera.

Clínicamente la osteoporosis es una enfermedad silente, crónica y debilitante en la que la masa y calidad de los huesos se va deteriorando. Éstos se vuelven porosos y frágiles, el esqueleto se debilita, y el riesgo de fracturas aumenta considerablemente. Se trata de una enfermedad progresiva, que se va produciendo poco a poco, sobre todo en las mujeres a partir de la menopausia.

Definición se decidió en dos importantes reuniones de expertos, la primera fue definida por el Comité para el Consenso del Congreso Mundial de Osteoporosis, en Amsterdam en 1993, como "una enfermedad sistémica caracterizada por una disminución de la masa ósea, deterioro de la microarquitectura ósea, con el consecuente incremento en la fragilidad ósea y susceptibilidad para las fracturas" [NIH consensus, 1993]. Definición que sigue vigente en el Congreso Mundial de Osteoporosis del año 2000, en Chicago (EEUU). [NIH consensus, 1993] En esta definición es necesario destacar los tres aspectos básicos que establecen el concepto de osteoporosis hoy en día:

- a) La presencia baja de masa ósea (Disminución en la cantidad ósea)
- b) El deterioro de la microarquitectura ósea (Disminución en la calidad ósea)
- c) La presencia de fracturas (Consecuencia final del proceso de desmineralización).

La osteoporosis es una enfermedad del esqueleto que afecta, a una de cada tres mujeres a partir de los 45 años, se ven afectadas por la osteoporosis en Bolivia. De acuerdo al estudio sobre síntomas, tratamientos y conocimiento de la osteoporosis en nuestro país, un tercio (32) % de la población femenina en Bolivia desconoce esta enfermedad, sus riesgos, tratamiento y cómo prevenir este mal que se desarrolla durante años y que solo da señales de existencia cuando se encuentra en una etapa avanzada. [Prensa, 2011]

Esta enfermedad es producida del mismo modo que ocurre con las células de la piel, el hueso se elimina y se renueva constantemente, lo que mantiene al esqueleto sano y fuerte. Hasta los 30 años más o menos, cada persona va adquiriendo su capital óseo, alcanzando alrededor de esa edad su pico máximo de masa ósea como resultado de factores raciales, alimentarios, hormonales, así como del ejercicio físico; posteriormente hay una etapa de estabilidad en que las pérdidas y las ganancias están equilibradas y más adelante se inicia una disminución paulatina de la masa ósea al predominar las pérdidas sobre las ganancias, pudiendo diferenciarse entre una pérdida fisiológica que entra dentro del proceso de envejecimiento, mujeres que se aproximan a la menopausia y otros factores, y después del inicio de esta, el equilibrio entre la eliminación y renovación del hueso se altera la, pérdida de hueso es superior al porcentaje de que se renueva y. Si este desequilibrio se prolonga, el resultado suele ser la existencia de la osteoporosis.

Las principales consecuencias de esta enfermedad son: las fracturas en la parte de la muñeca, cadera, vertebras, pérdida paulatina de estatura, postura encorvada. Estas fracturas pueden causar dolor, incapacidad para realizar las labores cotidianas más sencillas e incluso la muerte.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LA OSTEOPOROSIS

La OP puede clasificarse de varias maneras, en base a criterios de localización de la afectación, etiología, edad de aparición, clínica, fisiopatología, evolución, etc.

Clásicamente se ha dividido en OP primaria y OP secundaria en aquellos casos en los que la aparición de la enfermedad se precedía de otra patología que originaba la alteración esquelética. [Gonzales, 2004]

2.2.1 OSTEOPOROSIS PRIMARIA

a) Osteoporosis post menopáusica o tipo I de Riggs.

Tiene relación directa con la declinación de la función ovárica, por la pérdida gradual de la función estrogénica. [Marín & Palma, 2005]

b) Osteoporosis senil o tipo II de Riggs.

Este tipo de osteoporosis obedece a procesos fisiológicos normales del envejecimiento que producen una fragilidad ósea, con el consiguiente riesgo de fractura. [Marín & Palma, 2005]

Esto ocurre en mujeres u hombres que pasan los 65 años de edad, se presenta una pérdida de calcio, un incremento en la resorción ósea, una disminución de la producción de vitamina D y una menor absorción intestinal de calcio. [Marín & Palma, 2005]

c) Osteoporosis idiopática es poco frecuente pero aparece en niños y adultos jóvenes en ambos sexos.

2.2.2 OSTEOPOROSIS SECUNDARIA

La OP puede aparecer asociada a una serie de enfermedades, como la endocrina (exceso de glucocorticoides, hipertiroidismo, hipoparatiroidismo, y además hipogonadismo, diabetes mellitus) por el consumo de fármacos (glucocorticoides más 7.5 mg al día), etanol, dilatina, barbitúricos y además, otras causas como hepatopatía, insuficiencia renal crónica, inmovilización e ingravidez prolongada.

2.3 DIAGNOSTICOS

Generalmente la osteoporosis no se detecta hasta que aparecen síntomas clínicos claros, como la reducción de la estatura y las fracturas. Estas se producen normalmente en las vértebras torácicas y lumbares, el cuello, el fémur y el radio distal. Al tratarse de una enfermedad asintomática, hasta la presentación de sus complicaciones óseas es necesario un diagnóstico precoz, que viene inducido por la historia clínica, con análisis de factores genéticos, nutricionales, ambientales y factores de riesgo, así como la determinación de marcadores bioquímicos de edad ósea y la medida del contenido mineral óseo mediante densitometría. El diagnóstico precoz se basa en prevenir la enfermedad, diagnosticar la osteoporosis establecida y evitar la aparición de la primera fractura.

En primer lugar es necesaria una exploración física que debe incluir una medición de la talla para detectar su pérdida. También son útiles las radiografías del perfil de la columna lumbar y dorsal para descartar la presencia de fracturas vertebrales. Para detectar la

osteoporosis antes de que se manifiesten los síntomas se puede medir la densidad de los minerales óseos (Densidad Mineral Ósea/DMO) a través de una densitometría.

2.3.1 FACTORES DE RIESGO DE OSTEOPOROSIS

La probabilidad de desarrollar fracturas está relacionada con la presencia de factores de riesgo que condicionan:

- 1) Densidad ósea baja (osteopenia) y la
- 2) Propensión a sufrir caídas

Son factores de riesgo aquellas enfermedades, situaciones clínicas, hábitos de vida y fármacos cuya presencia o uso implican que el riesgo de desarrollar osteopenia u osteoporosis es alto. En la Tabla 2.1 se enumeran clasificados como de riesgo elevado y de riesgo moderado. Esta clasificación se basa en la puesta en común de las propuestas más relevantes de la literatura revisada. Son útiles para facilitar el trabajo del médico. pacientes con factores de riesgo alto, en general, requieren una densitometría ósea e intervenciones más enérgicas; pacientes con factores de riesgo moderado no precisan inicialmente la densitometría y las intervenciones son fundamentalmente preventivas y de seguimiento

Tabla 2.1. Factores de riesgo de baja masa ósea (Osteopenia y Osteoporosis)

Factores de riesgo elevado

- Edad mayor de 65 años, sobre todo en mujeres.
- Déficit de estrógenos:
 - Menopausia precoz (< 40 años)
 - Menopausia quirúrgica antes de los 40 años
 - Amenorrea primaria o secundaria superior al año (anorexia, deportistas)
- Otras circunstancias:
 - Fractura osteoporótica previa o fractura por fragilidad
 - Historia de fractura osteoporótica previa en un familiar de primer grado
 - Bajo peso ($\leq 57,5$ kg o $IMC < 20$ kg/m^2)
 - Tratamiento con corticoides (5 mg/día durante tres o más meses de prednisona o equivalente)
 - Hiperparatiroidismo
 - Hipogonadismo en el Varón

Factores de riesgo moderado

- Menopausia fisiológica
- Tabaquismo (≥ 20 cigarrillos/día)
- Enfermedades:
 - Gastrointestinales:
 - Gastrectomía
 - Resección intestinal
 - Enfermedad inflamatoria
 - Síndromas de malabsorción
 - Hipertiroidismo
 - Diabetes mellitus (tipo 1)
 - Hepatopatía crónica
 - Artritis reumatoide
 - Trasplantes
 - Alcoholismo
 - Insuficiencia renal crónica
- Fármacos:
 - Anticonvulsivos
 - Tiroxina^b
 - Inmunosupresores
 - Heparina

IMC: Índice de masa corporal.

Fuente: [Genovés & Ruiz, 2007]

A continuación se describirá algunos de los factores citados anteriormente como afecta al desarrollo de la masa ósea.

a) Menopausia

Las mujeres posmenopáusicas, son más susceptibles de sufrir pérdida ósea, porque sus cuerpos producen menos estrógeno. La disminución de los niveles de estrógeno en la mujer es un factor muy importante, además de los trastornos hormonales asociados. [Marín & Palma, 2005]

b) Edad

Existe una pérdida natural de masa ósea que comienza muy poco después de haberse alcanzado el valor máximo hasta los 35 años, posteriormente la pérdida de los niveles de masa ósea, en su proporción aproximada es 1-2% anual. [Marín & Palma, 2005]

c) Sexo

Existe una predisposición hacia el sexo femenino en 4:1. La masa ósea al terminar el desarrollo, es menor en la mujer. [Marín & Palma, 2005]

d) Bajo índice de masa corporal

El índice de masa corporal o IMC, es una medida de bajo peso o de grasa corporal, basada en altura y el peso de una persona y puede usarse como guía para medir su riesgo de osteoporosis (Vea Tabla 2.2 para saber las categorías y calcular el Índice de Masa Corporal). Los médicos creen que el IMC ideal debe ser entre 20 y 25. Todo aquel que presente un IMC mayor o igual a 25 tendrá sobrepeso, y todo aquel que tenga un IMC mayor a 30 será considerado obeso. El IMC inferior a 19 se considera bajo peso y es un factor de riesgo para osteoporosis. [Fundación Internacional de Osteoporosis, 2007]

Tabla 2.2 Categorías y cálculo de I.M.C.

Cálculo del I.M.C.		CLASIFICACIÓN	I.M.C.(Kg/m ²)
I.M.C = $\frac{\text{Peso(en Kgts)}}{\text{Talla}^2(\text{en metros})}$		Desnutrición I	17 – 18.4
		Desnutrición II	16 – 16.9
		Desnutrición III	<16
		Normal	18.5 – 24.9
		Sobrepeso	25 – 29.9
		Obesidad I	30 – 34.9
		Obesidad II	35 – 39.9
		Obesidad III	≥40

Fuente: [Genovés & Ruiz, 2007]

e) La mala alimentación aumenta el riesgo

Un índice de masa corporal (IMC) bajo está usualmente asociada a la mala alimentación. Esta afecta la salud ósea, especialmente, cuando las dietas no contienen suficiente calcio. El calcio es una parte esencial del mineral óseo, pero también es esencial para los músculos, nervioso y otras células del cuerpo.

La vitamina D también es esencial, dado que contribuye a la absorción de calcio de los intestinos hacia la sangre. Un mínimo de internacionales de vitamina D y 1000 a 1200 mg de calcio por día pueden protegernos contra la osteoporosis. En los niños y adultos, la exposición al sol de la cara, manos y brazos de al menos 10 a 15 minutos por día (antes de las 10am y después de las 2pm) es suficiente para adquirir vitamina D, en la mayoría de los casos.

Los estudios también han demostrado que la ingesta de proteínas puede ayudar a mantener los huesos sanos. Las mujeres mayores que ingieren cantidades bajas de proteínas presentan una pérdida mayor de cadera y vertebras, que aquellos que consumen más proteínas tanto de origen vegetal como de origen animal. Las carnes rojas magras, el pollo y el pescado son buenas fuentes, al igual que las nueces, los cereales y los productos a base de soya. [Fundación Internacional de Osteoporosis, 2007]

f) Trastornos alimenticios

Los trastornos alimenticios, como la anorexia y bulimia pueden reducir, drásticamente, la ingesta de calcio y acelerar la pérdida mineral del hueso. La pérdida extrema de peso ocasionada afecta los ovarios de las mujeres, que dejan de producir hormonas. La deficiencia de estrógeno en mujeres jóvenes contribuye a la pérdida de hueso en la misma forma que la deficiencia de estrógeno lo hace en la posmenopausia. [Fundación Internacional de Osteoporosis 2007]

g) Escaso ejercicio

Quienes se ejercitan regularmente son menos propensos a sufrir una fractura de cadera que aquellos que llevan un estilo de vida sedentario.

Las mujeres que permanecen sentadas más de nueve horas por día son 50% más propensas a sufrir una fractura de cadera que aquellas que permanecen sentadas menos de seis horas por día. [Fundación Internacional de Osteoporosis, 2007]

h) Estilos de vida

El hábito de consumir café, tabaco y alcohol más de dos unidades por día afecta y predispone a la osteoporosis.

La nicotina tiene efecto antiestrogénico porque acelera la eliminación de los estrógenos por la orina, además induce a una menopausia precoz; lo que agregado a la eliminación de calcio, los trastornos a nivel de los osteoblastos y a la disminución de la masa ósea, duplica la posibilidad de fracturas en vértebras y cadera.

En la mujer fumadora la fractura de cadera tiene una evolución tórpida, con mala formación de callo óseo y mayor riesgo de morbimortalidad. [Marín & Palma, 2005]

2.3.1.1 DENSITOMETRÍA

La densitometría es una prueba complementaria que debe solicitarse en determinadas circunstancias, es un método de diagnóstico ideal para determinar la masa ósea y la densidad mineral ósea (DMO). El método más usado es la absorción dual de rayos X

(DEXA) tanto axial como periférica. Sigue siendo el "estándar de oro" es un procedimiento simple, rápido y no invasivo y sus aplicaciones son las siguientes:

- a) Diagnóstico: compara el resultado de la medición con el valor promedio con una población sana de referencia.
- b) Pronóstico de la enfermedad, evaluando el riesgo de fractura.
- c) Seguimiento de los cambios, que se producen en forma natural o los producidos por el tratamiento.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) seleccionó el valor T (T-score) para diagnosticar osteoporosis (Tabla 2.3). Es la medida expresada en desviaciones estándar (DE) por abajo o por arriba del promedio del valor de la densidad mineral ósea de mujeres caucásicas joven y sana. El cambio en la DMO de una DE equivale a un cambio del 12% aproximada en la densidad ósea que ha disminuido con respecto a la DMO promedio de la población joven.

Tabla 2.3. Criterios diagnósticos de osteoporosis

Normal	DMO menos de 1 DE bajo el PMO
Osteopenia (baja masa ósea)	DMO entre 1 y 2.5 DE bajo el PMO
Osteoporosis	DMO 2.5 DE o más bajo el PMO
Osteoporosis establecida (o grave)	DMO 2.5 DE o más bajo del PMO, con la presencia de 1 o más fracturas

DMO: Densidad mineral ósea, DE: desviación estándar, PMO: pico de masa ósea

Fuente: [Genovés & Ruiz, 2007]

La osteopenia y la osteoporosis, valores de la densitometría, son factores de riesgo y no enfermedad alguna.

2.4 PREVENCIÓN

Las fracturas osteoporóticas se pueden prevenir llevando una alimentación que incluya calcio diariamente. Por eso, se recomienda, tomar una cantidad adecuada de calcio en los alimentos (ver Tabla 2.4), realizar un ejercicio físico correcto y suprimir el tabaco y el alcohol, con el fin de que se forme una buena cantidad de masa ósea. Después de la menopausia, la disminución brusca en la producción de hormonas (estrógenos) por el ovario puede acelerar la destrucción de los huesos, con la alteración consiguiente del metabolismo del calcio. Existe por ello, hoy día, un acuerdo universal en virtud del cual se recomienda a la mujer, a estas edades, que incremente en su dieta la ingestión de calcio.

Los alimentos que más calcio contienen son la leche y sus derivados (especialmente el queso) (Tabla 2.5). A algunas mujeres les pueden o gustar los derivados lácteos. A otras, incluso, les pueden sentar mal y pueden presentar intolerancia intestinal (con flatulencia, retorcijones, dolor abdominal y diarrea) debido a la falta de una sustancia necesaria para su digestión.

Tabla 2.4 Ración diaria de calcio recomendada en las distintas edades

TIPO DE PERSONAS	CANTIDAD DE CALCIO POR DÍA
Mujeres, premenopausa	1000 mg/día
Mujeres, postmenopausa	1300 mg/día
Hombres, 15-65	1000 mg/día
Hombres, mayores de 65	1300 mg/día
Adolescentes, 10 a 18	1300 mg/día
Niños, 1-10	800 mg/día
Niños, 0.5-1	540 mg/día
Niños, 0-0.5	360 mg/día

Fuente: [Fundación Internacional de Osteoporosis 2007]

2.4.1 NUTRIENTES

Los principales nutrientes de la dieta relacionados con la salud ósea son:










- Fósforo: 800-1.200 mg/día
- Magnesio: 280-350 mg/día
- Potasio: 2.000 mg/día
- Vitamina A: 900 mg/día
- Vitamina D: 1,25-2,5 mg/día
- Vitamina K: 65-85 mg/día

A las dosis que se recomiendan habitualmente no existe, generalmente, ningún peligro (salvo e en personas con niveles previos elevados de calcio en sangre), ya que se trata de dosis que cubren las necesidades naturales. Se debe recomendar a toda mujer en estas edades un programa de actividad física que incluya el caminar de 30 a 60 minutos 3-4 veces a la semana, para mantener la masa ósea y un buen tono muscular en las extremidades inferiores. Los tóxicos nocivos para el hueso, tales como el alcohol y el tabaco, deberán ser suprimidos. La vitamina D es importante para la regulación del metabolismo del calcio.

