

**Universidad Don Bosco
Facultad de Ingeniería
Escuela de Computación**



Tema de Tesis :

“ Diseño y Desarrollo de un Prototipo de Sistema Experto para el apoyo en el Diagnóstico de Enfermedades Dermatológicas en la Especialidad de Micosis Múltiples.”

Alumnos:

Cristian Donai Castaneda Martínez	cm920157
Evelyn Patricia Mejia Quintanilla.	mq950286

Asesor:

Ing. Carlos Guillermo Quiñónez

Jurados:

Ing. Sergio Martín
Ing. Gilberto Lara Sosa

San Salvador, 26 de Febrero del 2003.
INDICE

INTRODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES DEL TEMA O PROBLEMA	8
IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN	10
Importancia del Tema	10
Justificación del Tema	11
PROYECCIÓN SOCIAL	12
DEFINICIÓN DEL TEMA	14
Definición del Tema	14
OBJETIVO GENERAL	15
Objetivos Específicos	15
ENFOQUE CON QUE SE ABORDARÁ EL TEMA	16
ALCANCES Y LIMITACIONES	17
Alcances	17
Limitaciones	18

CAPITULO I: MARCO TEORICO CONCEPTUAL

1.1	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	20
1.1.1	Concepto De Inteligencia Artificial	22
1.1.2	Historia De La Inteligencia Artificial	23
1.1.3	Campos De La Inteligencia Artificial	25
1.1.3.1	Los sistemas expertos	25
1.1.3.2	Redes neuronales	26
1.1.3.3	Robótica	26
1.1.3.4	El lenguaje natural	28
1.1.3.5	Áreas de aplicación de las disciplinas de la inteligencia artificial	29
1.2	SISTEMAS EXPERTO	31

1.2.1	Concepto De Los Sistemas Expertos	33
1.2.2	Filosofía De Los Sistemas Expertos	35
1.2.3	Historia De Los Sistemas Expertos	37
1.2.4	Usos De Los Sistemas Expertos	41
1.2.5	Estructura De Los Sistemas Expertos	44
1.2.5.1	Base de conocimiento	45
1.2.5.1.1	características de la base del conocimiento	45
1.2.5.1.2	representación del conocimiento	46
1.2.5.1.3	reglas de producción	47
1.2.5.1.4	redes semánticas	49
1.2.5.1.5	marcos o frames	50
1.2.5.2	Motor de inferencia	51
1.2.5.2.1	características del motor de inferencia ...	51
1.2.5.2.2	mecanismos de búsqueda	53
1.2.5.3	Base de hechos	56
1.2.5.4	Modulo de explicación	56
1.2.5.5	Modulo de interfaz del usuario	57
1.2.5.6	Modulo de adquisición del conocimiento	58
1.2.6	Características De Los Lenguajes De Programación Para Sistemas Expertos	59
1.2.6.1	Lenguaje Prolog	60
1.2.6.2	Lenguaje LISP	63
1.2.6.3	C y C++	64
1.2.7	Los Sistemas Expertos En La Medicina	66
1.2.7.1	Dermatología experta	67

CAPITULO II: METODOLOGIA Y SITUACION ACTUAL

2.1	METODOLOGIA GENERAL	69
2.1.1	Definición del Problema	70
2.1.2	Análisis del Problema	70

2.1.3	Elección del Experto	71
2.1.4	Preselección del Soporte	71
2.1.4.1	Investigación del shell adecuado	72
A.	Descripción de Visual Prolog	72
2.1.5	Obtención del Conocimiento	74
2.1.5.1	Adquisición del conocimiento	76
2.1.5.1.1	fuentes de adquisición del conocimiento	76
A.	Bibliografía Especializada	77
1.	Casos prácticos	77
2.	Recursos Visuales	78
B.	El Experto	78
1.	Recolección de información del experto	79
2.	Herramientas para obtener el conocimiento experto	79
2.1.5.1.2	ingeniería del conocimiento	81
2.1.6	Esquematación del Prototipo	82
2.1.7	Validación del prototipo	82
2.1.8	Construcción del Sistema Final	83
2.2	ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS	84
2.3	RESULTADO DE LA INVESTIGACION DE CAMPO (Situación Actual)	87
2.3.1	Introducción	87
2.3.2	Descripción de Cómo se Realizo el Estudio	87
2.3.3	Situación de las Universidades en el País	88
2.3.4	Conocimiento por Parte de los Ingenieros Graduados	89

CAPITULO III: DESARROLLO Y DISEÑO

3.1	INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO Y DISEÑO.....	92
3.2	DOMINIO QUE MANEJA EL SISTEMA.....	93
3.3	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	95
3.4	DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS CONCEPTUAL.....	95
3.5	DISEÑO DE LA BASE DE CONOCIMIENTO.....	97
	3.5.1 Descripción.....	97
	3.5.2 Estructura del Árbol de decisiones de Mediderm.....	100
3.6	DESCRIPCIÓN DEL MOTOR DE INFERENCIA.....	114

CAPITULO IV: MANUALES

4.1	MANUAL DEL USUARIO.....	116
4.2	MANUAL DEL PROGRAMADOR.....	133
4.3	MANUAL TÉCNICO.....	142
	CONCLUSIONES.....	148
	RECOMENDACIONES.....	149

ANEXOS

	Anexo I - DERMATOLOGIA EXPERTA	151
	Anexo II - MICOSIS MULTIPLES	160
	Anexo III - DICCIONARIO DERMATOLÓGICO	179
	Anexo IV - ENCUESTA A LOS INGENIEROS	183
	Anexo V - ANALISIS DE RESULTADO	185
	BIBLIOGRAFÍA.....	186

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolla con la idea de proponer y crear un instrumento informático basado en una completa investigación sobre los principios y conceptos básicos que se encierran dentro de una ciencia conocida como Inteligencia Artificial, la cual posee una gama amplia de disciplinas que logran cubrir los diversos campos donde se desenvuelve el hombre con el fin de colaborar y facilitar las actividades que desempeñan.

Para brindar una mejor comprensión de lo explicado anteriormente se profundiza en una de las ramas más conocidas y utilizadas a escala mundial y que en nuestro país debería tomar mayor auge en todo campo sea éste profesional, educacional, etc., debido a que con el paso del tiempo se han construido reglas y orientaciones para su mejor comprensión. Se habla de los sistemas expertos; que son considerados como la herramienta que más se asemeja al comportamiento de un ser humano; debido a su amplia capacidad informática que simula el comportamiento de un experto humano en el sentido de ser capaz de decidir cuestiones complejas, sí bien en un campo restringido.

La principal característica del experto humano viene a ser el conocimiento o habilidades profundas en ese campo concreto, por consiguiente, un Sistema Experto debe ser capaz de representar ese conocimiento profundo con el objetivo de utilizarlo para resolver problemas, justificar su comportamiento e incorporar nuevos conocimientos. Por ello, el presente documento tiene como finalidad ofrecer soluciones y toma de decisiones a los problemas complejos que para muchos casos son considerados como problemas multidisciplinarios, en los cuales se ve envuelto más de un área médica.

Se implementan las experiencias de un experto en la especialidad de dermatología orientada a la subespecialidad de la micosis múltiples conocidos comúnmente como hongos o infecciones en la piel. El prototipo está compuesto con

elementos que conforman un sistema experto; diseñando en esta etapa una base de conocimiento apegada a la experiencia del experto y un motor de inferencia que simula la heurística que el dermatólogo utiliza para diagnosticar los diversos casos de micosis.

ANTECEDENTES DEL TEMA O PROBLEMA

Desde que la Inteligencia Artificial nació y fue considerada como ciencia, a principios de los 60, hasta la actualidad, se han venido realizando numerosos trabajos, especialmente en los Estados Unidos y Europa, para el desarrollo de los diversos campos que componen la Inteligencia Artificial. Dentro de la amplia gama, se dice que uno de los campos que posee mayor número de aplicaciones prácticas es el Sistema Experto, siendo dichas aplicaciones de utilidad en temas tan variados que pueden ir desde la medicina hasta la enseñanza. En las empresas, los Sistemas Expertos empiezan a tener cada vez mayor auge, hasta el punto de ir suponiendo un punto de referencia importante en la toma de decisiones.

Los sistemas expertos forman parte de un firme y verdadero avance en la inteligencia artificial. Estos pueden incorporar miles de reglas. Para una persona sería una experiencia casi traumática el realizar una búsqueda de reglas posibles al completado de un problema y concordar éstas con las posibles consecuencias, mientras que se sigue en un papel los trazos de un árbol de búsqueda. Los sistemas expertos realizan amablemente esta tarea; mientras que la persona responde a las preguntas formuladas por el sistema experto, éste busca recorriendo las ramas más interesantes del árbol, hasta dar con la mejor respuesta al problema, o en su falta, la más parecida a esta. Los sistemas expertos tienen la ventaja, frente a otros tipos de programas de Inteligencia Artificial, de proporcionar gran flexibilidad a la hora de incorporar nuevos conocimientos, es decir, de aprender. Para ello sólo se tiene que introducir la nueva regla que desee hacer constar y ya está, sin necesidad de cambiar el funcionamiento propio del programa. Los sistemas expertos son auto explicativos, al contrario que los programas convencionales, en los que el conocimiento como tal está encriptado junto al propio programa en forma de lenguaje de ordenador. Los expertos de IA dicen que los sistemas expertos tienen un conocimiento declarativo, mientras que en los demás programas es procedural.

Los sistemas de **pronóstico** deducen consecuencias posibles a partir de una situación. Su objetivo es determinar el curso del futuro con referencia de información sobre pasado y presente. Este tipo de sistema abarca diversos problemas, tales como predicciones meteorológicas, predicciones demográficas, o incluso previsiones de la evolución bursátil entre otros.

Existen también sistemas de **planificación**, que establecen una secuencia de acciones a realizar orientadas a la consecución de una serie de objetivos. Otro tipo de Sistemas Expertos son los orientados a la **reparación**, sin embargo, no se puede decir que sea un tipo realmente nuevo, ya que este enfoque abarca diagnóstico y planificación. Un sistema de **instrucción** (Sistema Experto para formación) realiza un seguimiento del proceso de aprendizaje de un estudiante. El sistema detecta errores de los estudiantes e identifica el remedio adecuado, es decir, desarrolla un plan de enseñanza para facilitar el proceso de aprendizaje y la corrección de errores.

Finalmente están los sistemas expertos en el área médica orientada al diagnóstico. Los sistemas de **diagnosis** siguen un proceso de búsqueda de las razones del funcionamiento incorrecto de un sistema a partir de la información disponible. Aquí se podrían tener en cuenta tanto aplicaciones de diagnóstico médico como de averías. Dentro de algunas aplicaciones de diagnóstico médico se encuentran (FLUIDEX, EACH, TROPICAID, SPHINX) entre otras, pero quizá la más conocida y la precursora en el área de medicina es el MYCIN.

En área específica de la dermatología no existen implementaciones que se encuentren en producción sino que solo se han quedado en el ámbito de investigaciones; siendo en otras especialidades médicas en las cuales han logrado desarrollar como en el análisis sanguíneo.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Importancia del Tema

Los Sistemas Expertos utilizan las herramientas teóricas y experimentales de la Inteligencia Artificial para estudiar el fenómeno del comportamiento inteligente y la formalización y estructuración del conocimiento. Por ello se considera de gran importancia la realización de dicho prototipo debido a que ofrece una herramienta diagnóstica a la medicina y didáctica para el área de computación. De esta forma su posterior desarrollo se vuelve una herramienta educacional al momento que el estudiante de medicina desee consultar o verificar un diagnóstico determinado mediante el intercambio de información de parte del usuario y el ordenador. Por otra parte en el campo médico especialista proporciona un instrumento importante para realizar diagnósticos, monitorear cambios en alguna patología en un tiempo rápido. Esta aplicación especializada, se apega a la logística utilizada por el dermatólogo al momento de examinar a su paciente creando así una estandarización en la forma de como se debe obtener, procesar, presentar y almacenar la información, con el fin de asegurar la confiabilidad de interpretación de datos durante el procedimiento de la consulta.

A su vez, aporta una investigación orientada hacia el desarrollo práctico, objetivo y observativo mucho más detallado sobre la estructuración de los sistemas expertos; de forma que llegue a ser un instrumento explicativo de cómo el sistema llega a pensar como los seres humanos indagando en una tarea en particular para lograr obtener máquinas con razonamiento artificial, sistemas que actúen como personas con capacidades de realizar funciones que efectuadas por los expertos humanos requieren de inteligencia; pero sobre todo ofrecer soluciones alternativas y poder de decisión. Además, basándose en las técnicas de IA puede el prototipo apoyar al desarrollo de herramientas software y ambientes de desarrollo que apoyen al diseño, adaptación, construcción, evaluación y mantenimiento de sistemas a bajo costo para futuros profesionales.

Justificación del Tema

- Proporciona una forma de controlar gran cantidad de datos. El sistema recopila los datos, los analiza y asimila. Convierte grandes volúmenes de datos en información útil por medio de procedimientos de representación del conocimiento.
- Al requerir del análisis en un corto espacio de tiempo, el experto humano a veces se encuentra saturado de trabajo y se ve obligado a no abarcar toda la información necesaria; sin embargo, el Sistema Experto, debido a su mayor velocidad de proceso, puede analizar toda la información en un tiempo muy corto ofreciendo así resultados casi de inmediato ahorrando al profesional tiempo y estrés pero sobre todo facilitar la mejor toma de decisión para un tratamiento “x”.
- El sistema permite mayor productividad al resolver y decidir los mejores tratamientos a diversas problemáticas.
- El desarrollo de modelos computacionales de colaboración puede permitir la coordinación de múltiples módulos de software que proporcionen nuevos servicios. Así mismo pueden proveer las bases para la construcción de interfaces hombre-máquina que colaboren con la gente en la solución de problemas y la realización de tareas.

PROYECCIÓN SOCIAL

El desarrollo del Sistema Experto realizado con las técnicas de Inteligencia Artificial, permite identificar las áreas donde se pueden obtener nuevos resultados, mayor eficacia y eficiencia, productividad, así como también mejor calidad en el tratamiento a pacientes, mediante la aplicación del mismo estableciendo la pauta para que se realicen en un futuro una serie de productos software en el ámbito hospitalario cubriendo mejor todas las necesidades de los usuarios; así como también que sirva como base para la creación de sistemas en otras ramas como por ejemplo la ya antes mencionada gestión empresarial.

Dicho Sistema proporciona consultas al médico, por medio de las cuales el especialista puede obtener una respuesta inmediata, reduciendo el tiempo de espera para la toma de decisiones. Una vez conocida esta información, el Sistema Experto plantea un conjunto de hipótesis como resultado a una serie de preguntas y evaluaciones que hubo realizado previamente para revisar y buscar en su base de conocimientos obteniendo finalmente el diagnóstico más certero; reduciendo de esta forma el porcentaje de error.

En el futuro los sistemas expertos podrían brindar un mejoramiento gradual en el desarrollo clínico, y relación médico paciente ayudando a obtener una mejor visualización de las diversas patologías que se pueden presentar; y por lo tanto una mejor interpretación de la información. Además el sistema permitirá preservar el conocimiento de los expertos y ampliar de forma más rápida los conocimientos de los mismos.

Por otra parte, la realización de este trabajo se convierte en una fuente enriquecedora para futuros profesionales, brindando un soporte académico tanto a la Universidad Don Bosco en el desarrollo de nuevas tecnologías orientadas a las

aplicaciones basadas en conocimientos; así como a otras universidades que ofrecen carreras en el área médica el cual puede ser utilizado como instrumento que facilite la enseñanza y el aprendizaje.

DEFINICIÓN DEL TEMA

Definición del Tema

La Inteligencia Artificial comienza a tomar relevancia con mayor fuerza en esta nueva era tecnológica de comienzos de siglo, la cual se hace muy interesante mostrando el camino que deberían tomar las tecnologías aplicadas a la ciencia. En nuestro país es importante y necesario comenzar a dirigirse hacia nuevos campos o tecnologías, y a la vez en las formas de diseño que no hayan sido explotados en su completa magnitud.

Aunque existen diversas áreas de la I.A. los Sistemas Expertos nos ofrecen una gran oportunidad para comenzar a trazar y desarrollar estos objetivos e impulsar a los estudiantes y futuros profesionales a interesarse por este tema.

La propuesta desarrollada en este trabajo trata sobre la aplicación de la Inteligencia Artificial desarrollando un prototipo en el subcampo de los Sistemas Expertos, con aplicación en el área medica y educativa de la dermatología dirigida al conocimiento en las enfermedades de la piel o micosis múltiples.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una investigación técnica y práctica elaborando un prototipo basado en el campo de la Inteligencia Artificial proporcionando los fundamentos necesarios sobre la representación del conocimiento a través de los Sistemas Expertos para analizar, diseñar y aplicar en el área médica de dermatología.

Objetivos Específicos

- Ofrecer una introducción a las técnicas básicas en la representación del conocimiento.
- Desarrollar un prototipo basado en los conocimientos y la experiencia del médico especialista en dermatología.
- Automatizar la labor del experto humano, representando su razonamiento en los diagnósticos, con capacidad de emular la logística y los procesos que esto conlleva.
- Proponer el marco teórico general para que este sea utilizado como texto de consulta en temas relacionados con Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.

ENFOQUE CON QUE SE ABORDARÁ EL TEMA

La realización y desarrollo del prototipo conlleva a un enfoque técnico en aplicaciones de tipo diagnóstico, dentro del cual es capaz de mantener una comunicación con el usuario al observar el ambiente del problema, analizar, emular pensamientos, formular preguntas, realizar búsquedas, seleccionar, depurar toda información entrante como saliente. Finalmente el sistema brinda luego de una serie de hipótesis, el diagnóstico indicado de acuerdo a la fuente de información encontrada en su base de conocimiento.

Se da un segundo enfoque, el cual es considerado de carácter social debido a su interés en el enriquecimiento del conocimiento para ambas partes (usuario-máquina) que permite que el sistema posea la capacidad para analizar un lote de información y poder así tomar decisiones en un tiempo breve con mayor precisión; volviéndose de esta forma en un asistente médico que ayuda a su vez a reducir el porcentaje de error en todo el proceso clínico. Siguiendo con este enfoque también brinda una orientación para mejorar la enseñanza y aprendizaje de futuros médicos especialistas en dermatología creando así, una relación más estrecha entre médico paciente.

Además, el desarrollo de este tipo de sistemas expertos permite ofrecer diversas soluciones volviéndose un consultor neutro ante un grupo interdisciplinario de expertos en las áreas en cuestión, el cual analiza una serie de opiniones, dudas y desacuerdos por los distintos puntos de vista para facilitar la mejor decisión.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Existen distintos aspectos que se toman en cuenta para visualizar el alcance que tiene el desarrollo de este trabajo de graduación y sus limitantes tanto logísticas como técnicas principalmente, las cuales se detallan a continuación.

Alcances

- Investigación de las técnicas de representación del conocimiento y métodos de inferencia ocupadas dentro de los Sistemas Expertos.
- Desarrollo de un prototipo que da soporte a diagnósticos en el área médica de la Dermatología específicamente en Micosis Múltiples, basándose en la forma heurística y procedimental en que el experto infiere para lograr obtener los diferentes cuadros clínicos que se presentan, relacionados con la especialidad en estudio
- Determinación del marco teórico y aplicación de la(s) herramienta(s) de desarrollo más adecuada para esquematizar y construir el prototipo.

Limitaciones

- Para efectos de investigación, el Sistema Experto se limita a una rama de diagnóstico específico del área de la dermatología dentro de la sub-área de las micosis; las cuales comprenden micosis superficiales, subcutáneas y profundas o sistemáticas.
- En el desarrollo de la investigación se encontró deficiencias y escasez en la recolección de la información, por ser un tema poco estudiado, y con pocas referencias prácticas en el desarrollo de sistemas expertos en el país. Esto dificulta en primera instancia el determinar el camino más sencillo y correcto para desarrollar un Sistema Experto de la forma más efectiva.
- El grado de solución de los diagnósticos dermatológicos que el prototipo proporcione en cuanto a rapidez y alcance, está relacionado por el conocimiento que el experto del dominio en cuestión aporte y estime conveniente.
- Poco conocimiento y disponibilidad en la parte de software de desarrollo especializado para la construcción de Sistemas Expertos.

Capítulo I

**MARCO TEORICO
CONCEPTUAL**

1.1 INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial o Artificial Intelligence por sus siglas en ingles (A.I.), comenzó como el resultado de la investigación en psicología cognitiva y lógica matemática que llevaba como finalidad la búsqueda del mejoramiento de métodos de enseñanza.

Con el paso del tiempo se ha ido considerando como el estudio de las facultades mentales a través del uso de modelos computacionales que tiene como tarea fundamental el saber expresar a través de un lenguaje conveniente el conocimiento de la realidad de tal manera que pueda ser manipulada por una máquina inteligente y producir nuevos conocimientos de la realidad.

Hoy en día la Inteligencia Artificial es una nueva generación de tecnología informática, caracterizada no sólo por su arquitectura, sino también por sus capacidades para desarrollar aplicaciones que involucren el manejo concebido de la inteligencia humana. La nueva generación de tecnología informática incluye además la manipulación simbólica, con el objetivo de emular el comportamiento y reacciones que presenta el ser humano frente a cada situación en la vida; y, la computación en paralelo, para tratar de conseguir resultados prácticamente en tiempo real.

La capacidad predominante de dicha generación, también conocida como la Quinta Generación, es la habilidad de emular y tal vez en algunos casos superar ciertas funciones propias e intangibles del ser humano.