Una exposición al sol de 30 minutos al día es normalmente suficiente para que se produzca en la piel la cantidad necesaria de vitamina D, que permita la absorción intestinal del calcio. En caso de que esto no sea posible, por enfermedad, invalidez con confinamiento domiciliario o por vivir en regiones

geográficas con pocos días soleados, se deberá recurrir a alimentos naturales ricos en esta vitamina (el aceite de hígado de pescado es el único alimento natural que contiene grandes cantidades de Vitamina D ver figura 2.1).

Figura 2.1 Contenido de calcio de la dieta

	Porción	Calcio (mg)
Lácteos y lácteos		
 Leche (1000 kcal) Helado	240 ml (1 taza) 30 g	300 36
Quesos y queso		
 Queso (natural) Queso (mild) 4 oz Queso curado Queso (tipo ricotta) Pastas con queso	125 g (4 onzas) 100 g (3.5 onzas) 30 g 30 g 300 g	300 280 100 100 500
Dulces		
 Helado (de vainilla) Salsa de chocolate con leche	100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas)	100 100
Frutas y verduras		
 Zanahoria (cruda) Frijoles Papas en papas fritas con sal	1 x 100 g (3.5 onzas) 1 x 100 g (3.5 onzas) 30 g (1 onza)	100 100 100
Productos derivados de la soja		
 Tofu (de soja firme) Uñas de soja con sal Miso (de soja) con sal Soyú de soja con sal	100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas) 10 g (0.35 onzas)	100 100 100 100
Pescado		
 Sardinas (en aceite) Salmón	100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas)	100 100
Verduras		
 Espinaca (cruda) Uñas de soja	100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas)	100 100
Frutas secas		
 Almendras Pasta (de soja) con sal	100 g (3.5 onzas) 100 g (3.5 onzas)	100 100
Jimos de frutas y frutas		
 Cápsulas de aceite de hígado de pescado Hígado	200 ml (7 onzas) 1 cucharada 30 g	1000 1000 1000

Fuente: [Genovés & Ruiz, 2007]

2.5 SISTEMA EXPERTO (SE)

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 (médico, matemático, biólogo, etc.).

Estas características le permiten almacenar datos y conocimiento, así obtener conclusiones lógicas; aprender de la experiencia y los datos existentes, pueden explicar su razonamiento o decisiones sugeridas y realizar acciones como consecuencia a 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 esta 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.

A continuación se citan, las definiciones de un sistema experto según los diferentes autores:

Sistema basado en conocimiento cuyas prestaciones intenta emular con los expertos humanos. En otros términos, los sistemas expertos (SSEE) son programas de computadora que aplican conocimientos sustanciales de áreas específicas de experiencia a la solución. [Martínez, 2004]

Es un software que imita el comportamiento de un experto humano en la solución de un problema. Pueden almacenar conocimientos de expertos para un campo determinado y solucionar un problema mediante deducción lógica de conclusiones. [Criado, 2002]

Son SE aquellos programas que se realizan haciendo explícito el conocimiento en ellos, que tienen información específica de un dominio concreto y que realizan una tarea relativa a este dominio. [Wikipedia, 2004]

Programas que manipulan conocimiento codificado para resolver problemas en un dominio especializado en un dominio que generalmente requiere de experiencia humana.

Programas que contienen tanto conocimiento declarativo (hechos a cerca de objetos, eventos y/o situaciones) como conocimiento de control (información acerca de los cursos de una acción), para emular el proceso de razonamiento de los expertos humanos en un dominio en particular y/o área de experiencia. [Castro, 2002]

Software que incorpora conocimiento de experto sobre un dominio de aplicación dado, de manera que es capaz de resolver problemas de relativa dificultad y apoyar la toma de decisiones inteligentes en base a un proceso de razonamiento simbólico. [Viejo, 2003]

2.6 SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO (SBC)

La definición de un sistema basado en conocimiento puede ser simplemente la siguiente:

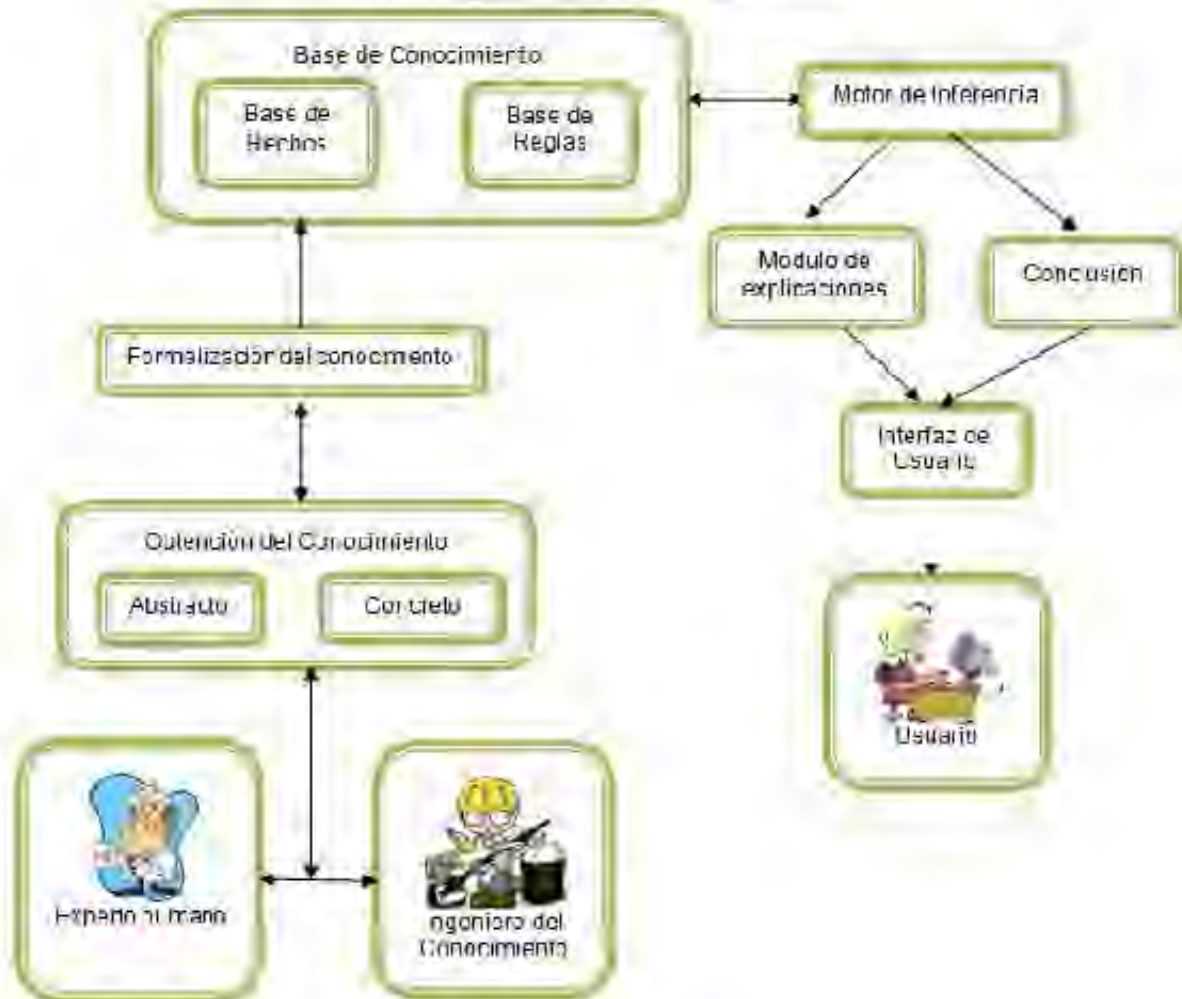
Es un sistema computarizado capaz de resolver problemas en el dominio en el cual posee conocimiento específico.

Sistema informático basado en el conocimiento público. [Martínez, 2004]

2.7 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto debe contener para su correcto funcionamiento la siguiente Figura 2.1.

Figura 2.2 Estructura de un Sistema Experto



Fuente: [Velásquez, 2011]

2.7.1 EXPERTO HUMANO

El término experto sinónimo de ayuda, competencia y especialización de una persona en un dominio determinado. [Martínez, 2004]

Es la persona o grupo de personas que tienen el conocimiento teórico y práctico del área del problema. Ejemplo:

El experto humano proporciona su conocimiento al Ingeniero del conocimiento.

2.7.2 INGENIERO DEL CONOCIMIENTO

Especialista informático especialista en la construcción de SS.BB.DD y SS.EE. [Martínez, 2004]

Es la persona encargada de construir el sistema. Debe contener los conocimientos profundos sobre cómo desarrollar sistemas basado en el conocimiento, conocer las herramientas de su desarrollo, conocer algunas de las estrategias efectivas de comunicación y tener unos mínimos conocimientos de psicología para poder interpretar las expresiones y manifestaciones del experto. Ejemplo:

La Ingeniera del conocimiento es Univ. Rosmary Rosalia Mamaní Castro el cual debe ordenar, estructurar, fundamentar y formalizar ese conocimiento.

2.7.3 OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO

Depura el conocimiento realizado un control más ordenado y fiable avisando de las imperfecciones detectadas. Es frecuente encontrar contradicciones, lo que podría impedir su correcto funcionamiento. [Velásquez, 2011]

2.7.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO; CONOCIMIENTO CONCRETO

Conocimiento Abstracto (validez general, reglas, espacios probabilísticos, etc.) y Concreto (Validez particular). [Velásquez, 2011]

Por ejemplo en el caso del diagnóstico médico, conocimiento Abstracto síntomas o factores que presenta esta enfermedad (Osteoporosis), es:

La edad

- El tabaquismo
- El consumo excesivo de alcohol
- Antecedentes familiares de osteopenia

El conocimiento Concreto está constituido por los síntomas particulares de la enfermedad (Osteoporosis) de cada paciente en estudio [Velásquez, 2011]

Por ejemplo del conocimiento concreto, son las siguientes:

- ✓ Después de los 40 años, ¿perdió más de 3 cm de altura (por encima de una pulgada)?
- ✓ ¿Presenta usted bajo peso (es su Índice de Masa Corporal, IMC, inferior a 19 kg/m²)?

2.7.5 FORMALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento obtenido del experto se formaliza utilizando la lógica de predicados y lógica de proposiciones de primer orden. [Velásquez, 2011]

2.7.5.1 LÓGICA DE PROPOSICIONES

La lógica proposicional es la más antigua y simple de las formas de lógica. Utilizando una representación primitiva del lenguaje, permite representar y manipular aseveraciones sobre el mundo que nos rodea. [Bermudez, 2004]

La lógica proposicional permite el razonamiento, a través de un mecanismo que primero evalúa sentencias simples y luego sentencias complejas, formadas mediante el uso de conectivos proposicionales, formadas mediante el uso de conectivos proposicionales, por ejemplo Y (AND), O (OR) (Ver Leyes lógicas de deducción Tabla 2.5). Este mecanismo determina la veracidad de una sentencia compleja, analizando los valores de veracidad asignadas a las sentencias simples que la conforman.

Una proposición es una sentencia simple que tiene un valor asociado ya sea de Verdadero (V), o falso (F). Por ejemplo

Julia tiene 40 años de edad o más

$p \vee q$

Julia pesa 57 Kg o menos

$p \vee q$

Después de los 40 años, perdió más 3 cm de altura

$p \wedge q$

Tabla 2.5 Leyes lógicas de deducción

Designación	Representación lógica
Modus Ponens o Poniendo Ponens	$(p \rightarrow q) \wedge p \rightarrow q$
Modus Tollens u Tolerando Tollens	$(p \rightarrow q) \wedge \neg q \rightarrow \neg p$
Leyes de simplificación	$(p \wedge q) \rightarrow p$
Leyes de adición	$p \rightarrow (p \vee q)$
Leyes de adjunción	$p \wedge q \rightarrow q$

Fuente: [Bermudez, 2004]

2.7.5.2 LÓGICA DE PREDICADOS

La lógica de predicados está basado en la idea de las sentencias realmente que expresan relaciones entre objetos, así como también cualidades y atributos de tales objetos. Los objetos pueden ser personas, objetos físicos, o conceptos. Tales cualidades, relaciones o atributos, se denominan predicados. Los argumentos se conocen como argumentos o términos del predicado. [Bermudez, 2004]

Al igual que las proposiciones, los predicados tienen un valor de veracidad, depende de sus términos. Es decir, un predicado puede ser verdadero para un conjunto de términos, pero falso para otro.

Por ejemplo, el siguiente predicado es verdadero
Edad (Julia, 40 años)

El mismo predicado, pero diferentes argumentos, pueden no ser verdaderos
Edad (Julia, 5 años)

Cada uno de los argumentos en los ejemplos de predicados dados anteriormente, representan a un objeto específico. Tales argumentos se denominan constantes. Sin embargo, en la lógica de predicados se pueden tener argumentos que en determinado momento pueden ser desconocidos. Estos son los argumentos de tipo variable.

En el ejemplo anterior: edad (Julia, X), la variable X, puede tomar otros valores, haciendo que el predicado sea verdadero o falso.

2.7.6 BASE DE CONOCIMIENTO

Es la parte del sistema experto que contiene el conocimiento sobre el dominio, es decir que es el conocimiento y la experiencia de los expertos en un dominio determinado, convenientemente codificado, estructurado y formalizado para el posterior uso del mismo.

El conocimiento se puede representar, mediante las distintas técnicas de formalización como son: las reglas de producción o sistemas de producción, redes semánticas, marcos o frames, guiones. (Riley, 1990)

Para representar el conocimiento del experto se tomara en cuenta, el formalismo basado en acciones, se debe contar con un dominio, el dominio será las mujeres de 35 a 45 años, el conjunto de acciones son los síntomas o factores que presenta el paciente, es por esta razón que se representará el conocimiento del experto mediante la técnica de formalización; reglas de producción o sistemas de producción.

2.7.7 BASE DE HECHOS

Almacena el conocimiento del experto, los hechos iniciales y los que se vayan obteniendo como consecuencias en el proceso de inferencia todo esto en forma de axiomas, listo a ser disparadas cuando el motor de inferencia los requiera.

Ejemplos:

Julia tiene 36 años

La artritis reumatoide es factor de riesgo de osteoporosis

Julia fuma dos unidades de cigarrillo por día

Fumar cigarrillo dos unidades de por día es factor de riesgo de osteoporosis

2.7.8 MOTOR DE INFERENCIA

Es la unidad lógica con la que se extraen conclusiones de la base de conocimientos (base de hechos y base de reglas). [Riley, 1990] según un método fijo de solución de problemas que está configurado imitando el procedimiento humano de los expertos para solucionar problemas. Entonces se puede decir que el motor de inferencia, también llamado interprete de reglas, es un módulo que se encarga de las operaciones de búsqueda y selección de reglas, a utilizar en el proceso de razonamiento.

Las funciones de mecanismo de inferencia son:

- Determinar las acciones que tendrán lugar, el orden en que lo harán y como lo harán entre los diferente partes del sistema experto.
- Determinar cómo y cuándo se precisaran las reglas y, dado el caso también la elección de que reglas deberán precisarse.
- Control del dialogo con el usuario.

Para obtener conclusiones, los expertos utilizan diferentes tipos de reglas y estrategias de inferencia y control, uno de ellos es el encadenamiento de reglas.

2.7.8.1 ENCADENAMIENTO DE REGLAS

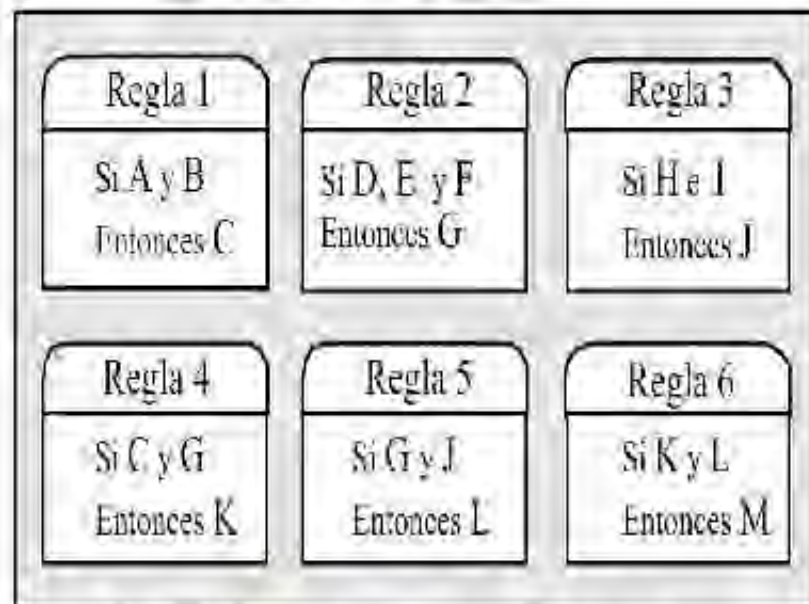
Una de las estrategias de inferencia más utilizadas para obtener conclusiones compuestas es el llamado encadenamiento de reglas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse 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 [Riley, 1990].