A través del tiempo se han realizado estudios que permiten conocer un poco más de esta nueva ciencia; para ello se ha tomado en consideración los conocimientos generales que abarquen todos los campos, equivalentes a la cultura adquirida por un humano.

Lo anterior lleva a la parte visual que compone a la inteligencia artificial donde se aprecia la percepción del entorno considerado como un sentido importante del ser humano para conocer e interpretar su medio.

Todo ser humano está en la constante búsqueda de soluciones como parte de su vida diaria tomando así decisiones que lo llevan a una solución óptima. De la misma manera la inteligencia artificial a través de sus técnicas y disciplinas intenta ser flexible cuando de sistemas de decisiones se trata, apoyándose así, en representaciones del conocimiento que de una u otra forma se implican en la circunstancia del análisis de solución del problema.

Como se ha dicho la inteligencia artificial parte del hecho de la comprensión firme del comportamiento complejo del ser humano para llevar a cabo una serie de experimentos, y elaboración de sistemas que reflejen dicho comportamiento. Para ello se encuentran los programas de ordenadores más comunes que hacen sólo las cosas para las que están programados. Algunos programas de Inteligencia Artificial son más flexibles; cuando algo sale mal pueden retroceder hasta algunas de las decisiones previas e intentar algo más. Pero incluso eso es un área de razonamiento demasiado nueva para la inteligencia Artificial.

Finalmente, la Inteligencia Artificial es y seguirá siendo una parte fundamental de la informática, aunque siempre oscura, misteriosa e ignorada por muchos, tratada como la ciencia sin sentido por otros, esta ciencia seguirá evolucionando como lo han hecho todas.

1.1.1 Concepto De Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial se define como la ciencia que trata la comprensión de la inteligencia y del diseño de máquinas inteligentes, como resultado de implementar en un objeto inanimado las facultades humanas que configuran la inteligencia, es decir, el estudio y la simulación de las actividades intelectuales del hombre como manipulación, razonamiento, percepción, aprendizaje y creación.

La Inteligencia Artificial trabaja sobre una base de conocimientos sobre los cuales pueden hacerse inferencias¹ que permiten resolver varios problemas diferentes. Para el desarrollo de la inteligencia artificial bajo este concepto se puede tomar en cuenta ciertos aspectos que caracterizan la base de conocimiento como son el volumen de información que maneje, la dificultad de la exactitud, el cambio constante, el crecimiento del conocimiento entre otros.

Lo anterior lleva a pensar que la inteligencia artificial sostiene que existen sentimientos y emociones humanas que son producto de un algoritmo que se ejecuta en nuestro cerebro, el cual es tan complejo que no hemos logrado llegar a entenderlo; y crea de cierta forma una barrera para el desarrollo de aplicaciones con esta disciplina, pero que, si algún día se pudiera construir computadoras suficientemente poderosas como para ejecutar este algoritmo, se diría que se ha alcanzado la expresión máxima en dicha área.

¹ INFERENCIAS: Unidad lógica con la que se extraen conclusiones de la base de conocimientos para la solución de problemas.

1.1.2 Historia De La Inteligencia Artificial

- 1950.** El nacimiento real de la Inteligencia Artificial se produjo en este año, cuando Norbet Wiener desarrolló el principio de la retroalimentación. Esta técnica consiste, por ejemplo, en la tecnología del termostato, comparar la temperatura actual del entorno con la deseada y, según los resultados aumentarla o disminuirla.
- 1955.** Newell y Simon desarrollan la Teoría de la lógica. Este trabajo permitió desarrollar un programa que exploraba la solución a un problema utilizando ramas y nodos, seleccionando únicamente las ramas que más parecían acercarse a la solución correcta del problema.
- 1956.** En una conferencia en Vermont, John McCarthy propone el término “Inteligencia Artificial” para denominar el estudio del tema. Después se prepara el terreno para el futuro en la investigación de la IA.
- 1957.** Aparece la primera versión de “The General Problem Solver” (GPS), un programa capaz de solucionar problemas de sentido común. El GPS utilizaba la teoría de la retroalimentación de Wiener.
- 1958.** McCarthy anuncia su nuevo desarrollo; el lenguaje LISP (LISt Procesing), el lenguaje de elección para todos aquellos desarrolladores inmersos en el estudio de la Inteligencia Artificial.
- 1970.** Se produce el advenimiento de los Sistemas Expertos. Los Sistemas Expertos se han utilizado para ayudar a los médicos a diagnosticar enfermedades e informar a los mineros a encontrar vetas de mineral. En el mismo año, Davir Marr propone nuevas teorías sobre la capacidad de reconocimiento visual de las diferentes máquinas.

1972. Aparece el lenguaje PROLOGUE basado en las teorías de Minsky.

1980. Las ventas de hardware y software relacionados con la Inteligencia Artificial se contabilizan por 425 millones de dólares sólo en 1986. Compañías como DuPont, General Motors, y Boeing utilizan sistemas expertos a principios de la década de los 80 convirtiéndose en un standard a finales de la misma.

En los **90.** La Inteligencia Artificial se utilizó de forma efectiva en la Guerra del Golfo sobre sistemas de misiles, en visores para los soldados y otros avances tecnológicos.

1.1.3 Campos De La Inteligencia Artificial

La ciencia de la inteligencia artificial se extiende en varias ramas que la vuelven robusta en investigación y desarrollo de diversas aplicaciones; siempre orientadas al comportamiento humano. Dichas ramas o disciplinas se desarrollan de forma independiente y logran abarcar un sin fin de áreas que involucran no solo a la informática sino también áreas como la medicina, el mundo empresarial, diversión (juegos) entre otros. Dentro de las disciplinas que conforman la inteligencia artificial se tienen las descritas a continuación.

1.1.3.1 Los sistemas expertos

Un sistema experto puede definirse como un sistema basado en los conocimientos que imita el pensamiento de un experto, para resolver problemas de un terreno particular de aplicación.

Una de las características principales de los sistemas expertos es que están basados en reglas, es decir, contienen conocimientos predefinido que se utilizan para tomar las decisiones.

Un sistema experto genérico consta de dos módulos principales: La base de conocimientos del sistema experto con respecto a un tema específico para el que se diseña el sistema. Este conocimiento se codifica según una notación específica que incluye reglas, predicados, redes semánticas y objetos.

El motor de inferencia: es el que combina los hechos y las preguntas particulares, utilizando la base de conocimiento, seleccionando los datos y pasos apropiados para presentar los resultados.

1.1.3.2 Redes Neuronales

Las redes neuronales son dispositivos inspirados en la funcionalidad de las neuronas biológicas, aplicados al reconocimiento de patrones que las convierten aptas para modelar y efectuar predicciones en sistemas muy complejos, auxiliándose de un conjunto de técnicas matemáticas para modelar las conexiones y relaciones entre un conjunto de datos.

Las Redes Neuronales surgieron del movimiento conexionista¹, que nació junto con la Inteligencia Artificial simbólica² o tradicional. La Inteligencia Artificial simbólica se basa en que todo conocimiento se puede representar mediante combinaciones de símbolos, derivadas de otras combinaciones que representan verdades incuestionables o axiomas. Así pues, la Inteligencia Artificial tradicional asume que el conocimiento es independiente de la estructura que manejen los símbolos, siempre y cuando la máquina realice algunas operaciones básicas entre ellos.

1.1.3.3 Robótica

Los robots son máquinas controladas por ordenadores y programadas para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interaccionen con su entorno imitando el actuar físico del humano. Los robots son capaces de realizar tareas repetitivas de forma más rápida, barata y precisa que los seres humanos.

El diseño de un manipulador robótico se inspira en el brazo humano. Las pinzas están diseñadas para imitar la función y estructura de la mano humana. Muchos robots están equipados con pinzas especializadas para agarrar dispositivos

¹ CONEXIONISTA: Conjunto de teorías sobre la estructura de enlaces del cerebro y su modelización usando redes neurales artificiales.

² Simbólica o Tradicional: Se basa en que todo conocimiento se puede representar mediante combinaciones de símbolos, que representan verdades incuestionables o axiomas.

concretos. Las articulaciones de un brazo robótico suelen moverse mediante motores eléctricos. Una computadora calcula los ángulos de articulación necesarios para llevar la pinza a la posición deseada.

En 1995 funcionaban unos 700,000 robots en el mundo. Más de 500,000 se empleaban en Japón, unos 120,000 en Europa Occidental y unos 60,000 en Estados Unidos. Muchas aplicaciones de los robots corresponden a tareas peligrosas o desagradables para los humanos.

En los laboratorios médicos, los robots manejan materiales que conlleven posibles riesgos, como muestras de sangre u orina. En otros casos, los robots se emplean en tareas repetitivas en las que el rendimiento de una persona podría disminuir con el tiempo. Los robots pueden realizar estas operaciones repetitivas de alta precisión durante 24 horas al día.

Uno de los principales usuarios de robots es la industria del automóvil. La empresa General Motors utiliza aproximadamente 16,000 robots para trabajos como soldadura, pintura, carga de máquinas, transferencia de piezas y montaje. El montaje industrial exige una mayor precisión que la soldadura o la pintura y emplea sistemas de sensores de bajo coste y computadoras potentes y baratas.

Los robots se usan por ejemplo en el montaje de aparatos electrónicos, para ensamblar microchips, para ayudar a los cirujanos a instalar caderas artificiales, y ciertos robots especializados de altísima precisión pueden ayudar en operaciones quirúrgicas delicadas en los ojos o cualquier tipo de microcirugía.

La investigación en Telecirugía¹ emplea robots controlados de forma remota por cirujanos expertos donde se requiere de mayor precisión. Por otra parte, estos robots podrían algún día efectuar operaciones en campos de batalla distantes.

¹ TELECIURUGIA: permite al medico realizar o guiar una operación remotamente.

Los robots crean productos manufacturados de mayor calidad y menor coste. Sin embargo, también pueden provocar la pérdida de empleos, especialmente en cadenas de montaje industriales o manufacturación.

Las máquinas automatizadas ayudarán cada vez más a los humanos en la fabricación de nuevos productos, el mantenimiento de las infraestructuras y el cuidado de hogares y empresas. Los robots podrán fabricar nuevas autopistas, construir estructuras para edificios, limpiar corrientes subterráneas o cortar el césped con el objetivo de ayudar en tareas que parecen pesadas al hombre. Puede que los cambios más espectaculares en los robots del futuro provengan de su capacidad de razonamiento cada vez mayor pero siempre requerirán de ordenes por parte del hombre.

El campo de la inteligencia artificial está pasando rápidamente de los laboratorios universitarios a la aplicación práctica en la industria, y se están desarrollando máquinas capaces de realizar tareas cognitivas como la planificación estratégica o el aprendizaje por experiencia. El diagnóstico de fallos en aviones o satélites, el mando en un campo de batalla o el control de grandes fábricas correrán cada vez más a cargo de ordenadores inteligentes.