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

La Figura 2.3 muestra un ejemplo de seis reglas que relacionan 13 objetos, del A al M. Las relaciones entre estos objetos implicadas por las seis reglas pueden representarse gráficamente, tal como se muestra en la Figura 2.3, donde cada objeto se representa por un

modo. Las aristas representan la conexión entre los objetos de la premisa de la regla y el objeto de su conclusión. Nótese que las premisas de algunas reglas coinciden con las conclusiones de otras reglas. Por ejemplo, las conclusiones de las Reglas 1 y 2 (objetos C y G) son las premisas de la Regla 4 [Sistemas Expertos Basados en Reglas, Gutiérrez].

Figura 2.3 Reglas relacionando 13 objetos



Fuente: [Sistemas Expertos Basados en Reglas, Gutiérrez]

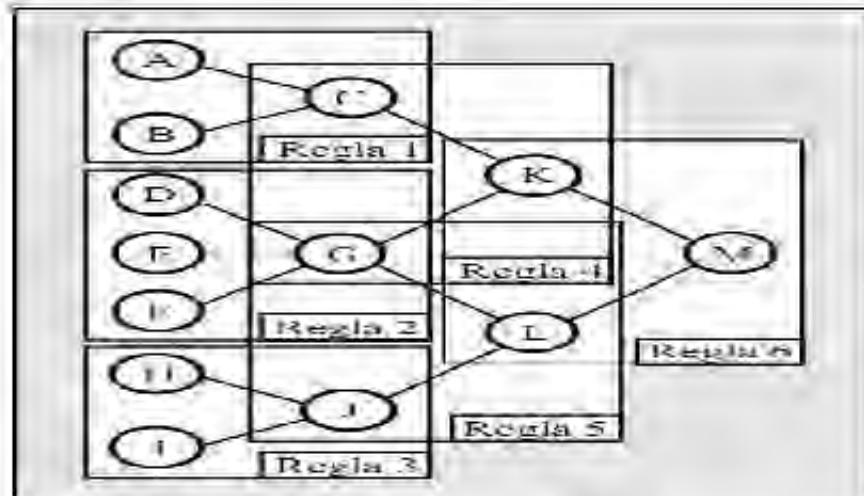
Supóngase que se dan los hechos H = cierto, I = cierto, K = cierto y M = falso.

Supóngase, en primer lugar, que el motor de inferencia usa las dos reglas de inferencia Modus Ponens y Modus Tollens. En este caso, se obtiene

1. La Regla 3 concluye que J = cierto (Modus Ponens).
2. La Regla 6 concluye (Modus Tollens) que K = falso o L = falso, pero, puesto que K = cierto, deberá ser L = falso.
3. La Regla 5 concluye (Modus Tollens) que G = falso o J = falso, pero, puesto que J = cierto, deberá ser G = falso.

En consecuencia, se obtiene la conclusión G = falso. Sin embargo, si el motor de inferencia solo utiliza la regla de inferencia Modus Ponens, el algoritmo se detendrá en la Etapa 1, y no se concluirá nada para el objeto G. Este es otro ejemplo que ilustra la utilidad de la regla de inferencia Modus Tollens, [Sistemas Expertos Basados en Reglas, Gutiérrez].

Figura 2.4 relaciones entre las reglas



Fuente: [Sistemas Expertos Basados en Reglas, Gutiérrez]

2.8 SISTEMAS DE PRODUCCION O REGLAS DE PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción uno de los mecanismos de representación de conocimiento más populares y ampliamente empleados.

Las Reglas de Producción son una forma de representación del conocimiento, que permite la representación del conocimiento en la estructura.

Si – entonces (IF - THEN)
 Si condición(es) **ANTECEDENTE**
ENTONCES conclusión **CONSECUENTE**

Los S.P. uno de los mecanismos de representación del conocimiento más populares y ampliamente empleados, por su simplicidad y similitud con el razonamiento humano. Las reglas de producción que se define como una tripla.

Sistema de producción=<Base de datos (base de hechos), Reglas, Representación de inferencia y estrategias de control>

A continuación se tiene la siguiente definición. Los sistemas de producción (SP) son una de las técnicas de representación de conocimiento más utilizados para expresar formalmente los conocimientos de un dominio [Martínez, 2004]. La arquitectura de un SP está formada por tres elementos: base de hechos (BH) o memoria de trabajo, base de reglas (BR) o producciones, y una estrategia de control (EC). La BH y BR forman la base de conocimientos del sistema [Martínez, 2004]

2.9 METODOLOGÍA GROVER

La metodología de Grover [1983] propone tres fases para el desarrollo del proceso de adquisición del conocimiento, cada una acompañada de una documentación detallada que remplazan parcialmente al experto y sirven como medio de documentación y referencia para usuarios y diseñadores de sistemas a poseer un conjunto de experiencia humana documentada consistente, organizada y actualizada sobre la cual basar el sistema experto (ver Figura 2.5) . [Martínez , 2004]

Figura. 2.5 Adquisición de Conocimiento



Fuente: [Martínez , 2004].

Las tres fases que propone la metodología grover son: Definición del dominio, formulación del conocimiento fundamental y consolidación del conocimiento basal. Estas tres fases son expuestas a continuación:

2.9.1 DEFINICIÓN DEL DOMINIO

Esta etapa consiste en realizar una cuidadosa interpretación del problema. El objetivo es la producción de un Manual de definición de Dominios, cuyo contenido se describe a continuación:

- Descripción general del problema.
- Bibliografía de los documentos referenciados.
- Identificación de expertos.
- Definición de métricas de performance apropiadas y realistas.
- Descripción de escenarios para ejemplos posibles.

2.9.2 FORMULACIÓN FUNDAMENTAL DEL CONOCIMIENTO

Esta etapa consiste en examinar los escenarios seleccionados por el experto a partir de criterios de evaluación y reclasificarlos según:

- El más importante.
- El más esperado.
- El mejor entendido.

Para obtener el conocimiento fundamental se usa la técnica de simulación del proceso y reclasificación que consiste en que el experto simule la solución de un problema construyendo verbalmente las reglas de razonamiento que utiliza. Luego se procede a analizar estas reglas y reclasificarlas en diferentes niveles.

Esta base del conocimiento fundamental debe incluir:

- Definición de fuentes de entrada y formatos.
- Descripción del estado inicial que incluye el conocimiento base.
- Conjunto básico de razones y reglas de análisis.
- Lista de estrategias humanas las cuales pueden ser consideradas por los diseñadores del sistema experto como reglas a incluir en la base de conocimiento.

Este cuerpo de conocimiento debe estar escrito y se puede probar implementándolo en una base de conocimiento que contraste con el escenario desde cual fue adquirido y verificado que se obtenga un compartimiento similar al que tendría el experto en el mismo escenario.

2.9.3 CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO BASAL

El conocimiento basal es el conjunto de definiciones necesarias para producir la actividad basal.

La actividad basal se define como menor nivel de actividad para el mantenimiento de las funciones vitales del sistema, es decir, se debe tener desarrollados todos los componentes del sistema experto pero no en la profundidad en la que estarán desarrollados en la versión

final del sistema. Para conocer este nivel de desarrollo se debe contar con estándares mínimos de performance en la definición del dominio.

2.10 PROLOG

Para la realización del sistema, PROLOG es un lenguaje muy apropiado por trabajar con reglas y hechos, que es precisamente con lo que tiene que trabajar nuestro entorno. De hecho, se podría haber utilizado el propio motor de inferencia de PROLOG para desencadenar las reglas que constituyen el conocimiento operativo del sistema, en vez de construir nosotros uno propio, para lo cual habría que añadir el conocimiento operativo como reglas PROLOG en vez de como hechos PROLOG. En cambio, los hechos que queremos añadir al conocimiento actual del sistema si que los añadimos en realidad a la base de hechos PROLOG (mediante el uso del predicado HECHO). [Riley, 1990]

2.10.1 BACKTRACKING

Backtracking es un técnica de programación que se aplica a problemas que requieren la construcción de una solución de manera incremental, paso a paso, donde en cada paso hay una cantidad finita de posibilidades y no se sabe cuál o cuáles llevan a la solución o a las soluciones. Eso significa que después de varios pasos puede que se demuestre que no se esté arribando a la solución, por lo que algunas decisiones anteriores deben revisarse y reemplazarse por otras. Backtracking es un mecanismo adecuado que contempla intentar todas las combinaciones posibles de manera de que si una solución existe la misma será encontrada. Backtracking es un mecanismo adecuado que contempla intentar todas las combinaciones posibles de manera de que si una solución existe la misma será encontrada. Backtracking corresponde a realizar una búsqueda en profundidad en un grafo implícito.

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL METODO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se presenta el desarrollo, construcción y evaluación del Sistema Basado en Conocimiento para el diagnóstico de la Osteoporosis de mujeres de 35 a 45 años, se describe la utilización de la metodología Grover como se indicó anteriormente en el capítulo 2 y acoplado con la estructura del Sistema Experto (ver tabla 3.1).

Tabla: 3.1 Acoplamiento de Grover y estructura de Sistema Experto

Metodología Grover	Estructura del Sistema Experto
Primera fase: Definición del Dominio (conocimiento, referencias y procedimientos)	Experto humano Ingeniero del conocimiento Obtención del conocimiento abstracto
Segunda fase: Formulación Fundamental del Conocimiento (reglas elementales, creencias y expectativas)	Conocimiento concreto Formalización del conocimiento se formaliza en: Lógica de proposiciones Lógica de predicados
Tercera fase: Consolidación del Conocimiento de Base	Base de conocimiento conformado por: base de hechos, base de reglas, motor de inferencia e interfaz de usuario.

3.2 METODOLOGIA GROVER

La metodología Grover [Grover, 1983] se concentra en la definición del dominio (conocimientos, referencias, situaciones y procedimientos) en la formulación del conocimiento fundamental (reglas elementales, creencias y expectativas) y en la consolidación del conocimiento de base. [Martínez, 2004]

3.2.1 PRIMERA FASE: DEFINICIÓN DEL DOMINIO

A continuación se tiene la generación del Manual de definición del Dominio:

3.2.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

La Osteoporosis es una enfermedad caracterizada por el deterioro de la arquitectura del hueso, que predispone a fragilidad y a fracturas. Este mal, afecta más a mujeres que se aproximan a la menopausia, y después del inicio de ésta, el equilibrio entre la eliminación y renovación del hueso se altera, y la pérdida de hueso es superior al porcentaje de éste que se renueva. Si este desequilibrio se prolonga, el resultado suele ser la existencia de osteoporosis. Además, diversos factores que afectan a la renovación del hueso, como: la vida sedentaria, baja ingesta de calcio, fumar cigarrillos, el alcoholismo, la edad, el sexo, dieta inadecuada y otros.

Si esta enfermedad si no se detecta a tiempo las consecuencias son: fracturas de cadera, fémur, muñeca, inclusive incapacidad para realizar las labores cotidianas más sencillas e incluso la muerte.

En la Zona Rosas Pampa algunas mujeres de 35 a 45 años desconocen esta enfermedad, sus riesgos, tratamiento y cómo prevenir. Esta zona cuenta con el centro de salud Rosas Pampa donde el médico general trata a todo tipo de pacientes, y además para ser atendidos en el centro tiene que realizar filas largas, para obtener una ficha, a veces las fichas no alcanzan tienen que regresar al día siguiente, por esta razón algunas mujeres ya no se informan de la prevención, ni de los factores de riesgo, ni las consecuencias. Por la cual la paciente se expone a fracturas.

3.2.1.2 IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO

Encontrar el experto humano es muy importante para el desarrollo del sistema basado en conocimiento pues es el que provee toda la información necesaria, además se debe hacer notar que el experto humano no solo aporta su conocimiento científico, sino además aporta su experiencia profesional es decir lo que ha aprendido en el trabajo cotidiano.

En el presente trabajo el experto humano es un médico general, con experiencia en el diagnóstico, prevención y tratamiento de esta enfermedad.

3.2.1.3 ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

La adquisición de conocimiento es el proceso de recolección de información, a partir de cualquier fuente, necesaria para construir un SBC. [Martínez, 2004]

Para revelar lo que sabe el experto se utilizó la técnica de la entrevista, así educir el conocimiento.

a) Entrevista

La entrevista se realizó en fecha 26 de marzo de 2012 en el Programa Médico Estudiantil Seguro Especial, el cual se formuló al experto, las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es la Osteoporosis?
2. ¿Por qué se denomina una enfermedad silenciosa?
3. ¿Se puede padecer osteoporosis y no saberlo?
4. ¿Cómo se produce la osteoporosis?
5. ¿Qué es la Densidad Mineral Ósea?
- ¿Cuáles son sus consecuencias?
6. ¿Qué consecuencias tiene la osteoporosis?
7. ¿Sólo afecta a las mujeres?
8. ¿Quiénes la padecen?
9. ¿Todas las mujeres pueden sufrir osteoporosis después de la menopausia?
- ¿Factores de riesgo?
10. ¿Cuáles son esos factores de riesgo de padecer osteoporosis?
11. ¿Es verdad que a mayor edad, mayor riesgo de tener osteoporosis?
12. ¿La osteoporosis, ¿es una enfermedad hereditaria?
13. ¿Es la delgadez un factor de riesgo?
14. ¿Algunos medicamentos aumentan el riesgo de padecer osteoporosis?
15. ¿La menopausia quirúrgica aumenta el riesgo de padecer osteoporosis?
16. ¿Y la menopausia precoz?
- ¿Cuál es su prevención?
17. ¿Cómo podemos prevenir las fracturas?
18. ¿Llevar una vida sana contribuye a la prevención de la osteoporosis?
19. ¿Es beneficioso para los huesos tomar el sol?

¿Cómo se diagnostica?

20. ¿Cómo puede saber una mujer si padece osteoporosis?

21. ¿Si se sufre una fractura significa que se padece osteoporosis?

22. Si se nota un descenso de estatura, ¿puede ser a consecuencia de la osteoporosis?

23. ¿Es el dolor de espalda un indicador de osteoporosis?

24. ¿Cómo se mide la osteoporosis?

25. ¿Para qué sirve la densitometría?

¿Quién la trata?

26. ¿Qué hacer si se sospecha que se padece osteoporosis?

PARA LA PREVENCIÓN CUANTO DE CALCIO DEBE INGERIR UNA MUJER DE 35 A 45 AÑOS

1. ¿Cómo podemos prevenir las fracturas?

2. ¿Llevar una vida sana contribuye a la prevención de la osteoporosis?

3. ¿Es beneficioso para los huesos tomar el sol?

4. ¿Dónde se encuentra el calcio?

5. ¿Cómo puedes saber si estás obteniendo una dosis adecuada de calcio?

b) Identificación de tareas habituales

Se observó las siguientes tareas habituales del experto, que realiza al paciente para detectar la enfermedad, así concluir con el diagnóstico precoz (ver Figura 3.1).

Figura: 3.1 Tareas habituales del experto



3.2.2.4 CONOCIMIENTO ABSTRACTO

El conocimiento abstracto es la validez general, como el de diagnóstico médico, que formaría de síntomas de la enfermedad, su nombre, las consecuencias y los tratamientos. Este conocimiento es permanente y forma parte esencial del sistema. A continuación se cita el conocimiento concreto:

La osteoporosis es una enfermedad sistémica que se caracteriza por una disminución de la masa ósea y un deterioro de la microarquitectura de los huesos, lo que supone un aumento de la fragilidad de los huesos y del riesgo de sufrir fracturas. Esta patología es asintomática y puede pasar desapercibida durante muchos años hasta que finalmente se manifiesta con una fractura.

El origen de la osteoporosis debe buscarse en los factores que influyen en el desarrollo y la calidad del hueso. El riesgo de padecer osteoporosis vendrá determinado por el nivel máximo de masa ósea que se obtenga en la edad adulta y el descenso producido por la vejez. Además del envejecimiento, en su aparición intervienen factores genéticos y hereditarios. Las hijas de madres que tienen osteoporosis, por ejemplo, adquieren un volumen de masa ósea inferior que el de hijas de madres con huesos normales.

La desnutrición, la mala alimentación, el escaso ejercicio físico y la administración de algunos fármacos también pueden favorecer la aparición de la osteoporosis. Sin embargo, la menopausia es uno de los factores que más influye en su desarrollo en las mujeres, ya que la desaparición de la función ovárica provoca un aumento de la resorción ósea.

- Deformidades de la columna
- Dolor muscular
- Debilidad de los huesos/fracturas
- Dolor en el cuello
- Pérdida de peso y de talla

Generalmente esta la osteoporosis no se detecta hasta que aparecen síntomas clínicos claros, como la reducción de la estatura y las fracturas. Estas se producen normalmente en las vértebras torácicas y lumbares, el cuello, el fémur y el radio distal. Al tratarse de una enfermedad asintomática, hasta la presentación de sus complicaciones óseas es necesario un diagnóstico precoz, que viene inducido por la historia clínica, con análisis de factores genéticos, nutricionales, ambientales y factores de riesgo, así como la determinación de marcadores bioquímicos de edad ósea y la medida del contenido mineral óseo mediante densitometría.

En primer lugar es necesaria una exploración física que debe incluir una medición de la talla para detectar su pérdida. También son útiles las radiografías del perfil de la columna lumbar y dorsal para descartar la presencia de fracturas vertebrales. Para detectar la osteoporosis antes de que se manifiesten los síntomas se puede medir la densidad de los minerales óseos (Densidad Mineral Ósea/DMO) a través de una densitometría.

Durante la tercera edad se pierde cerca de un 1 por ciento de masa ósea por año, aunque algunas mujeres pueden llegar a perder entre un 3 y 5 por ciento al inicio de la menopausia. Si a esto se suman las consecuencias propias de la vejez (pérdida de fuerza muscular, problemas visuales, etc.), el riesgo de sufrir fracturas se dispara. Las mujeres más propensas a padecer esta enfermedad debido a la reducción de los niveles de estrógenos durante la menopausia. Sin embargo, en los últimos años han aumentado los casos de hombres que sufren fracturas, especialmente de cadera, por osteoporosis. La valoración de los factores de riesgo es importante porque permite corregirlos y aplicar tratamientos preventivos.

Estos factores pueden dividirse en dos grupos: individuales y relacionados con el estilo de vida.

Factores de riesgo individuales.

- Sexo femenino: Entre un 20 y 25 por ciento de las mujeres sufren esta enfermedad tras la menopausia debido a la pérdida de estrógenos.
- Envejecimiento.
- Raza blanca u oriental.
- Constitución delgada, escasa masa muscular y escoliosis (desviación lateral de la columna).
- Menopausia precoz: Desaparición de la menstruación antes de los 45 años, bien de forma natural o quirúrgica, y episodios prolongados de amenorrea.
- Fracturas anteriores.
- Antecedentes familiares de la enfermedad.

Factores relacionados con el estilo de vida

- Déficit de calcio: La masa ósea que se alcanza en la edad adulta está condicionada por la ingesta de calcio, especialmente durante el desarrollo de los huesos.
- Fumar más de 20 cigarrillos diarios.
- Abuso de alcohol y café: Perjudican la remodelación ósea.

- **Sedentarismo:** Las personas que realizan una actividad física moderada tienen un menor riesgo de padecer osteoporosis.
- **Nivel socioeconómico:** Un bajo nivel socioeconómico se asocia con una dieta insuficiente y una mayor morbilidad osteoporótica. Este factor cobra mayor importancia en las zonas urbanas que en las rurales.
- **Uso prolongado de algunos medicamentos,** como glucocorticoides, hormonas tiroideas y medicamentos anticonvulsivos.

Las fracturas más frecuentes asociadas a la osteoporosis son a las que afectan a las vértebras, la muñeca y la cadera.

Las fracturas osteoporóticas se pueden prevenir llevando una alimentación que incluya calcio diariamente. Por eso, se recomienda, tomar una cantidad adecuada de calcio en los alimentos (ver Tabla 2.4), realizar un ejercicio físico correcto y suprimir el tabaco y el alcohol, con el fin de que se forme una buena cantidad de masa ósea. Después de la menopausia, la disminución brusca en la producción de hormonas (estrógenos) por el ovario puede acelerar la destrucción de los huesos, con la alteración consiguiente del metabolismo del calcio. Las fuentes naturales de calcio se encuentran en la leche, yogur, quesos, vegetales, etc. En la siguiente tabla se menciona la cantidad de miligramos (mg) de calcio presente en una porción de alimentos (Figura 2.1).

3.2.2 SEGUNDA FASE: FORMULACIÓN FUNDAMENTAL DEL CONOCIMIENTO

A continuación se tiene el conocimiento fundamental tomando en cuenta los criterios del experto, es:

3.2.2.1 CONOCIMIENTO CONCRETO

El conocimiento concreto está constituido por los síntomas particulares de la enfermedad del paciente en estudio. Este conocimiento es efímero se destruye y no forma parte del sistema. A continuación se citan la validez particular de cada paciente en estudio, son las siguientes:

Caso No. 1:

María es una mujer de 45 años y es administrativa que acude a la consulta de su médico de Atención Primaria, dolores dorsales.

Motivo de consulta:

"Me duele otra vez la espalda, el dolor es muy fuerte, lo tengo todo el día y no me deja dormir".

Su médico, que ya conoce a Luisa y la ha diagnosticado en varias ocasiones de dorsalgias mecánicas y tratado con paracetamol

Presenta:

Antecedentes familiares:

Antecedentes de fractura de cadera en la madre

Antecedentes patológicos:

Talla de 1.54 cm y un peso de 40 kg (IMC: 16.8)

Necesita de los brazos para levantarse.

Lleva una vida sedentaria, no realiza ejercicio habitualmente.

Refiere una ingesta baja de lácteos (no le gustan) y otros productos ricos en calcio

Ciclos regulares, menopausia a los 48

Fumadora de 20 cigarrillos/día

Bebe alcohol 4 vasos por semana

Otras veces había padecido lumbalgias que cedían con analgésicos y algo de reposo

Padece una fractura vertebral

En la densitometría se encontró: columna lumbar T-score -3.2 y fémur T-score -3.0

Prevención

Caso No. 2

Ana tiene 35 años y desde hace nueve meses presenta trastornos menstruales. Acude a consulta solicitando valoración médica sobre el tipo de dieta que debería tomar en la menopausia para proteger sus huesos.

Motivo de consulta:

"Me han dicho que con la menopausia mis huesos pierden calcio y que debería tomar mucha leche y mucha soja".

Antecedentes familiares:

No refiere antecedentes de fractura

Antecedentes patológicos:

Mujer de 35 años.

Talla: 1,54cm . Peso: 54,40 kg. IMC: 19.

Fumadora de 20 cigarrillos/día

Bebe alcohol 4 vasos por semana

Caso No. 3: Rosa tiene 45 años y consulta por dolor lumbar de varios días de evolución, no hay antecedente traumático y no había mejorado con las medidas habituales de reposo relativo y tratamiento analgésico.

Motivo de consulta:

"Doctor, me duele la espalda desde hace más de una semana y ni con paracetamol, ni reposo, no mejoro como las otras veces, es distinto."

Presenta:**Antecedentes familiares:**

No refiere antecedentes de fractura.

Antecedentes patológicos:

Peso: 58 kg; talla: 1,58 m.

Menarquía a los 11 años, ciclos regulares, menopausia a los 42 y era nulípara.

No realizaba ejercicio físico de forma regular y no consumía lácteos ni derivados por intolerancia digestiva.

Mantiene bien el equilibrio y la fuerza muscular.

Fumadora de 15 cigarrillos/día.

Otras veces había padecido lumbalgias que cedían con analgésicos y algo de reposo.

Padece una fractura vertebral.

En la densitometría se encontró: columna lumbar T-score -3,4 DE, fémur total -2,67 DE.

Caso No. 4:

Amparo, de 42 años, es viuda, vive sola por deseo propio y tiene buena autonomía. Acude a la consulta porque está preocupada por su salud ósea.

Motivo de consulta:

"Doctor estoy muy preocupada; mi vecina Vicenta, que somos amigas de toda la vida y que siempre ha estado muy sana, ha estado ingresada en el hospital porque se ha roto la cadera y ahora va en silla de ruedas".

"Estoy preocupada por ella, claro, pero también por mí, no me vaya a pasar algo parecido. Le han dicho que tenía osteoporosis y ella no sabía nada. Nunca le habían hecho ninguna prueba. Yo quiero que me hagan alguna prueba para saber si la tengo, no me vaya a pasar lo mismo que a Vicenta".

Presenta:**Antecedentes familiares:**

No refiere antecedentes de fractura.

Antecedentes patológicas:

Mujer de 42 años.

Talla: 1,64 m. Peso: 60 kg.

No fuma ni ha fumado nunca.

Desayuna leche a veces, su desayuno es te pan, café

Sufrió menopausia quirúrgica a los 39 años

Necesita de los brazo para levantarse

Sufrió una fractura por una caída leve

3.2.2.2 FORMALIZACION DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento obtenido se formaliza utilizando la lógica de proposiciones y la lógica de predicados.

a) Lógica de Proposiciones

La lógica proposicional permite representar fenómenos en los cuales se considera a una proposición como un todo a la cual se le puede asignar un valor de verdad o falso. A continuación se citan las siguientes proposiciones:

Maria tiene 45 años de edad

Maria es mujer

Maria tiene una estatura 1.54 cm

Maria pesa 54 kg

Maria tuvo una caída leve

Maria fuma 20 cigarrillos/día

Maria bebe alcohol 2 vasos/día

Maria presenta desaparición de la menstruaciónmas 12 meses a los 42 años

Primitiva es progenitor de Maria

Primitiva sufrió una fractura de cadera

Primitiva tenía 50 años de edad

Primitiva es mujer

Mari necesita ayuda de los brazos para levantarse de la silla

Maria tiene el resultado DMO de cadera TScore 2

Maria presentó la menopausia a los 40 años.

Aña tiene 35 años de edad

Aña sufre la menopausia a los 35 años

La menopausia acelera la degradación de los huesos

Maria consume leche

Maria es alérgica a los productos lácteos

María tiene tratamiento con glucocorticoides más de 3 meses

María tiene la enfermedad hipertiroidismo

María tiene la enfermedad artritis reumatoide

b) Lógica de Predicados

Centra su estudio en los componentes básicos de una oración (sujeto, predicado) y permite realizar cuantificación sobre sujetos (que son los objetos). Es en este sentido que una proposición predicativa es el resultado de la combinación de ambos elementos. A continuación se tiene los siguientes predicados.

Edad (maria, 42 años)

Mujer (maria)

Estatura (maria, 1.54 cm)

Pesa (maria, 54 kg.)

Una_caida_leve(maria)

Fuma (maria, 20 cigarrillos/día)

Alcohol (maria, 2 vasos/día)

Progenitor_de (primitiva, maria)

Mujer (primitiva)

Una_fractura (primitiva, cadera)

Edad (primitiva, 50 años)

Ayuda_de_los_brazos_para_levantarse_deuna(maria, silla)

Resultado_DMO_TScore(maria, cadera, 2)

La_menopausia (maria, 40 años)

Edad (ana, 35 años)

La_menopausia (maria, 35 años)

La_degradación_de_los (menopausia, huesos)

Consume (maria, leche)

c) Reglas de Producción

Para representar el conocimiento del experto, se utiliza reglas. Una regla es la representación formal del conocimiento, con una estructura condicional que relaciona lógicamente la información. Definiendo el dominio para el diagnóstico de osteoporosis y prevención.

La formalización de las reglas de producción encontradas en la descripción informal del modelo respecto al dominio es la siguiente :

Factores de riesgos mayores

Antecedentes personales

$$\forall(x,y)[mujer(x) \wedge progenitor(x,y) \rightarrow madre(x,y)]$$

$$\exists(x,y)[madre(x,y) \wedge tenido(x,fractura_de_cadera)]$$

Factores clínicos personales

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge edad(x,35) \vee \leq edad(x,45)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge edad(x,40) \wedge fractura(x,hueso) \wedge sufre(x,caida_leve)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge teme(x,caereca_por_ser_fragil)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge padece(x,fractura_vertebral_compresion)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge presenta(x,bajo_peso) \wedge imc(x,19)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge toma(x,corticoides_mas_3meses) \wedge padece(x,neumatoide)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge diagnostica(x,hipertiroidismo)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge interupcio(x,menstruacion_mas_12meses) \wedge razones(x,menopausia) \wedge presento(x,43)]$$

Factores relacionados con el estilo de vida o factores de riesgos menores

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge bebe(x,alcohol_2vasodia)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge fuma(x,2cigarrillosdia)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge actividades_fisicasinferior30min(x,quehaceredomesticos)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge actividades_fisicasinferior30min(x,caminata)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge actividades_fisicasinferior30min(x,carrera)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge \neg consumen(x,leche)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge \neg consumen(x,productos_lacteos)]$$

$$\exists(x)[mujer(x) \wedge alergica(x,productos_lacteos)]$$

3.2.3 TERCERA FASE: CONSOLIDACIÓN DEL CONOCIMIENTO BASAL

El conocimiento basal, es el conjunto de reglas y definiciones adecuadas para producir actividad basal.

3.2.3.1 BASE DE CONOCIMIENTO

Elemento que almacena el conocimiento abstracto en forma de reglas y lo pone a disposición del motor de inferencia para su posterior tratamiento. Compuesto por la base de hecho y la base de reglas.

La base de hechos se obtendrá, mediante la formalización del conocimiento descrito anteriormente. Conocimiento obtenido del Experto. A continuación, se citan los siguientes hechos y las reglas en el lenguaje PROLOG.

3.2.3.2 BASE DE HECHOS

La base de hechos contiene los hechos iniciales y los que se vayan infiriendo como consecuencia en el proceso de inferencia.

Los hechos iniciales son los que se han obtenido mediante la entrevista al experto, los casos clínicos que presenta el paciente y estas son expresadas en forma de axiomas, como se la formalizo anteriormente. Y a continuación se citan los siguientes hechos:

```

estatura(maria,1.54).
peso(maria,40).
edad(maria,45).
mujer(maria).
mujer(primitiva).
progenitor(primitiva,maria).
noconsumen(maria,leche).
noconsumen(maria,productos_lacteos).
alergica(maria,productos_lacteos).
interumpio(maria,menstruacion_mas_12meses).
razones(maria,menopausia).
presenta(maria,43).
ha_tenido(primitiva,fractura_cadera).
dolor_zona(maria,espalda_D12).
por_dolor(maria,reposa).
por_dolor(maria,paracetamol).
gradol(16,18.4,desnutricion).
gradol(18.5,24.9,normal).
gradol(25,29.9,sobrepeso).
resultado_DMO_TScoreC(maria,'Columna',-3.2,'DE').
resultado_DMO_TScore(maria,'Femur',-3.0,'DE').
osteoporosis_grave('DMO',-2.5).
dietas(ana).

```


edad(ana,35)
 mujer(ana).
 mujer(julia).
 progenitor(julia,ana).
 interumpio(ana,menstruacion_mas_12meses)
 razones(ana,menopausia).
 presento(ana,35).
 estatura(ana,1.54).
 peso(ana,53).
 bebe(ana,alcohol_2vasodia).
 fuma(ana,'10cigarrillosdia').
 consumen(ana,leche_aveces).
 consumen(maria,productos_lacteos).
 edad(amparo,42).
 mujer(amparo).
 mujer(beatriz).
 progenitor(beatriz,amparo).
 interumpio(amparo,menstruacion_mas_12meses).
 razones(amparo,menopausia_quirurgica).
 presento(amparo,39).
 estatura(amparo,1.64).
 peso(amparo,60).
 ayuda_de_los_brazos_para_levantarse_deuna(amparo,silla)
 se_fracturo(amparo,la_muñeca).
 sufre_una(amparo,caida_leve).
 teme(amparo,caerce_fragil).
 bebe(ana,alcohol_2vasodia).
 fuma(ana,'10cigarrillosdia').
 consumen(amparo,leche_aveces).
 consumen(amparo,te_pan).
 consumen(amparo,cafe).
 ingerir(mujeres,1000).
 la_degradación_de_lós(menopausia,huesos).
 desayuno(leche).

desayuno(yogurt_natural).
 desayuno(yogurt_de_frutas).
 entrada(pan_blanco).
 entrada(pan_integral).
 pescado(salmon).
 pescado(sardian_con_aceite).
 postre(jugo_De_naranja).
 postre(naranja).
 postre(higos).
 merienda(leche).
 merienda(lecheleche_soja_natural).
 merienda(lechebebida_de_soja_y_frutas).