1.1.3.4 El lenguaje natural

Es el estudio del uso del lenguaje natural como medio de comunicación con las máquinas. Todo esto es considerado un problema complejo pues intervienen distintos procesos como lo es la comprensión del lenguaje, la síntesis y el análisis de la voz, el resumen y la traducción; esta última se divide en dos ramas, las cuales son síntesis de voz y reconocimiento de la misma.

1.1.3.5 Áreas de aplicación de las disciplinas de la inteligencia artificial

Dentro de cada disciplina antes descritas se puede encontrar otras sub-areas o sub-diciplinas que contribuyen al desarrollo de diversas aplicaciones del mundo de la inteligencia artificial como se detallan a continuación:

◆ **La Heurística:**

La heurística es simplemente el análisis y la extrapolación de datos basados en experiencias pasadas y en sus consecuencias, este apartado es de una importancia vital para la Inteligencia Artificial interna en los juegos de ordenador.

◆ **La visión por ordenador:**

Es el estudio de la identificación, inspección, localización y verificación de objetos. Se considera que este sub-campo está muy relacionado con la robótica ya que una de las principales características básicas de la robótica es el poder 'ver'.

◆ **El aprendizaje automático:**

Es la sub-disciplina que estudia el aprendizaje de nuevos conocimientos de forma automática por los programas de ordenador y por tanto de las máquinas.

◆ **Tratamiento inteligente de la información:**

Es el estudio de formas "inteligentes" para procesar y recuperar información almacenada en grandes bases de datos.

◆ **La programación automática (Wizards Inteligentes)**

Es el estudio de las formas automáticas de generar programas que resuelvan los problemas planteados cumpliéndose una serie de especificaciones; y desarrollo de tareas que se analizan con la verificación, la depuración y optimización de programas.

◆ **Los juegos**

Es el estudio del razonamiento, frente aquellos problemas cuya resolución no necesita de explicación y justificación, sino que basta con que se cumplan una serie de leyes o reglas del juego.

◆ **Robots**

Es la aplicación de la robótica, que emula los movimientos motores del ser humano, y los procesos mecánicos y repetitivos de dichos movimientos.

◆ **Mecatronica**

Es la integración de diversas áreas tecnológicas, como la informática, electrónica, mecánica, opero principalmente de la Inteligencia Artificial y la Robótica.

1.2 SISTEMAS EXPERTO

La resolución de problemas es una de las constantes que han acompañado al hombre desde sus orígenes. Tanto los problemas que obstaculizan la adquisición del conocimiento como explicación de fenómenos y comportamientos, demostración de teoremas, entre otros, o simplemente los creados por curiosidad o distracción como lo son acertijo, adivinanzas, juegos; que con el paso del tiempo han despertado la curiosidad del ser humano por resolverlos y encontrar con el avance de la tecnología nuevas formas que impliquen menos esfuerzo humano requerido para solucionarlos.

En la década de los cincuenta apareció un interés especial por parte de los pedagogos y psicólogos, por encontrar los métodos generales de resolución de problemas, con el fin de que estos métodos se pudieran enseñar a los estudiantes y con ello se mejorara su preparación. Con la difusión de ordenadores, se intentó trasladar la problemática a dichas maquinarias, creando así el surgimiento de problemas para la representación de los conocimientos en la memoria del ordenador y la forma de relacionarlos entre sí.

Debido a lo anterior y realizando una investigación se abrió paso al conocimiento y evolución de los sistemas expertos como máquinas pensantes que podrían almacenar grandes cantidades de información y poder reaccionar de diferente manera ante diversas situaciones; luego del experimento realizado por Alan Turing¹, quien razonó que la mayoría de los seres humanos aceptaban que casi todos los seres humanos eran inteligentes y que por lo tanto si una persona no puede determinar si está tratando con otra persona o únicamente con un ordenador, entonces tendría que aceptar que ésta máquina era inteligente. Todo este análisis surge del famoso experimento, el cual consistió en mantener una conversación en dos sentidos entre un ordenador y otra entidad, a través de un teclado, e intentar

¹ ALAN TURING: Matemático inglés quien aportó una serie de estudios y pruebas experimentales para probar que una máquina era inteligente.

que la otra parte dijera si se trata de una máquina o de otro ser humano. Con esto se llevó a cabo la evolución investigativa de herramientas que pudieran asemejarse al ser humano en desempeños y desarrollos de ciertas actividades diarias del mismo; involucrando así la representación del conocimiento como parte fundamental para la comprensión del comportamiento.

De aquí se parte que existen dos tipos de conocimientos que se consideran en los sistemas expertos. El primer conocimiento trata sobre el problema en particular; para el cual existen técnicas como los Frames que fueron los padres de lo que hoy se conoce como Programación Orientada a Objetos. El segundo es llamado mecanismo de inferencia y requiere además de un método de búsqueda que permita tomar decisiones, como por ejemplo, seleccionar la regla a aplicar del conjunto total de posibles reglas, siempre tomando la mejor regla posible en cada caso, haciendo la mejor selección.

1.2.1 Concepto De Los Sistemas Expertos

Como elemento componente de la inteligencia artificial, los sistemas expertos son instrumentos que conforman parte de lo complejo que es un experto humano teniendo en claro que un experto humano es una persona con estudios especializados en un área determinada, la cual domina casi en su totalidad.

Ahora bien, existe una controversia dentro de lo que cabe decir sobre que es un sistema experto; debido a que los científicos, programadores, analistas, y hasta usuarios finales no poseen claramente el concepto sobre que son o como definirlos; ya que se dice que hay quienes no los consideran sistemas expertos en sí, por el hecho que no existe una sola aplicación que pueda hasta este momento pensar amplia y heurísticamente, pese a los métodos de búsqueda más complejos desarrollados y que a su vez estas aplicaciones no pueden mostrar características intangibles propias del ser humano como sentir, sufrir, llorar, amar, querer frente a las situaciones reales que vive el humano. Es por eso que existe una parte no muy clara de su concepto. Para quienes poseen la ideología anterior clasifican a los sistemas experto como simuladores de procesos en una forma mejorada y diferente de los sistemas convencionales.

Por otra parte existe el concepto adquirido por los científicos quienes dicen que sí son considerados sistemas expertos por sus amplias capacidades y semejanzas del comportamiento que se adquiere por parte del ser humano; y que no poseen los tipos de programas que solo siguen procesos con estructuras estrictas o conocidas como lo es la técnica top and down (luego de un proceso sigue el otro hasta llegar al final y presentar resultados no explicativos). Con lo anterior se rescata el siguiente concepto que dice que los Sistemas Expertos son una aplicación informática que simula el comportamiento de un experto humano en el sentido de que es capaz de decidir cuestiones complejas, sí bien en un campo restringido. Para esto, se debe tener en cuenta que la principal característica del experto humano

viene a ser el conocimiento o habilidades profundas en ese campo concreto, por consiguiente, un Sistema Experto debe ser capaz de representar ese conocimiento profundo con el objetivo de utilizarlo para resolver problemas, justificar su comportamiento e incorporar nuevos conocimientos.

Para comprender un poco más el concepto de sistemas expertos se puede observar la figura 1.1, donde se esquematiza de forma global lo que es un sistema experto.

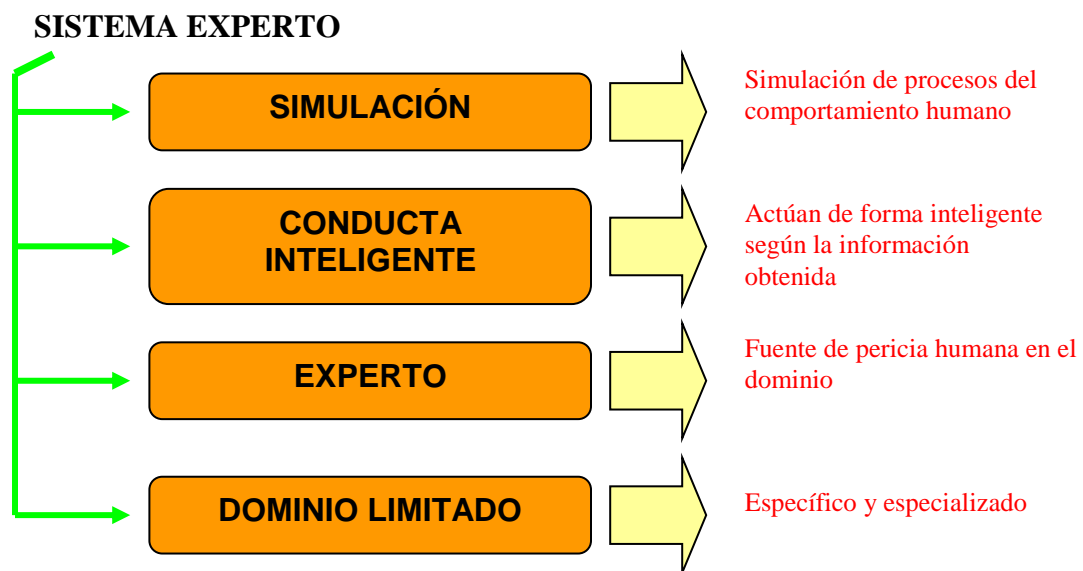


Figura. 1.1

1.2.2 Filosofía De Los Sistemas Expertos

Para los sistemas expertos se presenta una filosofía de trabajo en paralelo, de forma que, aunque el sistema completo sea único, no actúe como una única entidad, sino como varias entidades (o pequeños sistemas) que intentan simultáneamente lograr el objetivo que se está buscando. Se lleva a cabo entonces, la realización secuencial de acciones o procesos para llegar a completar la meta propuesta.

Compréndase el concepto de acciones como diversos procesos que se llevan a cabo durante la ejecución del método de búsqueda para alcanzar su finalidad. Se citan las acciones por parte del usuario como información sobre un problema determinado, presentando características, síntomas para el caso médico o requerimientos de planificación entre otros. Ahora bien, se encuentran las acciones efectuadas por el sistema, como son la presentación y obtención simultánea de preguntas y respuestas, razonamiento, análisis, búsqueda de solución y actualización de reglas.

Con la filosofía de que “Un problema es un deseo de cambio” se llega a la postura en que debe de establecerse una serie de acciones que actúen sobre los elementos componentes del problema; para que de esta manera les permita reconocer cuándo se ha conseguido la meta o producido el cambio.

De este hecho parte la razón de que existe una relación entre las acciones que realiza el usuario y el sistema, de forma que es posible observar luego de ejecutada una acción sus consecuencias produciendo una asociación causa-efecto para el desarrollo de nuevas acciones que permitan llegar a la meta deseada.

Los sistemas expertos siguen una filosofía diferente a los programas clásicos. Esto se ve reflejado en la siguiente tabla 1.1, que resume las diferencias entre ambos tipo de procedimientos.