3.2.3.2 BASE DE REGLAS

La mayor parte del conocimiento sobre la solución del problema se representa en un conjunto de producciones o reglas que forman la base de reglas del sistema. Cada producción presenta la forma:

Si condiciones ENTONCES acciones

El lado izquierdo de la regla, denominado condición o antecedente, representa una lista de cosas a verificar en la base de hechos, y el lado derecho, o consecuente, un conjunto de acciones a realizar de la base de hechos, siempre que todos sean ciertos. A continuación, se citan las siguientes reglas:

madre(Primitiva,María):-
 mujer(Primitiva),
 progenitor(Primitiva,María).
 antecedente_familiar(Primitiva,Fractura_cadera,María):-
 madre(Primitiva,María),
 ha_tenido(Primitiva,Fractura_cadera).
 baja_ingesta_de_calcio(María,Leche,Lacteos)-
 alergica(María,Lacteos),
 noconsume(María,Leche).
 propensos_sufrirfracturas(María,E45,mujer):-
 edad(María,E45),

mujer(Maria).

menopausia_precoz(Maria, Menstruacion_mas_12meses, E45, 45):-

interumpio(Maria, Menstruacion_mas_12meses),

razones(Maria, Menopausia),

presento(Maria, E45), E45=<45.

antecedente_personal(Maria, Menstruacion_mas_12meses, X, Leche, Lacteos, C2cigarrillosdia,

E45, Mujer):-

menopausia_precoz(Maria, Menstruacion_mas_12meses, X, EE45),

baja_ingesta_de_calcio(Maria, Leche, Lacteos),

tuma(Maria, C2cigarrillosdia),

propensos_sufrirfracturas(Maria, E45, Mujer).

no_calma_dolor(Maria, Realiza):-

por_dolor(Maria, Realiza).

fractura_por_compresion(Maria, Espalda_D12, Realiza):-

dolor_zona(Maria, Espalda_D12),

no_calma_dolor(Maria, Realiza).

indice_masa_corporal(Maria, Y):-

peso(Maria, P),

estatura(Maria, Z),

Y is P/(Z*Z).

bajo_peso(Maria, IMC, Desnutricion, D19):-

indice_masa_corporal(Maria, IMC), gradol(X, D19, Desnutricion),

IMC=>D19,

IMC=>X.

diagnostico(Maria, osteoporosis_postmenopausica):-

resultado_DMO_TScoreC(Maria, Columna, E32, DE),

resultado_DMO_TScore(Maria, Femur, E30, DE),

osteoporosis_grave(DMO, E25),

E32<E25, E30<E25,

fractura_por_compresion(Maria, Espalda_D12, Realiza),

bajo_peso(Maria, IMC, Desnutricion, D19),

antecedente_familiar(Primitiva, Fractura_cadera, Maria),

propensos_sufrirfracturas(Maria, E45, X).

diagnostico_EXPLICACION(Maria, 'Osteoporosis_establecida', U):-

```

madre_con_fractura_primerGrado(Primitiva),
antecedente_personal(M,U,E,R,T,L,La,C),
writeln(' Paciente con Menopausia precoz '),write(R),
fractura_por_conprecion_espalda(Espalda,D12,Reposa),
exploracion_fisica(IMC,Silla),
resultado_DMO_TScoreC(Maria,Columna,E32,DE),
resultado_DMO_TScore(Maria,Femur,E30,DE),
osteoporosis_grave(DMO,E25),
write(Columna),write(E32),write(DE),writeln(' '),
menopausia_quirurgica(Maria,Menstrucaion_mas_12meses,E45,Menopausia):-
interupcio(Maria,Menstrucaion_mas_12meses),
razones(Maria,Menopausia),
presento(Maria,E45).
balance_muscular_bajo(Maria,Silla):-
ayuda_de_los_brazos_para_levantarse_deuna(Maria,Silla).
fractura_fragilidad(Amparo,Caida_leve,La_muneca):-
se_fracturo(Amparo,La_muneca),
sufre_una(Amparo,Caida_leve)
diagnostico(Maria,osteoporosis_primario):-
menopausia_quirurgica(Maria,Menstrucaion_mas_12meses,E45,Menopausia),
balance_muscular_bajo(Maria,Silla),
fractura_fragilidad(Maria,Caida_leve,La_muneca),
consumen(Maria,Cafe),
bajo_peso(Maria,IMC,Desnutricion,D19),
write('usted presenta factores de riesgo elevado'),
diagnostico_expliaciones(Maria,osteoporosis_primario):-
madre(Primitiva,Maria),
menopausia_quirurgica(Maria,Menstrucaion_mas_12meses,E45,Menopausia),
balance_muscular_bajo(Maria,Silla),
fractura_fragilidad(Maria,Caida_leve,La_muneca),
consumen(Maria,Cafe),
bajo_peso(Maria,IMC,Desnutricion,D19).
presenta_descalcificacion(Ana):-

```



```

    menopausia_precoz(Ana, Menstruacion_mas_12meses, E45, X),
    la_degradación_de_los(Menopausia, Huesos),
    write(' presenta una '), write(Menopausia),
    write(' precoz y esto acelera la degradación de los '), write(Huesos), nl,
    write('presentando una descalcificación, para recuperar el calcio necesita '),
    nl, write('a continuación se le sugiere que pueda ingerir la siguiente dieta ').

Ingerir_suficiente_calcio(Ana):-
    presenta_descalcificación(Ana),
    ingerir(Mujeres, MG),
    write('necesita ingerir '), write(MG), write('mg/'), write('Día').

factor_riego_moderado(Ana):- peso_normal(Ana, IMC),
    tabaquismo_exceso(Ana, Cigarrillos),
    consumo_excesivo_alco(Ana, Alcohol),
    menopausia_precoz(Ana, Menstruacion, E43, E12, E),
    write('usted presenta factores de riesgo moderado') nl,
    write('podria sufrir fracturas osteoporóticas pero esto se puede
        prevenir').

factor_riego_moderadoexplicación(Ana):-
    madre(Julia, Ana), Julia='Julia' ,
    peso_normal(Ana, IMC),
    tabaquismo_exceso(Ana, Cigarrillos),
    consumo_excesivo_alco(Ana, Alcohol),
    ingerir_suficiente_calcio(Ana).

plato_principal(Salmon):-
    pescado(Salmon)

comida(Entrada, Plato_principal, Postre):-
    entrada(Entrada),
    plato_principal(Plato_principal),
    postre(Postre).

menu_dia(Desayuno, Entrada, Plato_principal, Postre, Merienda):-
    desayuno(Desayuno),
    comida(Entrada, Plato_principal, Postre),
    merienda(Merienda).

```

```

valor_calocio(Desayuno, Entrada, Plato_principal, Postre, Merienda, Valor_calocio):-
    menu_dia(Desayuno, Entrada, Plato_principal, Postre, Merienda),
    calcio(Desayuno, V1),
    calcio(Entrada, V2),
    calcio(Plato_principal, V3),
    calcio(Postre, Merienda, V4),
    calcio(Merienda, V5),
    Valor_calocio is V1+V2+V3+V4+V5.

comida_equilibrada(Desayuno, Entrada, Plato_principal, Postre, Merienda, Valor_calocio):-
    valor_calocio(Desayuno, Entrada, Plato_principal, Postre, Merienda, Valor_calocio),
    ingenu(Mujeres, 100, Dia),
    Valor_calocio >= 100.

```

3.2.3.3 MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es el encargado de seleccionar las reglas posibles que satisficen el problema, para el presente trabajo, el motor de inferencia tendrá la siguiente característica,

Mecanismo de regreso atrás implica el razonamiento en reversa desde una hipótesis, habrá de comprobarse una posible conclusión, a los hechos que lo sustentan, llamado también backtraking. A continuación se muestra las siguientes búsquedas:

Diagnóstico

1 consulta ¿maria sufre de osteoporosis?

Regla lanzada:

```

diagnostico(Maria, 'Osteoporosis_establecida'):-
    resultado_DMO_TScoreC(Maria, Columna, E32, DE),
    resultado_DMO_TScore(Maria, Femur, E30, DE),
    osteoporosis_grave(DMO, E25),
    E32 < E25, E30 < E25,
    fractura_por_compresion(Maria, Espalda_D12, Realiza),
    bajo_peso(Maria, IMC, Desnutricion, D19),
    antecedente_familiar(Primitiva, Fractura_cadera),
    propensos_sufrirfracturas(Maria, E45, X).

```

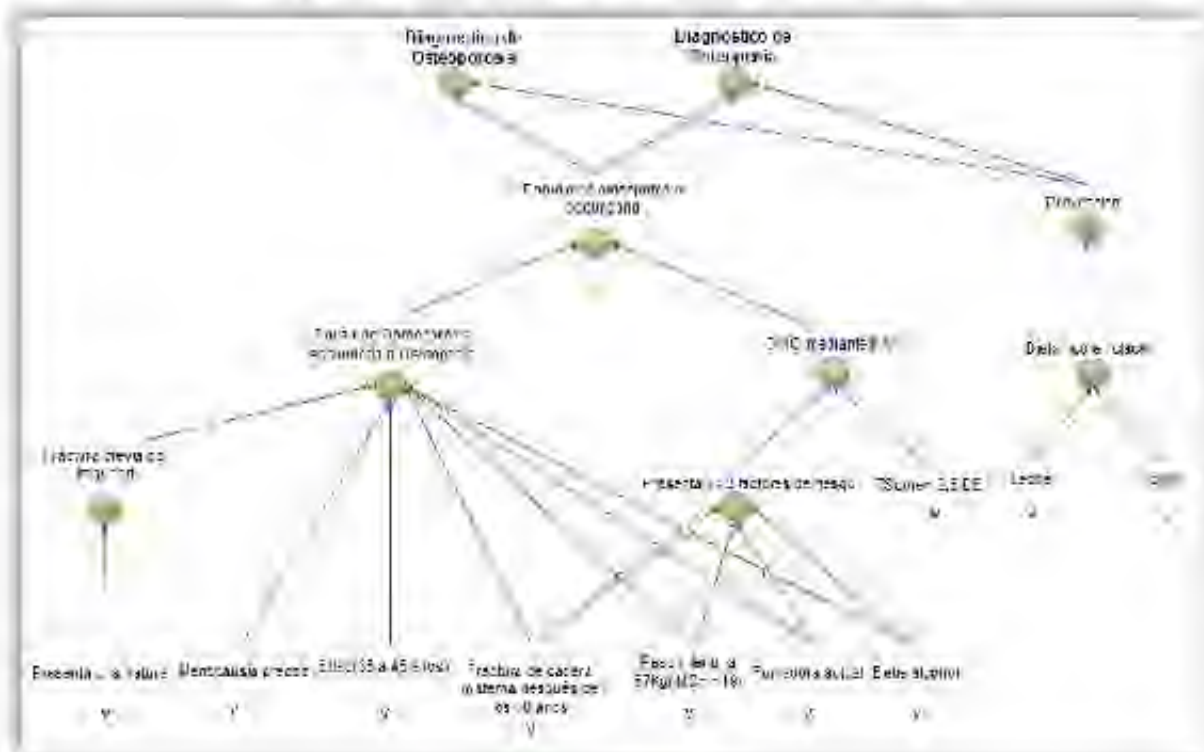

Prolog responde:

```

?- ?- diagnóstico( Paciente, Sufrir,
Paciente = maria
Sufrir = 'Osteoporosis postmenopausia'

```

Figura 3.2: Árbol de búsqueda, si maria sufre de osteoporosis



Prevención:

2. Consulta: maria ¿tengo desaparición de menstruación más 12 meses, cuánto debo ingerir de calcio por día?

Reglas lanzadas:

```

menopausia_precoz(Maria, Menstruacion_mas_12meses, E45, 45):-
    interupcio(Maria, Menstruacion_mas_12meses),
    razones(Maria, Menopausia),
    presente(Maria, E45), E45=<=45.

```

```

presenta_descalcificacion(Maria):-

```

```

menopausia_precoz(Maria, Menstruacion_mas_12meses, E45, 45),
    la_degradación_de_los(Menopausia, Huesos)

```

ingerir_suficiente_calcio(Ana):-

presenta_descalcificacion(Ana),
ingerir(Mujeres, MG, Dia).

Prolog responde:

Yes

:- ingerir_suficiente_calcio(ana).

presenta una desnutrición porosa y esto afecta la regulación de los huesos
presentando una descalcificación, para recuperar el calcio necesario

a continuación se le sugiere que pueda ingerir la siguiente dieta: `dieta_basica_1000mg/dia`.

Yes > No

Figura 3.3: árbol de búsqueda, cuanto debo ingerir de calcio por día



3. Consulta: maria ¿Cuál es la dieta sugerida?

Regla lanzada:

comida_equilibrada(D,X,Y,Z,M, V):-

valor_calocio(D,X,Y,Z,M, V),

ingerir(Mujeres, MG, Dia),

V >= MG.

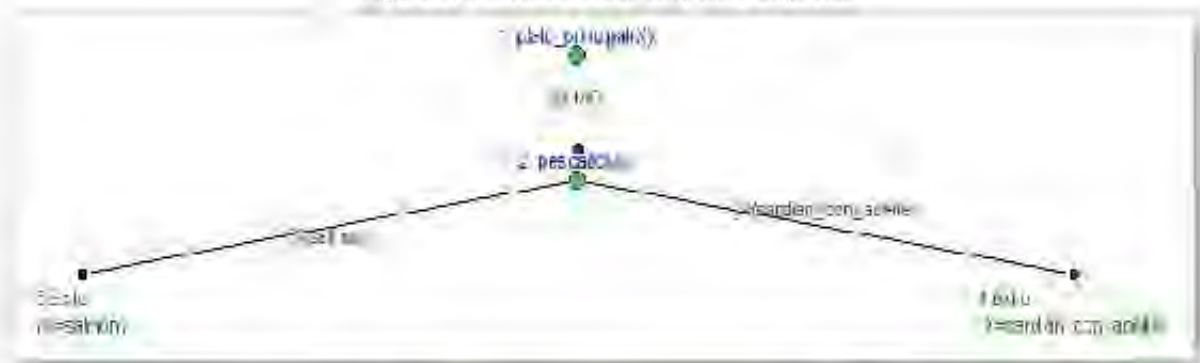
Prolog responde:


```

10 1- comida_equilibrada (Desayuno, Almuerzo, Merienda, Cena, Saludo, Actividad, Control_de_Calico)
    sugeridos en la lista, y entre sus huesos fortificados
    uno de estos alimentos presentará un análisis de calcio.

Desayuno = Leche
Almuerzo = pan blanco
Merienda de carne = merienda por noche
Cena = jugo de naranja
Actividad = Leche
Cantidad_de_Calico = 1000
    
```

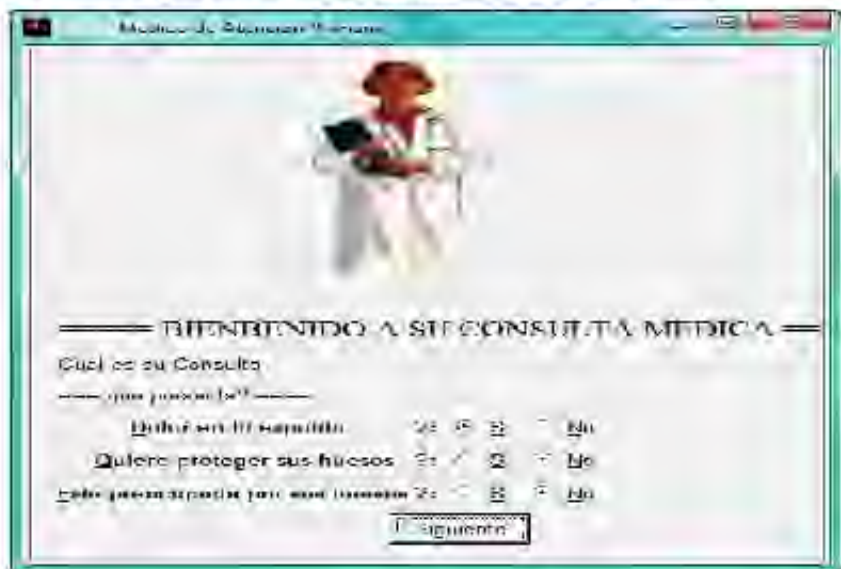
Figura 3.4. árbol de búsqueda, dieta sugerida



3.2.3.4 INTERFAZ DE USUARIO

Permite al usuario interactuar con el sistema basado en conocimiento, permitiéndole al paciente introducir los factores de riesgo que presenta en el sistema y así el paciente podrá recibir información de él. A continuación se presenta el interfaz de usuario en la figura 3.5.

Figura 3.5 : Motivo de consulta del paciente al sistema



Como se puede ver en la figura se da que es una paciente que presenta un dolor en la espalda, y el sistema le vuelve a preguntar si el dolor es en el punto D12(ver figura 3.6).

Figura 3.6 : Sistema verificando la ubicación del dolor que presenta la paciente



Figura 3.7 : Sistema preguntando si por el dolor ya había ingerido paracetamol o descansado por el dolor



Figura 3.8 : Sistema preguntando sobre sus antecedentes familiares.

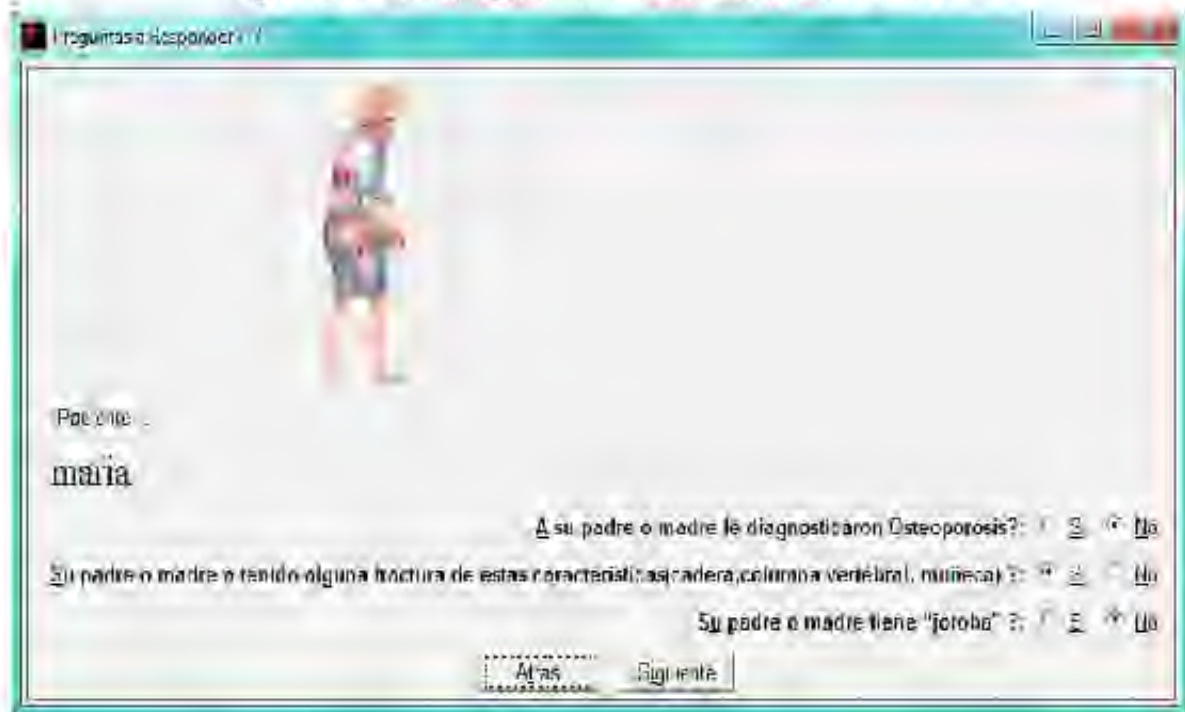
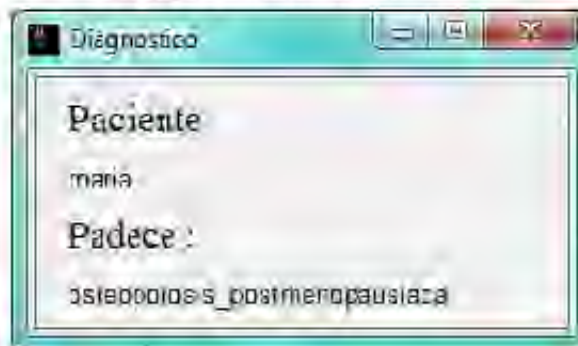


Figura 3.9 : Deducción del sistema



PREVENCIÓN

Aserca de la prevención el sistema sugiere al paciente que alimentos ricos en calcio puede ingerir (ver figura 3.10)

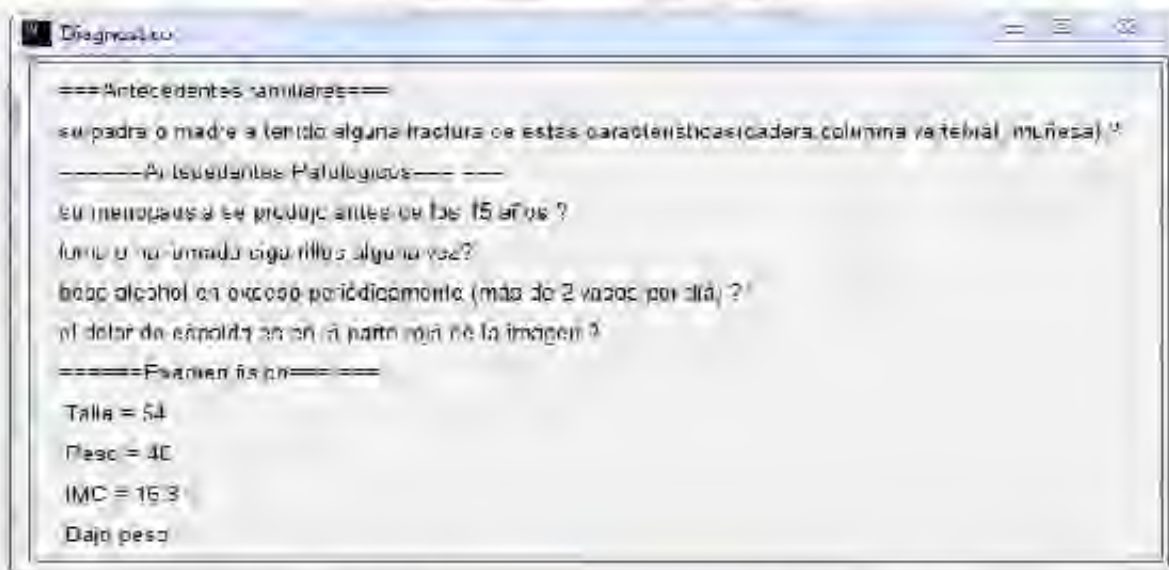
Figura 3.10 : Alimentos sugeridos por el sistema



3.2.3.5 MÓDULO DE EXPLICACIONES

Explica el porque de las acciones del sistema. A continuación el sistema explica el porque del diagnóstico (ver figura 3.11)

Figura 3.11: Explicación porque se le diagnóstico



PREVENCIÓN

Figura 3.12: Explicación de porqué tiene que prevenir



3.3 EXPERIMENTACIÓN

Diariamente podemos ver la frecuencia de pacientes en los centros de salud con toda tipo de males, uno de esos es la osteoporosis, es una enfermedad que afecta a los huesos; y como se mencionó en el capítulo I algunas mujeres desconocen de este mal, como los riesgos, tratamientos y la prevención, y además de los factores que afectan al desarrollo del hueso, lo importante que es la alimentación para la prevención de este mal. Ahora vemos cómo se comporta el sistema basado en conocimiento, como ya se citaron los problemas identificados en el capítulo I, las soluciones y resultados de los mismos.

Para probar el sistema basado en conocimiento desarrollado, se realiza las siguientes pruebas. Para realizar la simulación del funcionamiento del sistema basado en conocimiento, se utiliza datos obtenidos en la entrevista con el experto, casos en el que se observó en la entrevista, pacientes que acudieron a consulta médica.

3.3.1 CASO 1:

María es una mujer de 45 años y es administrativa que acude a la consulta de su médico de Atención Primaria, dolores espalda

Motivo de consulta:

"Me duele otra vez la espalda, el dolor es muy fuerte, lo tengo todo el día y no me deja dormir"

DATOS DE ENTRADA

Presenta:

Antecedentes familiares:

- Antecedentes de fractura de cadera en la madre.

Antecedentes patológicos:

- Necesita de los brazos para levantarse.
- Lleva una vida sedentaria, no realiza ejercicio habitualmente.
- Refiere una ingesta baja de lácteos (no le gustan) y otros productos ricos en calcio.
- Ciclos irregulares, menopausia a los 43.
- Fumadora de 20 cigarrillos/día
- Bebe alcohol 4 vasos por semana
- Otras veces había padecido lumbalgias que cedían con analgésicos y algo de reposo

Examen físico

- Talla de 1.54 cm y un peso de 40 kg (IMC: 16.8)

PRUEBA N° 1

Para realizar el diagnóstico el experto toman en cuenta los siguientes factores de riesgo como antecedentes familiares, antecedentes personales, anamnesis y una exploración física, de esta forma el sistema basado en conocimiento también toma encuentra lo anterior, a base de esto el sistema inferirá el diagnóstico, así de una forma tal cual estaría el experto presente, a continuación se realiza la experimentación ver figura 3.13

Figura 3.13: Presentación del Sistema Basado en Conocimiento



Las que se muestran a continuación son factores de riesgo que presenta el paciente 1, Estos datos son variables de entrada o hechos al sistema, que se almacena en la base de hechos.

Figura 3.14: Motivo al cual consulta el paciente

Bienvenido a su consulta médica

¿Cuál es su consulta?

¿Es dolor?

Dolor en la espalda?

¿Qué es su problema con los ojos?

¿Es el problema con los ojos?

Figura 3.15: Motivo al cual consulta el paciente el paciente tiene que elegir una opción

ERROR

ELIJA SOLO UNA OPCION

Figura 3.16: SSBCC, ¿Cuál es su nombre, edad, femenino?

Preguntas de inscripción


¿Cuál es su nombre?:

Sexo: Hombre Mujer

Edad:

Figura 3.17: Obteniendo Antecedentes Familiares Paciente 1

Preparación Antecedentes V17



Paciente
maria


A su padre o madre le diagnosticaron Osteoporosis? Sí No

Su padre o madre ha tenido alguna fractura de estas características (cadera, columna vertebral, muñeca)? Sí No

Su padre o madre tiene "joroba"? Sí No

Figura 3.18: Antecedentes Patológicos

Preparación Antecedentes V17



¿Ha padecido una fiebre en la edad 15 a 45 años después de una zaldá leve? Sí No

¿Su menopausia se produjo antes de los 45 años? Sí No

¿Ha o ha padecido en cualquier momento de su vida (1 mes o más) una o más de las siguientes enfermedades (artritis reumatoide)? Sí No

¿Le han sido retirados los dientes antes de los 45 años, como consecuencia de quistes u otras enfermedades? Sí No

¿Esmo o ha fumado cigarrillos alguna vez? Sí No

¿Es o ha estado en contacto con pesticidas (insecticidas, herbicidas, venenos, etc.)? Sí No

¿Evita usted consumir leche o productos lácteos, o es alérgico a ellos, y no toma suplementos de calcio? Sí No

¿Está usted menos de diez minutos por día al aire libre (con parte de su cuerpo expuesta al sol), y no toma suplementos de vitamina D? Sí No

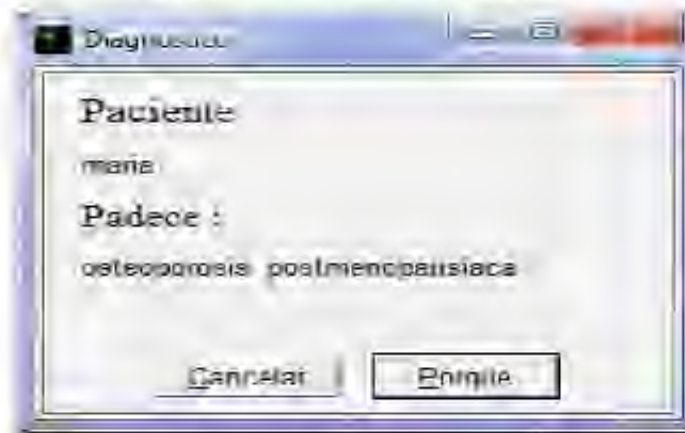
¿Camina a ritmo normal o 30 minutos por día? Sí No

¿Realiza actividades físicas o labores domésticas menos de 30 minutos por día? Sí No

¿Alguna vez le diagnosticaron artritis reumatoide? Sí No

¿Alguna vez le ha sido diagnosticada hipertensión? Sí No

Figura 3.19: SSBCC infiere el diagnóstico



El proceso de inferencia concluye que la hipótesis es verdadera, entonces se ha llegado a demostrar que el Paciente 1 tiene osteoporosis postmenopáusica. El botón **PORQUE** que se presenta ofrece una explicación por que se está determinando el resultado del diagnóstico en entorno de usuario y en prolog Ver figura 3.19, Ver figura 3.20

Figura 3.20: Explicación del SSBCC

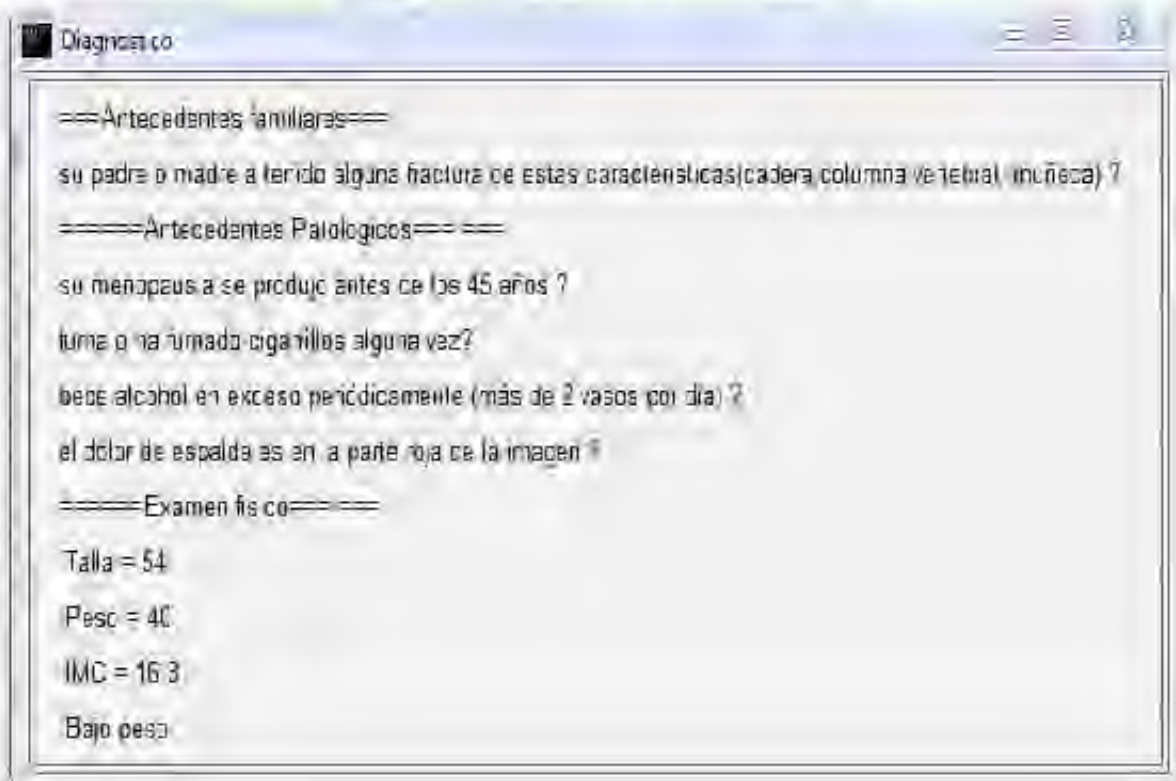


Figura 3.21: explicación de que reglas se utilizó para llegar al resultado en prolog

```

true,

?- diagnostico(Paciente,Sufre,Con_Edad),
===Antecedentes familiares===
Madre primitiva con fractura de primer gordo
===Antecedentes personales ===
Paciente con Menopausia precoz
*Porque se presento a la edad
Ingiere bajo calcio porque alergica productos
lacteos
No consume
leche Diarianete
Presenta dolor en la parte
Dizya reposaste no cese el dolor con
reposa
=== EXPLORACION FISICA ===
desnutricion de gordo T IMC =
15.868256432484938Necesita de la
silla para levantarte
===Diagnostico=====
Resultado de la densitometria
Columna-8.3DE
Resultado de la densitometria
Femur-8.0DE
mas la fractura por compresion
Paciente = maria,
Sufre = 'Osteoporosis establecida',
Con Edad = 41 .

```

Y el árbol de búsqueda se puede apreciar en la figura 3.2.

PREVENCION

3.3.2 CASO 2

Ana tiene 35 años y desde hace diez meses presenta trastornos menstruales. Acude a consulta solicitando valoración médica sobre el tipo de dieta que debería tomar en la menopausia para proteger sus huesos.

Motivo de consulta:

"Me han dicho que con la menopausia mis huesos pierden calcio y que debería tomar mucha leche y mucha soja".

DATOS DE ENTRADA

Presenta:

Antecedentes familiares:

- No refiere antecedentes de fractura.

Antecedentes patológicos:

- Mujer de 35 años.
- Talla: 1,54cm. Peso: 54,40 kg. IMC: 19
- Fumadora de 20 cigarrillos/día
- Bebe alcohol 4 vasos por semana

PRUEBA N°2: se toman en cuenta los siguientes factores de riesgo de entrada del Paciente 2:

Los hechos que se presentan son las siguientes:

Figura 3.22: Motivo al cual consulta el paciente

Medico de Atencion Primaria

BIENVENIDO A SU CONSULTA MEDICA

Cual es su Consulta que presenta?

Dolor en la espalda ? Si No

Quiere proteger sus huesos ? Si No

Sufrío una fractura por una caída leve ? Si No

Siguiente

Figura 3.23: Obteniendo Antecedentes Familiares Paciente 2

Antecedentes Familiares

Paciente

ana

Si padre o madre le diagnosticaron Diabetes?

Si padre o madre le realizó alguna fractura de estos miembros (hombro, columna vertebral, muñeca)?

Si padre o madre tiene "jarro"?

Atras | Siguiente

Figura 3.24: Antecedentes Patológicos del Paciente 2

Antecedentes Patológicos

¿Ha padecido una fractura en la edad 15 a 45 años después de una caída leve?

¿Su menopausia se produjo antes de los 40 años?

¿Su menstruación siguió normal o se enflaqueció durante 12 meses consecutivos o más (por embarazo, histerectomía)?

¿Se ha dado un golpe (caídas) antes de los 45 años, como consecuencia de caídas o de un accidente?

¿Sufre una úlcera o llagas alguna vez?

¿Bebe alcohol en exceso periódicamente (más de 2 vasos por día)?

¿Evita o está consumiendo leche o productos lácteos es blanco de ellos, y no toma suplementos de calcio?

¿Una vez o más de diez minutos por día o una hora (con o sin) de su cuerpo pegado al suelo y no toma suplementos de vitamina D?

¿Consumen más de 35 cigarrillos por día?

¿Bebe café o té o alcohol (más de 2 vasos) o 16 bebidas por día?

¿Alguna vez le diagnosticaron artritis reumatoide?

¿Alguna vez le diagnosticaron hipertensión o diabetes?

Atras | Siguiente

Para proceder con la inferencia, se debe establecer los objetivos hipótesis que se desea llegar, ver figura 8.2 árbol de búsqueda.