SISTEMA CLASICO	SISTEMA EXPERTO
CONOCIMIENTOS Y PROCESAMIENTO COMBINADOS EN UN PROGRAMA	BASE DE CONOCIMIENTO SEPARADO DEL MECANISMO DE PROCESAMIENTO
NO CONTIENE ERRORES	PUEDE CONTENER ERRORES
NO DA EXPLICACIONES, LOS DATOS SOLO SE USAN O ESCRIBEN	UNA PARTE DEL SISTEMA EXPERTO LA FORMA EL MODULO DE EXPLICACION
LOS CAMBIOS SON TEDIOSOS	LOS CAMBIOS EN LAS REGLAS SON FACILES
EL SISTEMA SOLO OPERA COMPLETO	EL SISTEMA PUEDE FUNCIONAR CON POCAS REGLAS
SE EJECUTA PASO A PASO	LA EJECUCION USA HEURISTICA Y LOGICA
NECESITA INFORMACION COMPLETA PARA OPERAR	PUEDE OPERAR CON INFORMACION INCOMPLETA
REPRESENTA Y USA DATOS	REPRESENTA Y USA CONOCIMIENTO

Tabla 1.1 Diferencias filosóficas entre los sistemas clásicos y los Sistemas Expertos.

1.2.3 Historia De Los Sistemas Expertos

Así como evolucionó la ciencia de la inteligencia Artificial, de la misma forma se desarrolló el crecimiento de los sistemas expertos por medio de una continua investigación y desarrollos de experimentos que fueron dando nacimiento a los diversos sistemas expertos existentes.

1965 DENDRAL,

Creado a mediados de los 60 por Ed Feigenbaum y otros en la Universidad de Standford, DENDRAL fué el primer sistema experto desarrollado y utilizado durante una década por químicos, genetistas y científicos de computadoras.

DENDRAL es un programa interactivo que utiliza la fórmula molecular, los datos del espectrograma y la heurística de conocimiento sobre química orgánica y genetista. DENDRAL utiliza los datos que le dan para realizar una búsqueda de la estructura molecular; y explora las posibles configuraciones moleculares.

DENDRAL fué el primer ejemplo de la estructura básica de un sistema experto: problemas resueltos y formalizados con un conocimiento específico (en la forma de un sistema de reglas). Tuvo habilidad de explorar y abandonar posibles soluciones (metas) y es considerado como uno de los más tempranos y exitosos sistemas expertos que dominan un problema específico.

En algunas clases de estructuras moleculares, DENDRAL es efectivo comparablemente a los expertos humanos. Fué utilizado como utilidad de análisis de estructuras tanto académicamente como en la industria. Y, el trabajo ha sido publicado en la literatura de ciencia química.

Muchos sistemas expertos nacieron a partir de DENDRAL. Dos de los más conocidos fueron el Meta-DENDRAL y GENOA.

1969 Perceptron:

Creado por Frank Rosenblatt. Se licenció en Psicología Social en la Universidad de Cornell en 1950 y en 1956 obtuvo el doctorado en Psicopatología Experimental por la misma universidad. El Perceptron se creó por primera vez como una simulación en un IBM 704, y en 1958, Rosenblatt entregó su proyecto a la prensa. En un artículo publicado por Rosenblatt en la revista "Science", solo el título hace prever el disgusto de los científicos "Perceptron: ¿Un sustituto de los cerebros humanos?". La verdad es que el Perceptrón fue una buena idea, y es posible que los problemas que obtuvo fuesen provocados más que nada por el exagerado entusiasmo de su creador.

1970 Meta-DENDRAL:

Desarrollado a principios de los 70, es un sistema experto que puede crear su propio sistema de reglas DENDRAL.

1970-1980 GENOA:

La más reciente versión luego de DENDRAL, ha sido utilizada comercialmente.

1970-1980 HERSAY:

Sistema experto que intentaba identificar la palabra hablada.

1972 MYCIN

Entre 1970 y 1980 se desarrolló MYCIN para consulta y diagnóstico de infecciones de la sangre. Este sistema introdujo nuevas características como utilización de conocimiento impreciso para razonar y la posibilidad de explicar el proceso de razonamiento. Lo más importante es que funcionaba de manera correcta, dando conclusiones análogas a las que un ser humano daría tras

largos años de experiencia. En MYCIN aparecen claramente diferenciados motor de inferencia y base de conocimientos. Al separar esas dos partes, se puede considerar el motor de inferencias aisladamente. Esto da como resultado un sistema vacío o shell¹ (concha).

Así surgió EMYCIN (MYCIN Esencial) con el que se construyó SACON, utilizado para estructuras de ingeniería, PUFF para estudiar la función pulmonar y GUIDON para elegir tratamientos terapéuticos.

1973 TIERESIAS

El cometido de este sistema experto era el de servir de intérprete entre MYCIN y los especialistas que lo manejaban, a la hora introducir nuevos conocimientos en su base de datos. El especialista debía utilizar MYCIN de una forma normal, y cuando este cometiera un error en un diagnóstico (hecho producido por la falta o fallo de información en el árbol de desarrollo de teorías) TEIRESIAS corregiría dicho fallo destruyendo la regla si es falsa o ampliándola si es eso lo que se necesita.

1977 CASNET:

Sistema de Oftalmología. Al igual que MYCIN realizaba diagnósticos de glaucomas.

1977 CADUCEUS:

Sistema de Diagnóstico en Medicina interna.

1979 XCON:

XCON, empezó llamándose R1, nombre que provenía de su creador(John McDermott), pero la Digital Equipment Corporation, que era el usuario final de este programa, expresó su preferencia por otro nombre con más sentido, como el que al final quedó elegido: XCON (eXpert CONfigurer) [Configurador

¹ SHELL: en Inteligencia Artificial son programa para la construcción de sistemas expertos de rápido desarrollo.

Experto]. La DEC iba a lanzar al mercado una nueva serie de ordenadores, los llamados VAX. dado que todos los ordenadores tenían configuraciones distintas entre sí, la VAX estaba previendo el enorme cuello de botella (nombre que se le da en informática a los bloqueos por colapso de información para procesar que se dan en segmentos determinados) que se iba a formar, cuando (como ya había pasado anteriormente con otra serie de ordenadores) los ordenadores tuviesen fallos de configuración y hubiese que arreglar este problema uno por uno, con el consiguiente gasto de tiempo y dinero que eso suponía. Fue entonces cuando alarmados los directivos de la DEC pensaron en poner en marcha una solución de inmediato, contratando a John McDermott. El cometido del XCON sería, en definición: simple, se trataba de configurar todos los ordenadores que saliesen de la DEC.

El informe de viabilidad de McDermott expuso resultados prometedores, y en diciembre de 1978 se empezó a trabajar en el proyecto. En abril de 1979 el equipo de investigación que lo había diseñado (con McDermott a la cabeza), pensó que ya estaba preparado para salir y "conocer el mundo", fué entonces cuando se hizo una prueba real, esperando resolver positivamente un 95% de las configuraciones, este porcentaje tan alto anhelado por McDermott y la compañía se quedó en un 20% al ser contrastado con la realidad; XCON volvió al laboratorio, donde fué revisado y a finales de ese mismo año (1979) funcionó con resultados positivos en la DEC. En 1980 XCON se instauró totalmente en DEC. Y en 1984, el XCON había crecido hasta multiplicarse por diez.

1981 CASHVALUE:

Sistema que evalúa proyectos de inversión.

1983 VATIA:

Sistema experto que asesora acerca del impuesto sobre el valor añadido o I.V.A.

1.2.4 Usos De Los Sistemas Expertos

Un sistema experto es muy eficaz cuando tiene que analizar una gran cantidad de información, interpretándola y proporcionar una recomendación a partir de la misma. Un ejemplo es el análisis financiero, donde se estudian las oportunidades de inversión, dependiendo de los datos financieros de un cliente y de sus propósitos.

Para detectar y reparar fallos en equipos electrónicos, se utilizan los sistemas expertos de diagnóstico y depuración, que formulan listas de preguntas con las que obtienen los datos necesarios para llegar a una conclusión. Entonces recomienda las acciones adecuadas para corregir los problemas descubiertos. Este tipo de sistemas se utiliza también en medicina (ej. MYCIN¹ y PUFF²), y para localizar problemas en sistemas informáticos grandes y complejos.

Los sistemas expertos son buenos para predecir resultados futuros a partir del conocimiento que tienen. Los sistemas meteorológicos y de inversión en bolsa son ejemplos de utilización en este sentido como ejemplo de ellos se tiene el sistema PROSPECTOR.

La planificación es el proceso de predeterminedar un curso de acción, dentro de un tiempo específico para lograr una meta. Conseguir una buena planificación a largo plazo es muy difícil. Por ello, se usan sistemas expertos para gestionar proyectos de desarrollo, planes de producción y de fábricas, estrategia militar y configuración de complejos sistemas informáticos, entre otros.

Cuando se necesita controlar un proceso tomando decisiones como respuesta a su estado y no existe una solución algorítmica adecuada, es necesario usar un sistema experto. Este campo comprende el supervisar fábricas automatizadas, factorías químicas o centrales nucleares.

¹ MYCIN: Sistema experto que realiza un diagnóstico clínico sobre infecciones de la sangre.

² Puff: Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades de pulmones.

El diseño requiere una enorme cantidad de conocimientos debido a que hay que tener en cuenta muchas especificaciones y restricciones. En este caso, el sistema experto ayuda al diseñador a completar el diseño de forma competente y dentro de los límites de costes y de tiempo. Se diseñan circuitos electrónicos, circuitos integrados, tarjetas de circuito impreso, estructuras arquitectónicas, coches, piezas mecánicas, etc.

En las siguientes figuras (1.2 y 1.3) respectivamente se muestran los principales campos de aplicación de los sistemas expertos, y hacen referencia al tipo de problema que intentan resolver; así como también algunos de los usos concretos a que se destinan.