Figura 3.25 Inferencia del diagnóstico del paciente 2

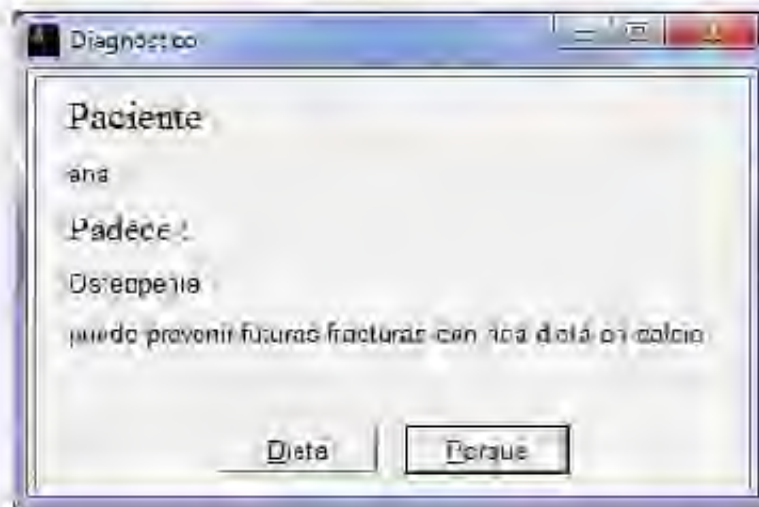
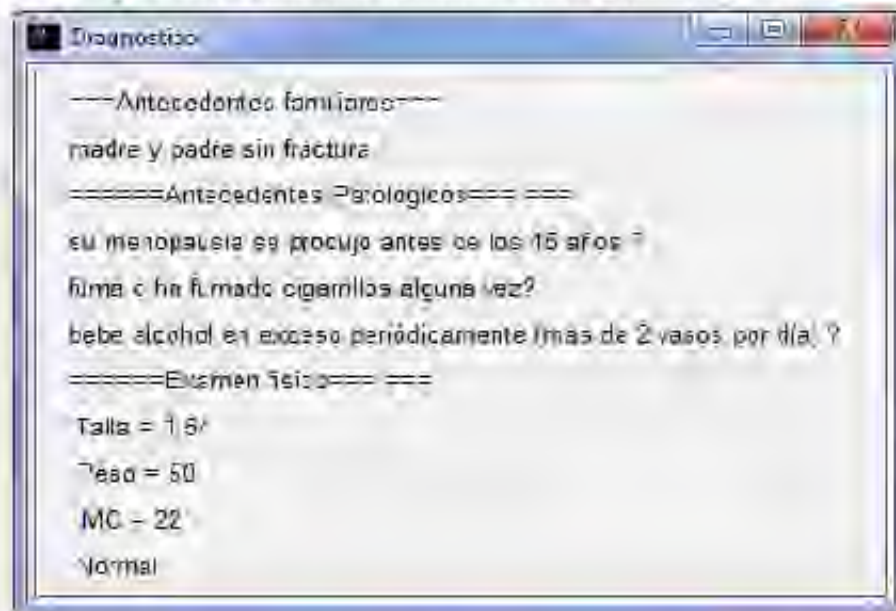


Figura 3.26: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente2



Como podemos ver en la figura 3.26 el botón dieta, es donde se cumple uno de los objetivos de sugerir la dieta al paciente 2 ya que este presenta osteopenia y además es una mujer menopáusica, y esta debe ingerir por lo menos 1000 mg/día, lo que hace el sistema sugiere una dieta adecuada como (desayuno, almuerzo completo y la merienda), el sistema basado en conocimiento sugiere la dieta de esta forma ver figura 3.27 y la figura 3.28 muestra la cantidad de calcio que tiene todo ese menú seleccionado.

Figura 3.27: Dieta sugerida como: desayuno, almuerzo, merienda a la paciente 2

Contenido de Calcio y Calorías de Comidas Elegidas

Para Hacer la osteopenia y calceopores

Se debe lograr una alimentación adecuada a lo cod...

Hogar un aporte de calcio y vitamina D3 a diario

¿Cuánto calcio necesito a diario?

pacientes mayores de 19 años necesitan por lo menos 1000-1200 mg de calcio

continuar en el siguiente la siguiente lista

Desayuno: 1 vaso leche

Entrada: 1 pan de pan blanco

Postre: 1 plato sardina

Merienda: 1 vaso leche

Cancelar Aceptar

Figura 3.28: Cantidad de calcio que contiene los alimentos seleccionados

Merm del Dia

Alimentos con mas 1000 mg de calcio

En la mañana Desayuno

1 vaso leche

Al medio día un almuerzo con una

Entrada

1 ración pan blanco

Con Sarda en el almuerzo

1 plato sardina

De postre

1 vaso jugo de naranja

En la Tarde

Merienda un

1 vaso leche

Con todo este menú tiene un valor de Calcio en mg = 1050

Figura 3.29 Diagnóstico en consola prolog de la paciente 2

```

El ?- Excepcion_riego_moderado(excepcion)R1=error.
no es el [presente fecha/24 - E - 1 legi anterior]
con el tiempo podría sufrir fracturas osteoporóticas pero esto se puede prevenir

Source: * ana :

```

Figura 3.30: Explicación en consola prolog de la paciente 2

```

?- Excepcion_riego_moderado(excepcion)R1=error.
=====Independencia familiar=====
Madre sin Fractura [1/1]
===== EXCEPCION RIESGO =====
Con peso normal [1/1]
=====Independencia personal=====
Inmovilización por 1 día
[1/1]
Falta ejercicio por día
[1/1]
Presentes una menopausia precoz y esto acelera la degradación de los huesos
Presentes una osteoporosis moderada, para prevenir el calcio necesita
ingerir 1000 mg/día
Recomiendo = ana.

```

Figura 3.31: Dieta sugerida en consola prolog al paciente 2

```

?- comida_equilibrada(Desayuno) Sopa de Cereales, Cereales, Pan, Mermelada, Miel, Leche,
Sugerido en la lista y donde sea necesario fortificado
pueda ser la siguiente para prevenir un nivel de calcio
Desayuno = leche,
Entrada = pan o arroz,
Cena = sardinas con aceite,
Postre = yogur de marisco,
Merienda = leche,
Resto del día = agua.

```

El árbol de búsqueda de la dieta sugerida se puede apreciar en la figura 3.4.

3.3.3 CASO 3 :

Amparo, de 42 años, es viuda, vive sola por deseo propio y tiene buena autonomía. Acude a la consulta porque está preocupada por su salud ósea.

Motivo de consulta: "Doctor estoy muy preocupada porque sufre una fractura hace años y; mi vecina Vicenta, que somos amigas de toda la vida y que siempre ha estado muy sana, ha estado ingresada en el hospital porque se ha roto la cadera y ahora va en silla de ruedas".

"Estoy preocupada por ella, claro, pero también por mí, no me vaya a pasar algo parecido. Le han dicho que tenía osteoporosis y ella no sabía nada. Nunca le habían hecho ninguna prueba. Yo quiero que me hagan alguna prueba para saber si la tengo, no me vaya a pasar lo mismo que a Vicenta".

Presenta:

Antecedentes familiares:

No refiere antecedentes de fractura.

Antecedentes personales:

Mujer de 42 años.

No fuma ni ha fumado nunca.

Desayuna leche a veces, su desayuno es té pan, café.

Sufrió menopausia quirúrgica a los 39 años.

Sufrió una fractura por una caída leve.

Examen físico

Talla: 1,64 m. Peso: 60 kg.

Necesita de los brazos para levantarse.

Prueba N°3: se toman en cuenta los siguientes factores de riesgo de entrada del Paciente 3.

Los hechos que se presentan son las siguientes:

Figura 3.32. Motivo al cual consulta el paciente 3

Medica - Le ASESORAMIENTO

BIENVENIDO A SU CONSULTA MEDICA

Cual es su Consulta?

por que consulta?

Dolor en la espalda? Si No

Quiere proteger sus huesos? Si No

Sufrió una fractura por una caída leve? Si No

Siguiente

Figura 3.33: Antecedentes Patológicos del Paciente 2

Ha padecido una fractura en la cadera 30 a 40 años después de una caída libre? SI NO

¿Su menopausio se produjo antes de los 45 años? SI NO

¿Sus menstruaciones alguna vez se interrumpieron durante 12 meses consecutivos o más (para mujeres no embarazadas, intermenstruales)? SI NO

¿Le han sido extirpados los ovarios antes de los 40 años como consecuencia de quistes u otras enfermedades? SI NO

¿Como usted lo tomó significó alguna castración (liberalización de proceso reproductivo femenino (médica) y/o vascular)? SI NO

¿Existe usted consciente (debe reportarse lesiones) y es difícil o difícil y no los tratamientos de cultura? SI NO

¿Pasa usted menos de tres minutos por día al aire libre (con partes del cuerpo expuestas al sol) y no toma suplementos de vitamina D? SI NO

¿Camina menor a 10 minutos por día? SI NO

¿Realiza actividades físicas o recreativas como a 30 minutos por día? SI NO

¿Alguna vez le diagnosticaron artritis reumatoide? SI NO

¿Alguna vez le diagnosticaron hipertensión o hipercolesterolemia? SI NO

Ya que para realizar el diagnóstico se necesita realizar una examen físico, en la figura 3.34 se puede apreciar de la forma que lo realiza sistema, para esto se necesita la talla y el peso con esto el sistema deduce si la paciente presente un bajo peso que es el IMC (Índice de Masa corporal)

Figura 3.34: Examen Físico de la paciente 3

PELLO Y TALLA

Talla cm.

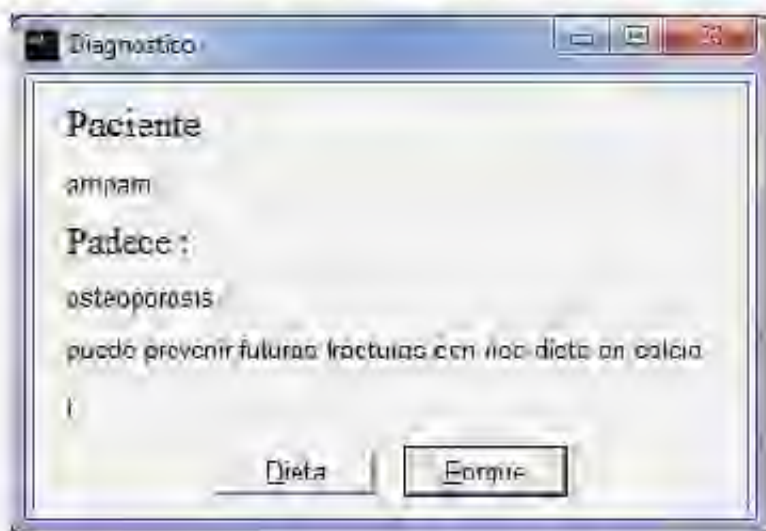
Peso kg.

¿Ha notado una distorsión de la estatura o un cierto encorvamiento de la espalda en la parte superior? SI NO

¿El resultado por un examen médico reciente muestra un nivel de calcio más en que el nivel de estroncio? SI NO

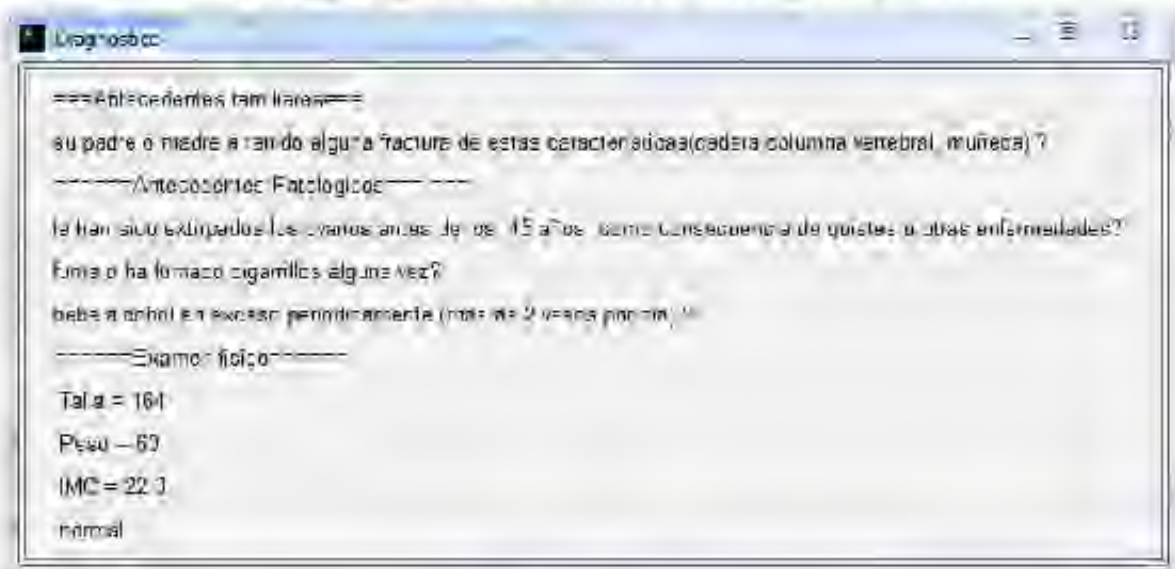
¿Necesita la ayuda de los brazos para levantarse de una silla? SI NO

Figura 3.35: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente 3



Así de esta manera, como en la figura 3.36 se puede apreciar la explicación del diagnóstico de la paciente 3

Figura 3.36: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente 3



A continuación se puede ver en la figura 3.37 el diagnóstico en consola prolog.

Figura 3.37: Explicación de la Inferencia del diagnóstico del paciente 3

```

00 3- diagnóstico (Diagnostico-Diagnostico)
0001 osteoporosis factores de riesgo elevado
00020001 = supero
00020002 = osteoporosis probable :

```


Figura 3.38: Explicación de que reglas se utilizó para llegar al resultado.

```

El ?- diagnóstico_expliaciones(Paciente,Padeces).
=====Antecedentes familiares=====
Madre sin fractura Beatriz
=====Antecedentes Personales=====
Desaparición de la menstruación_mas_12meses a la edad 58 a causa menopausia_queirótica
necesitas de apoyo para levantarte de una silla
sufrió caída leve se fracturo la muñeca
se podría tratarse de una fractura por fragilidad
tienes una baja ingesta de calcio 1scho_aveces
===== EXPLORACION FISICA =====
Con peso normal IMC = 22,000.
usted presenta factores de riesgo elevado:

Paciente = amparo
Padeces = osteoporosis_primario

```

Así de esta forma el sistema basado en conocimiento realiza el diagnóstico.

CAPITULO 4

PRUEBA DE HIPOTESIS

4.1 VALIDACIÓN DEL MODELO

Para la validación del sistema basado en conocimiento, y demostrar la hipótesis planteada en el capítulo I, se realiza por medio de la función Weibull que permite determinar el nivel de confiabilidad del sistema basado en conocimiento, para esto se han considerado casos de estudio, 10 historias clínicas de pacientes evaluados por el experto. Los diagnósticos correspondientes a los 10 pacientes se comparan con los resultados obtenidos por el sistema experto con el fin de determinar la validez (ver tabla 4.1).

Tabla 4.1 Resultado de la comparación del Sistema Experto con el experto Humano

	Diagnósticos del Experto	Diagnósticos del Sistema basado en conocimiento
Osteoporosis	5	7
Sospecha	1	3
Total	10	10

Según la función Weibull, se debe comenzar en un tiempo $t_0=0$ y observamos la falla después de cierto tiempo t . Entonces la función de probabilidad de que el sistema falle después de un tiempo t , está dada por:

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt = 1 - e^{-c\sqrt{a}t^b}$$

$$F(t) = 1 - e^{-(t/\alpha)^\beta} \quad (1)$$

Por lo tanto la probabilidad de que el sistema trabaje sin falla hasta el tiempo t es:

$R(t)$ Función de confiabilidad en un tiempo t y la describimos:

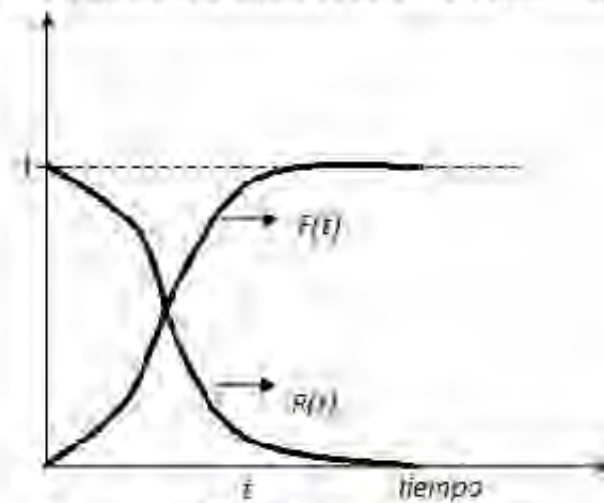
$$R(t) = P(T > t) \quad (2)$$

$$R(t) = 1 - P(T < t) \quad (3)$$

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (4)$$

La confiabilidad es igual a 1 menos la probabilidad de falla. Las funciones se muestran en la figura 4.1.

Figura 4.1: Confiabilidad (probabilidad de supervivencia) y probabilidad de falla



Fuente: [Mariani, 2007]

Sabiendo por la expresión (4) que la confiabilidad es:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

De la expresión (1) y la (4), se tiene:

$$R(t) = 1 - 1 + e^{-(t/\alpha)^\beta} \quad (5)$$

$$R(t) = e^{-(t/\alpha)^\beta} \quad (6)$$

$h(t)$ Función de tasa de falla es:

$$h(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \quad (7)$$

t : tiempo de misión o tiempo real de operación, en el periodo de tiempo considerado.

$e=2.718281$ (Base de los logaritmos neperianos)

α : Parámetro de escala, refleja el tamaño de las unidades en las cuales se mide la variable aleatoria t .

β . Parámetro de forma, es causa de la variación de forma en la función de densidad de probabilidad de falla.

Ahora teniendo en cuenta que de las 10 historias clínicas sometidas a estudio en el sistema, con un tiempo de trabajo de 6 meses, se tienen los siguientes resultados:

- El sistema basado en conocimiento, 7 coincidieron con el diagnóstico del especialista y 3 no concidieron.