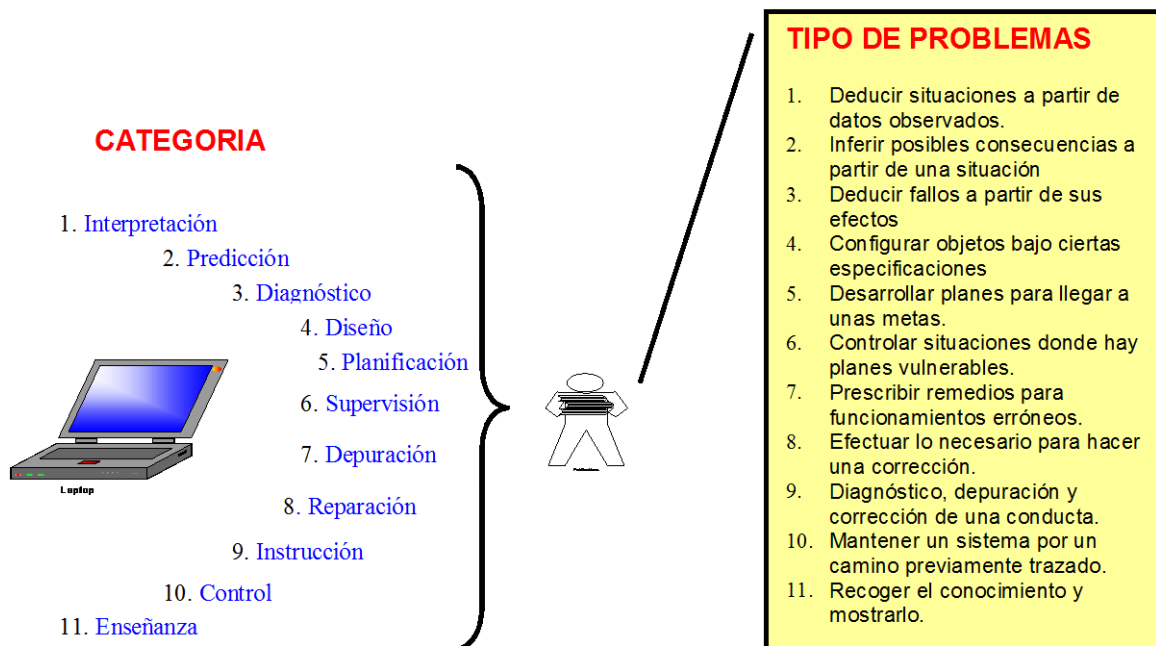


Figura 1.2

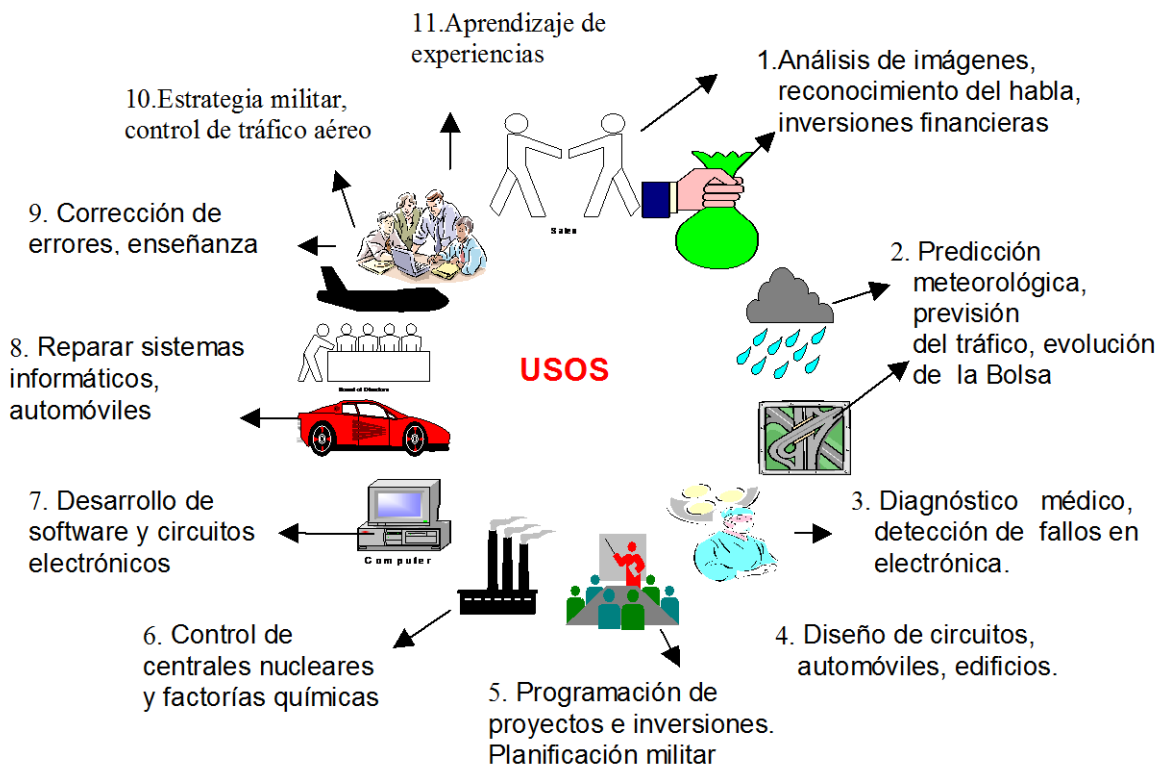


Figura 1.3

Por último, se puede mencionar que un sistema experto puede evaluar el nivel de conocimientos y comprensión de un estudiante, y ajustar el proceso de aprendizaje de acuerdo con sus necesidades. Este tipo de aplicaciones son los llamados sistemas vocacionales expertos y son usados en distintas universidades a nivel mundial.

1.2.5 Estructura De Los Sistemas Expertos

Arquitectura y funcionamiento de un Sistema Experto

No existe una estructura de sistema experto común. Sin embargo, la mayoría de los sistemas expertos tienen algunos componentes básicos como lo son la base de conocimientos, motor de inferencia, base de hechos e interfaz con el usuario. Muchos tienen, además, un módulo de explicación y un módulo de adquisición del conocimiento. La siguiente figura muestra la estructura de un sistema experto ideal.

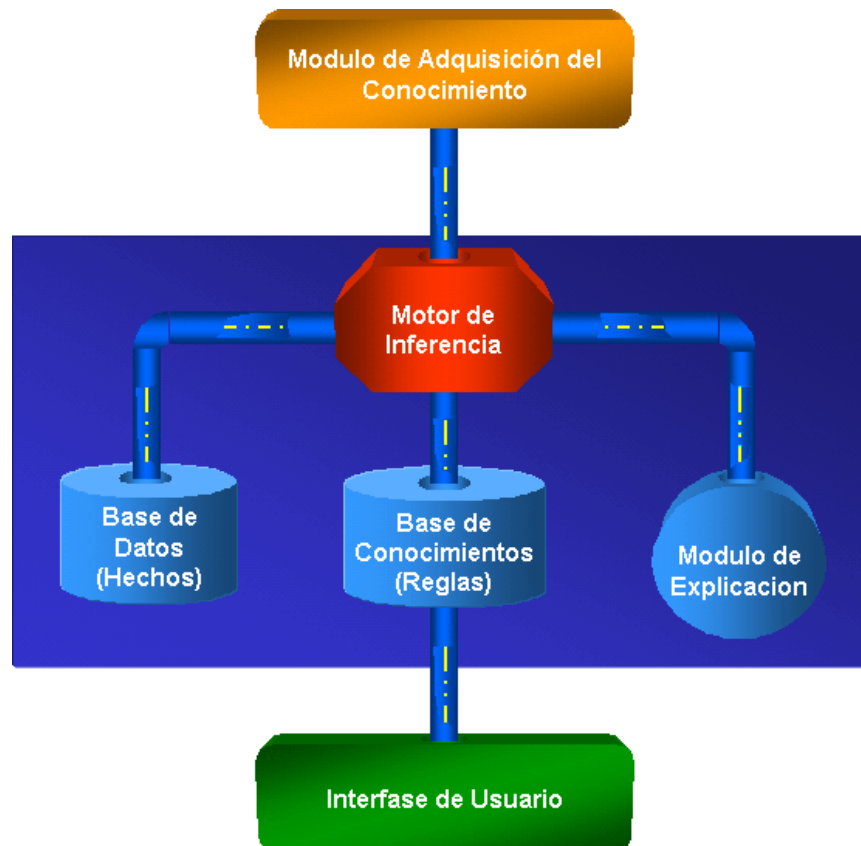


Figura 1.4

1.2.5.1 Base de conocimiento

La base de conocimientos aloja la totalidad de las informaciones específicas relativas al campo del saber deseado. Es decir contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio como conocimiento general sobre el campo en el que se trabaja. Está escrita en un lenguaje específico de representación de los conocimientos en el cual el experto puede definir su propio vocabulario técnico.

A la inversa de lo que sucede en los programas clásicos, en la base de conocimientos las informaciones entran tal como llegan, ya que el orden no influye en los resultados obtenidos. Sucede así porque cada elemento de conocimiento es comprensible por sí mismo tomado de forma aislada y, por lo tanto, no es necesario referirse al contexto en el cual está inserto. La información se representa, por regla general, mediante reglas de producción o redes semánticas.

1.2.5.1.1 Características de la base del conocimiento

El conocimiento tiene que ser representado con el fin de que pueda incluirse y ser introducido al Sistema Experto. Para que lo anterior se cumpla, la representación del conocimiento tiene que poseer las siguientes características:

- **Sencilla:** con el fin de que se pueda manipular con facilidad, ocupe poco espacio de memoria y pueda leerse con comodidad.
- **Independiente:** con el fin de que su inclusión, modificación o exclusión de unidad de conocimiento no afecte al resto de la base de conocimiento ni al resto del Sistema Experto.

- **Fácil de modificar:** es decir que el experto humano o el usuario final pueda variar por si mismo, si esto fuera necesario, la base del conocimiento sin que para ello se tuviera que recurrir a un programador.
- **Transparente:** con el fin de que pueda soportar un sistema de justificación de las soluciones y de explicación de los procesos. Estos se suelen realizar aprovechando los mecanismos de traza o seguimiento que suelen traer las herramientas de programación.
- **Relacional:** en el sentido que permita establecer relaciones entre los conocimientos como puede ser de ascendencia o de grupo.
- **Potente:** esta viene dada por su poder expresivo en su lenguaje natural o por su eficiencia en el cálculo de su lenguaje maquina.

La base de conocimiento debe de ser desde el punto de vista lógica, completa y coherente y; desde el punto de vista funcional debe de ser rápida, modular, fácil de desarrollar y mantener.

Se debe tomar una solución que se apegue al entorno real y la capacidad de visualizar la funcionalidad de los Sistemas Expertos, ya que por el momento no existe un sistema de representación que contenga todas estas características antes mencionadas.

1.2.5.1.2 Representación del conocimiento

El proceso de conocer o aprender se basa en la adquisición o representación de la realidad, ya sea de un objeto o un proceso que represente dicho ente.

La representación del conocimiento es una de las tareas más complejas con las que se ha enfrentado el hombre desde sus orígenes, y muchos problemas no han

tenido solución por la compleja característica que el hombre por naturaleza tiene de describir la realidad de forma simbólica.

Existen múltiples formas de representar el conocimiento en un sistema, y cada una de ellas presenta alguna ventaja sobre el resto. Las formas más importantes de representación del conocimiento son las reglas de producción, los marcos también conocidos como frames, las redes semánticas y los objetos. Para una mejor comprensión de estas formas se detallan a continuación.