Entonces se tiene los siguientes datos:

$$r = \frac{r}{36} = 0.5, \text{ tiempo de trabajo}$$

$\alpha = 3$, diagnósticos no acertados.

$\beta = 1$, esto se toma debido que el sistema no envejecerá, entonces la falla es constante en cualquier tiempo.

Por lo tanto la tasa de falla es:

$$h(t) = \frac{1}{3} \left(\frac{0.5}{3} \right)^{2-1} = 0.333$$

Continuando con la evaluación del sistema basado en conocimiento, la confiabilidad será dada por los siguientes resultados:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{3}\right)^3} \quad \Pi(t) = 2.718281^{-\left(\frac{0.5}{3}\right)^3} \quad R(t) = 0.8607$$

Lo cual indica que el sistema basado en conocimiento tiene una confiabilidad de:

$$0.8607 * 100 \% = 86.07\%$$

Ya que este resultado se encuentra en la escala de confiabilidad (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Escala de confiabilidad

Rango	Nivel
81% a 100%	Muy alta
61% a 80%	alta
41% a 60%	moderada
21% a 40%	Baja
1% a 20%	Muy baja

Fuente: [Ruiz, 2009]

Por tanto la confiabilidad del sistema basado en conocimiento es aceptable por que se estima que 86.07 % se encuentra en la escala de confiabilidad muy alta. Entonces, con los resultados obtenidos se concluye en la aceptación de la hipótesis de investigación.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

El sistema basado en conocimiento coadyuva al personal médico detectando pacientes con osteopenia y pacientes con osteoporosis; considerando el estudio al paciente de cuáles son las causas que llevan a sufrir este mal, los datos que se tomaron son antecedente familiares, antecedentes patológicos, examen físico, con esta identificación, el sistema basado en conocimiento toma como variables de entrada; Estos son los factores de riesgo que llevan a sufrir este mal.

Así el sistema basado en conocimiento realiza un diagnóstico confiable de 86,07 % y el 13,93% son los diagnósticos equivocados son a causa cuyos factores de riesgo fueron insuficientes, debido a que el especialista lleva a cabo estudios complementarios que no se contemplan dentro de las variables de entrada del sistema basado en conocimiento, habiendo realizado el correspondiente análisis del mismo, los resultado obtenido de la coincidencia con el experto humano, demostrando la hipótesis planteada como se muestra en el capítulo 4. Una vez diagnosticada, si el paciente presenta osteopenia u osteoporosis el sistema basado en conocimiento sugiere una dieta, está proponiendo un desayuno, almuerzo, merienda, donde el paciente puede seleccionar los alimentos una vez seleccionada este infiere si es suficiente de calcio que debe ingerir la paciente por día.

También se desarrolló un módulo para determinar si una persona presenta bajo peso o de grasa corporal llamado Índice de Masa Corporal (IMC) ,con este se determina si la paciente es de bajo peso o no.

Al concluir el presente trabajo también se logró alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo I, el sistema basado en conocimiento desarrollado, coadyuva en el diagnóstico y sospecha de la osteoporosis, así sugiriendo una dieta para la prevención de esta enfermedad, tomando como entradas los factores de riesgo que afecta al desarrollo de los huesos.

En este también se alcanzó los objetivos específicos planteados en el capítulo I; así como unos de los objetivos era representar el conocimiento del experto humano obtenidos mediante los métodos obtención del conocimiento como: la entrevista , la observación. Así, para representar el conocimiento, primeramente se formalizo el conocimiento obtenido mediante la lógica de proporciones y lógica de predicados.

El sistema desarrollada aparte de brindar el diagnóstico también Brinda una dieta rica en calcio, de tal manera previniendo la disminución de la masa ósea en mujeres, diseñado en la base de hechos, de datos alimenticios que contienen calcio.

El diagnóstico de la disminución de masa ósea es inferido por las reglas de producción demostrando su veracidad en los hechos físicos (peso, talla y otros), factores de riesgo que presenta un paciente en el desarrollo de los huesos.

5.2 RECOMENDACIONES

Para demostrar la fiabilidad del sistema, sólo se han considerado 10 casos de estudio, se recomienda considerar más casos, con el fin de garantizar la confiabilidad del sistema basado en conocimiento.

Considerar otras variables de entrada, adicionales a las tomadas en cuenta para el estudio, por ejemplo: considerar ultrasonido, radiología convencional de calcáneo.

Se podría ampliar la respuesta del sistema basado en conocimiento, considerando también el tratamiento de la osteoporosis, por ejemplo tratamiento farmacológico como: Bifosfonatos, Alendronato, Risedronato, así el sistema daría de cuanto de dosis y tiempo de suministro requiera el paciente.

BIBLIOGRAFÍA

- [Bermudez, 2004] Bermudez, V. J. (2004). Lógica para Ciencias de la Computación. Lógica para Ciencias de la Computación.
- [Escobar, 2007] Escobar, M. U. (2007). Sistema Experto para el Diagnóstico de Desnutrición en Niños. Universidad Mayor de San Andrés.
- [Fundación Internacional de Osteoporosis, 2007] Fundación Internacional de Osteoporosis, L. (2007). Conozca y reduzca sus factores de riesgo de osteoporosis.
- [Genovés & Ruiz, 2007] Genovés J, Giner-Ruiz V. Osteoporosis: Manejo en Atención Primaria, 2007
- [Gonzales, 2004] Gonzales, M. A., Abizanda Gonzales, C., & Trigueros Carrero, J. A. (2004). Osteoporosis. España: International Marketing & Communications, S.A.(IM&C).
- [Mariani, 2007] Ing. A.M. Mariani(2007), Confiabilidad Electrónica y Eléctrica, Tecnología Electrónica
- [Marín & Palma, 2005] Marín, C. M., & Palma, L. I. (2005). Osteoporosis. *Revista Papeña de medicina familiar*, 110-111.
- [Martínez, 2004] Martínez, R. G. (2004). *Ingeniería de Sistemas Expertos* (Vol. 1 Edición). Buenos Aires: Nueva Librería S.R.L.
- [NIH consensus., 1993] NIH consensus panel: Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993, 94:646-650.
- [Molina, 2009] Molina Laines Samuel(2009), Osteoporosis. La Paz, Bolivia. Instituto Latinoamericano de Medicina Natural
- [Moral y González, 2004] Moral, J. A., & González, M. J. (2004). Osteoporosis y Enfermedades del Metabolismo Mineral. Madrid: Jarpyo Editores, S.A.
- [La Prensa, 2011] Yanbal, S. (2011). Osteoporosis. *Yanbal*.
- [Riley, 1990] Riley, G. (1990). *Sistemas Expertos Principios y Programación*, Editores Thompson, 3ra Edición.
- [Ruiz, 2009] Ruiz Bolívar Carlos (2008). Confiabilidad Programa Interinstitucional Doctorado en Educación Basado en estudios de

Thomdike(1989)

[Sampieri,2004]

Roberto Hernández Sampieri, Carlos F. Collao, Pilar Baptista (2003) Metodología de la Investigación, Edi. Mc GrawHill, 3ra Edición,

[Velásquez, 2011]

M. Sc. Luisa Velásquez López (2011). Definición y Estructura de un Sistema Experto, Univerisidad Mayor de San Andrés.





ANEXOS

ANEXO A

CODIGO FUENTE

```

edad(maria,45).
mujer(maria).
sexo(mujer).
sexo(hombre).
esrespuesta('si').
esrespuesta('no').
%fractura osteoporotica
espregunta('dolor en la espalda ?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('quiere proteger sus huesos ?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('esta preocupada por sus huesos ?',X):-esrespuesta(X).
%espregunta('es una larva ?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('ya reposo por el dolor ?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('ingerio paracetamol para el dolor?',X):-esrespuesta(X).
%%% anamnesis
espregunta('el dolor de espalda es en la parte roja de la imagen ?',X):-esrespuesta(X).
% factores de riesgos elevado
espregunta('ha padecido una fractura en la edad 35 a 45 años despues de una caida leve?',X):-
esrespuesta(X)
espregunta('sexo femenino ?',X):-esrespuesta(X)
espregunta('su menopausia se produjo antes de los 45 años ?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('sus menstruaciones alguna ves se entimplieron durante 12 meses consecutivos
o mas (por razones de embarazo, histerectomia)?',X):-esrespuesta(X).
espregunta('le han sido extirpados los ovarios antes de los 45 años como consecuencia de
quistes u otras enfermedades?',X):-esrespuesta(X).

```


espregunta('en la edad adulta alguna vez, se fracturo(roto) un hueso despues de una caída leve?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('a su padre o madre le diagnosticaron Osteoporosis?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('su padre o madre a tenido alguna fractura de estas características(cadera,columna vertebral, muñeca) ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('pesa usted menos de 55 kg ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('ha sido tratada a lo largo de su vida con Cortico-esteroides o derivados de la Cortisona para el tratamiento de enfermedades respiratorias, reumáticas, de la piel u otras?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('su padre o madre tiene "joroba" ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('ha notado una disminución de la estatura o un cierto encorvamiento de la espalda en la parte superior ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('le resulta poco menos que imposible girarse en la cama para cambiar de posición una vez que lleva descansando unos cuantos minutos ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('necesita la ayuda de los brazos para levantarse de una silla ?' ,X):-esrespuesta(X)

% factores de riesgos moderado

espregunta('bebe alcohol en exceso periódicamente (más de 2 vasos por día) ?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('fuma o ha fumado cigarrillos alguna vez?' ,X):-esrespuesta(X)

espregunta('camina menor a 30 minutos por día?' ,X):-esrespuesta(X)

espregunta('realiza actividades físicas ó labores domesticas menor a 30 minutos por día?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('evita usted consumir leche o productos lácteos, o es alérgico a ellos, y no toma suplementos de calcio?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('pasa usted menos de diez minutos por día al aire libre (con parte de su cuerpo expuesto al sol), y no toma suplementos de vitamina D?' ,X):-esrespuesta(X).

espregunta('alguna vez le diagnosticaron artritis reumatoide?' ,X):-esrespuesta(X)

espregunta('alguna vez le diagnosticaron hipertiroidismo o hiperparatiroidismo?' ,X):-esrespuesta(X)

main3:-

new(D,dialog('SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE OSTEOPOROSIS')),

```

send(D,size,size(850,685)),

send(D,colour,colour(red)),
send(D,append,new(Menu,menu_bar)),
send(Menu,append,new(Consultar,popup(consultar))),
send(Menu,append,new(Calculador_IMC,popup(calculador_IMC))),
send(Menu,append,new(Ayuda,popup(ayuda))),
send_list(Consultar,append,
    [ menu_item(consultar,message(@prolog,pppp))
    ]),
send_list(Calculador_IMC,append,
    [ menu_item(consultar,message(@prolog,empleado11))
    ]),
send_list(Ayuda,append,
    [ menu_item(autor,message(@display,inform,'rauuss_wil9@hotmail.com'))
    ]),
mostrar('C:/Prog/fuen3.bmp',D,Menu),
send(D,open,point(10,10)).

```

```

halt,save_program('c:/ejecutable.exe',[stand_alone(true),goal(main)]).

```

```

grado(16,18.5,'Desnutricion')

```

```

grado(18.6,24.9,'Normal')

```

```

grado(25,40,'Obesidad')

```

```

empleado11:-

```

```

new(Dialog,dialog('Calculador de IMC')),

```

```

mostrar22('C:/Prog/pe.jpg',Dialog,20,350),.

```



```

new(L,label('    Índice de Masa Corporal (IMC)',font('times','roman',16))),
send(Dialog,append,L) ,
send(Dialog,append(label(n,"))),
send(Dialog,append(label(n,' Es por el cual se puede determinar, qué si la '))),
send(Dialog,append(label(n,' persona tiene un peso saludable ; esto se determina'))),
send(Dialog,append(label(n,' a partir de la estatura y el peso. de una persona. ')))
send_list(Dialog,append,
[new(N1, text_item(nombre)),
new(N2, text_item(apellido)),
new(AA, int_item(talla_cm, low:=10,high:=200)),
new(A, int_item(peso_kg, low:=1,high:=100)),
button(cancelar,message(Dialog,destroy)),
button(calcular,and(message(@prolog,
employee,
N1?selection,
N2?selection,
AA?selection,
A?selection),
message(Dialog,destroy)))
]),
send(Dialog,default_button,calcular),
send(Dialog,open_point(50,50)).
employee(FirstName,FamilyName,Age,AA) :-new(D,dialog('Calculadora del Índice de Masa
Corporal')),
mostrar22('C:/Prog/talia.jpg',D,20,350).

```

```

new(L,label(l,' Índice de masa corporal' font('times','roman',16))),
send(D,append,L),

send(D,append(label(n,' Nombre : '))),
send(D,append(label(n,FirstName))),
send(D,append(label(n,'Apellido : '))),
send(D,append(label(n,FamilyName))),
send(D,append(label(n,'Estatura cm : '))),
send(D,append(label(n,Age))),
send(D,append(label(n,'Peso Kg : '))),
send(D,append(label(n,AA))),
grado(E16,E185,G),
A is (Age*Age)/10000,
Y is AA/A,
E16<Y,
Y<E185,
send(D,append(label(n,'IMC ='))),
send(D,append(label(n,Y))),
send(D,append(label(n,'Es de grado :'))),
send(D,append(label(n,G))),

send(D,open,point(50,50))

```

```

propensos_sufrirfracturas(Maria,E45,mujer):-edad(Maria,E45),
mujer(Maria).

```

nombre-

```
new(Dialog,dialog('Preguntas a Responder ???')).
```



```

mostrar22('C:/Prog/per1.jpg',Dialog,20,350).
send_list(Dialog, append,
[new(N1, text_item('cual es su nombre?')),
new(S, new(S, menu(sexo))),
new(A, int_item(edad, low:=35, high:=45)),
button(cancelar, message(Dialog, destroy)),
button(siguiete, and(message(@prelog,
employee2,
N1?selection,
S?selection,
A?selection),
message(Dialog, destroy)))
]),
send_list(S, append,[hombre,mujer]),
send(Dialog, default_button, siguiete),
send(Dialog, open, point(50,50)).
employee2(N1, S, A) :- edad(N1 A),
mujer(N1), sexo(S),
frAF(N1).
mostrar(V,D,M):- new(I, image(V)),
new(B, bitmap(I)),
new(F2, figure),
send(F2, display, B),
new(D1, device),
send(D1, display, F2),
send(D, display, D1),

```

```

send(D1,below(M)),
pppp=new(D,dialog('Medico de Atencion Primaria')),
send(D,size,size(500,500)),nl,nl,

mostrar22('C:/Prog/do.jpg',D,20,350),nl,nl,nl,nl,nl,nl,
new(L1,label(text(' '))),
send(D,append(L1)),
new(L,label('==== BIENBENIDO A SU CONSULTA MEDICA
====',font('times','roman',16))),
send(D,append(L),
nl,nl,nl,
new(L2,label(text('Cual es su Consulta '))),
send(D,append(L2)),
nl,nl,nl,
new(L6,label(text('=== que presenta? ==='))),
send(D,append(L6)),
nl,nl,nl,
new(Pre1,menu('dolor en la espalda ')),
send_list(Pre1,append,[si , no]),
new(Pre2,menu('quiere proteger sus huesos ')),
send_list(Pre2,append,[si,no]),
new(Pre3,menu('esta preocupada por sus huesos ')),
send_list(Pre3,append,[si,no]),
send(D,append(Pre1)),
send(D,append(Pre2)),
send(D,append(Pre3)),
new(B,button(siguiete,and(message(@prolog,principalC,Pre1?selection,Pre2?selection,Pre3?s
election),message(D,destroy))))),

```



```
send(D,append,B),
send(D,default_button,siguiente),
send(D,open,point(100,100)),
principalC(P1,P2,P3):-
espregunta('dolor en la espalda ?',P1),P1='si',
espregunta('quiere proteger sus huesos ?',P2),P2='no',
espregunta('esta preocupada por sus huesos ?',P3),P3='no',
phoD.
principalC(_,_):-new(D,dialog('ERROR')),
new(L,Jabel(1,'ELIJA SOLO UNA OPCION',font('times','roman',16))),
send(D,append,L),
send(D,open,point(350,350))
```

ANEXO B

GLSARIO DE TÉRMINOS

Sistema basado en conocimiento: También conocido como Sistema experto donde su función es aportar soluciones inteligentes a determinados problemas como de humanos se tratase.

Base de conocimientos: Elemento que almacena el conocimiento abstracto en forma de reglas y lo pone a disposición del motor de inferencia para su posterior tratamiento.

Base de hechos: Almacena el conocimiento del experto en forma de axiomas, listos para ser disparados cuando el motor de inferencia los requiera.

Motor de inferencia: Función principal aplicar el conocimiento abstracto al conocimiento concreto para sacar conclusiones.

Osteoporosis

Enfermedad esquelética caracterizada por una resistencia ósea disminuida que predispone al individuo a un mayor riesgo de fracturas.

Diagnóstico

Perteneciente o relativo a la diagnosis.

Arte de destituir una enfermedad de otra.

Estrógeno

La pérdida de hormonas femeninas en la menopausia.

Trastorno

Alteración o perturbación de una función física o psíquica.

Enfermedad

Alteración más o menos grave de la salud del cuerpo.



DOCUMENTOS