1.2.5.1.3 Reglas de producción

Las reglas de producción constituyen el método más utilizado para construir bases de conocimientos en los sistemas expertos. Llamadas también implicaciones lógicas, su estructura es la siguiente: para unas ciertas causas, unos efectos; o, para determinadas condiciones, ciertas consecuencias. Junto a cada regla, se almacena también su porcentaje en forma de probabilidad. Éste indica, mediante un tanto por ciento, el grado de certeza de las consecuencias que se obtienen como resultado de la aplicación de la regla de producción.

El dominio de conocimiento representado se divide pues, en pequeñas fracciones de conocimiento o reglas que son interpretadas así “**SÍ - ENTONCES**”. Cada regla constará de una parte denominada condición y de una parte denominada acción, y tendrá la forma siguiente:

SÍ condición **ENTONCES** acción

Como ejemplo se puede considerar la siguiente regla médica:

SI el termómetro marca 39°
Y el termómetro funciona correctamente
ENTONCES el paciente tiene fiebre

Una característica muy importante es que la base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia, que se utiliza para resolver los problemas. De esta forma, cuando los conocimientos almacenados se han quedado obsoletos, o cuando se dispone de nuevos conocimientos, es relativamente fácil añadir reglas nuevas, eliminar las antiguas o corregir errores en las existentes. No es necesario reprogramar todo el sistema experto.

Las reglas suelen almacenarse en alguna secuencia jerárquica lógica, pero esto no es estrictamente necesario. Se pueden tener en cualquier secuencia y el motor de inferencia las usará en el orden adecuado que necesite para resolver un problema o llegar a la meta deseada.

Existen reglas de producción que no pertenecen al dominio del problema; estas reglas son conocidas con el nombre de meta reglas (reglas sobre otras reglas); y su función es indicar bajo qué condiciones deben considerarse unas reglas en vez de otras. Un ejemplo de meta regla es:

SI hay reglas que usan materias baratas

Y hay reglas que usan materias caras

ENTONCES usar antes las primeras que las segundas

Dentro de las metareglas podemos encontrar dos tipos, las cuales son las metareglas ciegas y las no ciegas.

- **Las metareglas ciegas** son aquellas que contienen conocimiento sobre la estructura de las reglas, es decir sobre su sintaxis como por ejemplo las siguientes:
 - Elegir la regla más corta.
 - Elegir la primera regla.
 - Elegir la regla utilizada más recientemente.

- **Las metareglas no ciegas** son aquellas que contienen conocimiento sobre el contenido de las reglas, es decir sobre su semántica como por ejemplo:
 - NO <Regla 1> SI <X se cumple>

1.2.5.1.4 Redes semánticas

Las redes semánticas o redes asociativas representan el conocimiento mediante nudos o nodos (que indican elementos del conocimiento o conceptos) y ramas o arcos (relaciones entre los nodos que pueden ser por herencia o por descripción).

Su concepción se basa en la asociación de conocimientos que realiza la memoria humana. Una característica de las redes semánticas es que pueden transformarse en una lista con facilidad.

Un ejemplo de las redes semánticas se muestra en la siguiente figura 1.5:

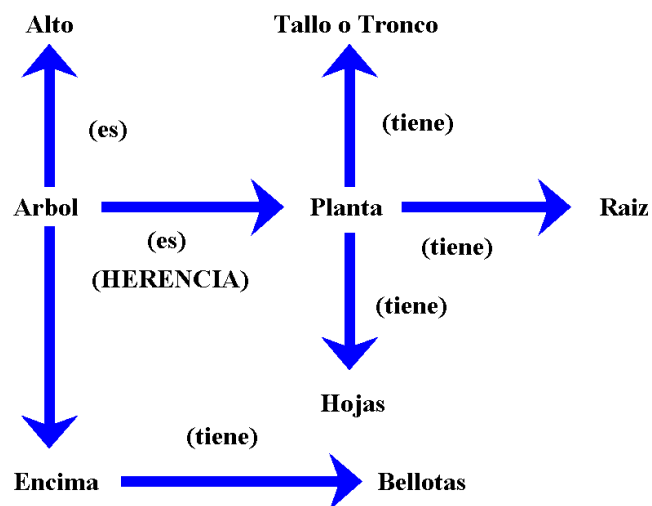


Figura 1.5

En el diagrama mostrado se puede ver la relación que tienen los dos elementos (árbol y planta), de esta manera se puede observar su relación y la naturaleza de que la inferencia de nuevos hechos se realiza por seguimiento de los enlaces o por acción de las herencias.

1.2.5.1.5 Marcos o frames

Los marcos combinan las características de las reglas y de las redes semánticas, son modulares por naturaleza y admiten la representación del conocimiento en forma declarativa o procedimental.

Los frames están formados por un nombre y por una serie de ranuras, que también se denominan campos de información o variables. Una muestra de estos frames se muestra en la siguiente figura 1.6:

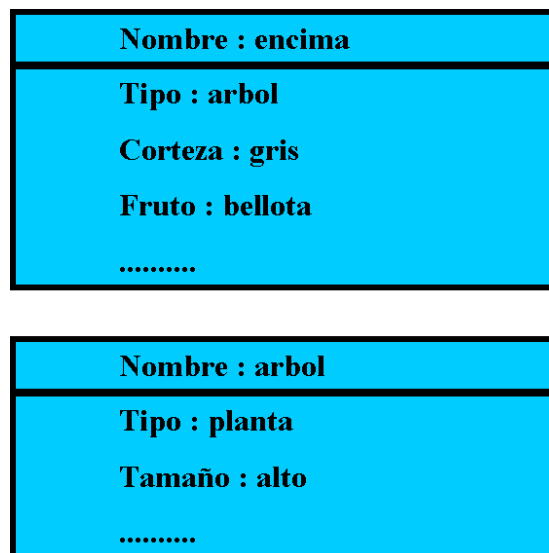


Figura 1.6

Aquí se tienen definidos dos frames entre los cuales existe una relación de herencia puesto que encima es un frame “hijo” de árbol que a la vez es un frame “hijo de planta”.

1.2.5.2 Motor de inferencia

Un Motor de Inferencia (“Inference Engine”) es realmente el sistema de control del Sistema Experto, que construye de una forma dinámica las soluciones.

El Motor de Inferencia selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento de la Base de Conocimiento sobre la Base de Hechos con el fin de obtener la solución buscada.

El funcionamiento general de un Motor de Inferencia es el siguiente:

- Evaluación, en el cual se selecciona el conocimiento a emplear.
- Comprobación, del conocimiento aplicable.
- Ejecución en el cual se aplica el conocimiento.
- Comprobar, condición de final.
- Controlar reglas activas.

Como se ve la definición de un Motor de Inferencia es una tarea bastante compleja, que se ve complicada por la ausencia de unos criterios claros de clasificación en muchos autores lo que genera gran confusión a la hora de realizar un estudio bibliográfico de los Sistemas Expertos y de las herramientas existentes en el mercado.

1.2.5.2.1 Características del motor de inferencia

Como característica importante tenemos que un motor de inferencia de un Sistema Experto es independiente del conocimiento y de los hechos. Esto significa que una variación en cualquiera de las bases puede significar una variación en el resultado pero no variará el control, y por lo tanto éste permanecerá libre de errores debidos a cambios en la misma.

Un mismo Motor de Inferencia puede ser la base de varios sistemas expertos en diferentes campos del conocimiento.

Los primeros Motores de Inferencia que se desarrollaron para los Sistemas Expertos eran muy especializados para la aplicación estando muy vinculados al dominio de conocimientos para el cual se habían construido, con lo que se perdían parte de las ventajas de la independencia del mismo respecto al programa. Con el transcurso del tiempo los motores de inferencia se han ido construyendo más generales y flexibles.

Dentro de las características generales que posee un motor de inferencia se encuentran las siguientes:

- La velocidad de trabajo(inferencias por segundo).
Se considera la velocidad con que infiere o desarrolla la emulación de análisis para llegar a la meta.
- Las estrategias que utiliza.
Manera en que infiere para obtener el resultado final, ya sea esta de forma deductiva o por datos e inductiva o por objeto
- El sistema de elección del conocimiento.
Determinación del conocimiento en área específica.
- La posibilidad de utilizar metaconocimientos.
Al hacer uso de estas técnicas “metaconocimiento”, permite que conocimiento debe de emplear en cada situación.
- El orden de la lógica que emplea.
Determinada por la estructura del árbol de decisiones; la cual puede inicial con poca información e irla adquiriendo en el camino para completar la solución o iniciar con una hipótesis u objeto para luego llegar a consagrarla en teoría.

- El método de evaluación.
Proceso de comprobación, afirmación o negación del objeto al que se desea llegar luego de un conjunto de operaciones.

1.2.5.2.2 Mecanismos de búsqueda

El Motor de Inferencia en un sistema experto puede utilizar dos estrategias en la búsqueda de las soluciones, dentro de las cuales se encuentran:

A) La Búsqueda no ordenada de soluciones

Esta a su vez puede ser de dos tipos, según como el humano busca una solución cognoscitiva en la realidad las cuales se describen a continuación:

Aleatoria:

En la que se recorre de forma exhaustiva o también llamada combinacional toda la Base de Conocimientos, método que solamente es válido cuando ésta es pequeña y/o la velocidad de búsqueda es alta. Con este tipo de búsqueda se encuentran todas las soluciones posibles con lo que se puede elegir la óptima.

Heurística:

En la que se divide la Base de Conocimientos en módulos y solamente se busca en alguna de estas partes según lo indique el metaconocimiento¹, este método de búsqueda ahorra gran cantidad de tiempo.

La solución alcanzada mediante este tipo de búsqueda se aproxima tanto más a la solución óptima cuanto mejor sea el conocimiento heurístico que contenga el Sistema Experto. La búsqueda heurística es mucho más rápida que la exhaustiva y es tanto más necesaria cuanto mayor es el número de soluciones posibles.

¹ METACONOCIMIENTO: Es el conocimiento que le indica al Motor de Inferencia que conocimiento debe ser elegido y aplicado en cada momento.

B) La búsqueda ordenada de soluciones

Se basa en el encadenamiento del conocimiento cuando éste está representado en forma de reglas. Este encadenamiento se consigue haciendo que el consecuente o acción de una regla se convierta en el antecedente de la siguiente regla a considerar.

El encadenamiento genera estructura en forma de árbol, y puede darse por terminado cuando se encuentra una solución o el conjunto total de las mismas.

La búsqueda ordenada de soluciones también admite el uso de heurísticos que permiten la poda del árbol de soluciones. Las podas no solamente se pueden hacer mediante heurísticos sino que también mediante algoritmos.

Tanto los heurísticos como los algoritmos de poda¹ pueden ser “ciegos” si actúan sin tener en cuenta el conocimiento sino únicamente la estructura o los coeficientes incluidos para este fin, o “no ciegos” si lo que consideran son los conocimientos.

Dentro de los métodos conocidos para el proceso de búsqueda ordenada de soluciones se describen las siguientes:

1. Método de encadenamiento hacia delante

Al encadenamiento hacia delante se le llama algunas veces “conducido por datos” por que el motor de inferencia utiliza la información que el usuario le proporciona para moverse a través de una red de “Ies Griega”(ANDs) y “Oes”(ORs) lógicos hasta que encuentra un punto terminal conocido como el objeto o la meta. Si el motor de inferencia no puede encontrar un objeto usando la información existente,

¹ ARBOL O ALGORITMO DE PODA: Método de búsqueda que se puede realizar mediante la heurística creando una poda al árbol o camino rápido para lograr llegar a la meta propuesta.

entonces le solicita más información al usuario con el fin de ir acercándose al final o solución óptima.

Los atributos que definen el objeto crean un camino que conducen al mismo objeto: la única forma de alcanzar dicho objeto es la de satisfacer todas sus reglas. Por tanto, un motor de inferencia de encadenamiento hacia delante comienza con alguna información y luego intenta encontrar un objeto que encaje con dicha información.

Para comprender un poco mejor de como funciona el encadenamiento hacia delante tome como ejemplo el presente trabajo e imagínese que llega al consultorio del dermatólogo con una enfermedad presentada como una mancha en su piel, usted comienza a describirle según su recuerdo hace cuanto le apareció la mancha, si surgió de una exposición prolongada al sol, si arde o le causa picazón, etc. De esta manera su dermatólogo analizará las características y peculiaridades de la mancha y le dirá el tipo de micosis que tiene. En conclusión un sistema de encadenamiento hacia delante esencialmente construye un árbol desde las hojas hasta llegar a la raíz.

2. Método de encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia atrás es lo contrario al encadenamiento hacia delante. Un motor de inferencia de encadenamiento hacia atrás comienza con una hipótesis(un objeto) y solicita confirmación para probarlo o negarlo. Al encadenamiento hacia atrás se le suele llamar “conducido por objetos” debido a que el Sistema Experto empieza con un objeto como información e intenta verificarlo mediante su proceso de búsqueda.

Para entender como funciona dicho método, se plantea nuevamente la consulta con el dermatólogo, en la cual él deduce a primera vista que la micosis por ejemplo puede ser una Tiña(es decir comienza con una hipótesis). A medida que el dermatólogo le realiza las preguntas, comienza el proceso de transformación de

hipótesis a teoría confirmando si es una simple tñña o negando si fuera el caso de otra enfermedad.

1.2.5.3 Base de hechos

La base de hechos es el conjunto de información que forman el universo del Sistema Experto y es mediante ello, y la base de conocimiento, el Sistema llega a la solución.

Se denominan hechos a la información que es invariable de una a otra resolución mientras que se suelen denominar datos a aquella información que varía de una a otra resolución. Esta diferencia es importante pues los hechos pueden formar parte del Sistema Experto, mientras que los datos deben estructurarse en ficheros independientes del programa principal que constituye el Sistema Experto.

A la base de hechos también se le suele llamar memoria de trabajo puesto que alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea tratar con la ayuda del sistema. La base de hechos memoriza todos los resultados intermedios, permitiendo conservar el rastro de los razonamientos llevados a cabo. Puede, por eso, emplearse para explicar el origen de las informaciones deducidas por el sistema en el transcurso de una sesión de trabajo o para llevar a cabo la descripción del comportamiento del propio Sistema Experto. Al principio del período de trabajo, la base de hechos dispone únicamente de los datos que le ha introducido el usuario del sistema, pero, a medida que va actuando el motor de inferencia, contiene las cadenas de inducciones y deducciones que el sistema forma al aplicar las reglas para obtener las conclusiones buscadas.

1.2.5.4 Modulo de explicación.

La mayoría de los sistemas expertos contienen un módulo de explicación, diseñado para aclarar al usuario la línea de razonamiento seguida en el proceso de

inferencia. Si el usuario pregunta al sistema cómo ha alcanzado una conclusión, éste le presentará la secuencia completa de reglas usada. Esta posibilidad de explicación es especialmente valiosa cuando se tiene la necesidad de tomar decisiones importantes amparándose en el consejo del sistema experto. Además, de esta forma, y con el tiempo suficiente, los usuarios pueden convertirse en especialistas en la materia, al asimilar el proceso de razonamiento seguido por el sistema. Por otra parte el módulo de explicación también puede usarse para depurar el Sistema Experto durante su desarrollo.

1.2.5.5 Modulo de interfaz del usuario

Los Sistemas Expertos poseen como parte de su arquitectura el módulo de comunicación o interfaz del usuario. Este permite abrir la relación entre el hombre y el ordenador.

La interfaz permite que el usuario pueda describir el problema al Sistema Experto. Interpreta sus preguntas, los comandos y la información ofrecida. Por el otro lado, formula la información generada por el sistema incluyendo respuestas a las preguntas, explicaciones y justificaciones. Es decir, posibilita que la respuesta proporcionada por el sistema sea inteligible para el interesado. También puede solicitar más información si le es necesaria al Sistema Experto. En algunos sistemas se utilizan técnicas de tratamiento del lenguaje natural para mejorar la comunicación entre el usuario y el Sistema Experto.

Para lograr la mejor comunicación usuario-sistema, la interfaz debe poseer los siguiente aspectos:

Rápido:

Con el fin de que la comunicación sea rápida y que no sea pesada para el usuario.

Potente:

Para que admita estructuras flexibles que sean cercanas al lenguaje natural.

Sencillo:

Que no implique el estudio de complejas estructuras y extensos vocabularios.

Adecuado:

Para que trabaje en el nivel de cada uno de los usuarios que tenga el sistema.

Para lograr cumplir con los aspectos anteriores el módulo de interfaz del usuario se puede auxiliar de los siguientes parámetros:

- Utilización de pantallas gráficas de alta resolución.
- Sistemas Multi-ventanas.
- Uso de iconos y color.
- Animación.
- Diálogos en lenguaje seudonatural.

1.2.5.6 Módulo de Adquisición del Conocimiento.

El módulo de adquisición del conocimiento permite que se puedan añadir, eliminar o modificar elementos de conocimiento (en la mayoría de los casos reglas) en el sistema. Si el entorno es dinámico es muy necesario, puesto que, el sistema funcionará correctamente sólo si se mantiene actualizado su conocimiento. El módulo de adquisición permite efectuar ese mantenimiento, anotando en la base de conocimientos los cambios que se producen.

La meta de la adquisición del conocimiento es entender e interpretar la información descrita en reglas, hechos, relaciones entre hechos para introducidas, modificadas o eliminarlas de forma automatizada.

1.2.6 Características De Los Lenguajes De Programación Para Sistemas Expertos.

En general para el desarrollo de un prototipo se parte de un nivel alto de especialización, y el uso de lenguajes especializados, puede ser muy útil por el prototipo rápido y modelado del conocimiento del mundo real. Sin embargo ya que según la teoría y filosofía de Von Neuman, de cualquier forma que se desarrollen los Sistemas Expertos y en cualquier lenguaje, las computadoras actuales procesaran la información e instrucciones de los programas a través de código maquina. Es decir que en un principio se puede construir y desarrollar prototipos de Sistemas Expertos con mayor o menor facilidad en unos que en otros. Como norma, estos lenguajes deben utilizar un tratamiento de datos de forma declarativa y no procedural por su rapidez y deducción. Sin embargo lenguajes como C++ que permiten herencia y declaración de objetos pueden ocuparse para desarrollar Sistemas Expertos.

Dentro de las tareas de programación que hay que realizar para la construcción de un Sistema Experto se encuentran:

1. Sistema de tratamiento simbólico.
2. Sistema de representación del conocimiento.
3. Estructura de control o motor de inferencia.
4. Sistemas de entrada/salida amigable y comprensible.
 - Diálogos.
 - Explicación.
 - Presentación.
 - Mantenimiento.

A continuación se describen los lenguajes más utilizados para la construcción y desarrollo de estos Sistemas y sus características para representar el conocimiento y su independencia respecto a los métodos de búsqueda o motor de inferencia.

1.2.6.1 Lenguaje prolog

El desarrollo de Prolog se inició en 1970 con Alain Coulmeauer y Philippe Roussel, quienes estaban interesados en desarrollar un lenguaje para hacer deducciones a partir de texto. El nombre corresponde a "PROgramming in Logic (Programación en lógica).

Prolog es un lenguaje de programación simple pero poderoso desarrollado en la Universidad de Marsella, Francia, en 1972; como una herramienta práctica para la programación lógica. Desde el punto de vista del usuario, la ventaja principal es la facilidad para programar, ya que se pueden escribir rápidamente y con pocos errores, programas claramente leíbles.

La primera implementación de Prolog se completó en 1972 usando el compilador de ALGOL W de Wirth y los aspectos básicos del lenguaje actual se concluyeron en 1973. El uso de Prolog se extendió gradualmente entre quienes se dedicaban a la programación lógica principalmente por contacto personal y no a través de una comercialización del producto. Existen varias versiones diferentes, aunque bastante similares. No existe un estándar del Prolog, la versión desarrollada en la Universidad de Edimburgo ha llegado a ser utilizada ampliamente. El uso de este lenguaje no se extendió sino hasta los años ochenta. La falta de desarrollos de aplicaciones eficaces de Prolog inhibió su difusión.

En Octubre de 1981, el gobierno japonés y más concretamente el Ministerio Japonés de Comercio Internacional e Industria ofrecieron al mundo la siguiente generación, llamada "Quinta Generación de Ordenadores". Unas máquinas de Inteligencia Artificial que pueden pensar, sacar conclusiones, emitir juicios e incluso comprender las palabras escritas y habladas.

La Quinta Generación prevé máquinas diseñadas para el tratamiento lógico, de capacidades análogas a las capacidades de generaciones anteriores de ordenadores para tratar operaciones aritméticas. Se trata de ordenadores que tienen

el PROLOG como lenguaje nativo (lenguaje máquina), con capacidad para procesar millones de inferencias lógicas por segundo.

Un programa en Prolog se compone de una serie de hechos, relaciones concretas entre objetos de datos (hechos) y un conjunto de reglas, es decir, un patrón de relaciones entre los objetos de la base de datos. Estos hechos y reglas se introducen en la base de datos a través de una operación de consulta.

Un programa se ejecuta cuando el usuario introduce una pregunta un conjunto de términos que deben ser todos ciertos. Los hechos y las reglas de la base de datos se usan para determinar cuáles sustituciones de variables de la pregunta (llamadas unificación) son congruentes con la información de la base de datos.

Como intérprete, Prolog solicita entradas al usuario. El usuario digita una pregunta o un nombre de función. La verdad ("yes") o falsedad ("no") de esa pregunta se imprime, así como una asignación a las variables de la pregunta que hacen cierta la pregunta, es decir que unifican a la misma.

La ejecución de Prolog, aunque se basa en la especificación de predicados, opera en forma muy parecida a un lenguaje aplicativo como LISP. El desarrollo de las reglas en Prolog requiere el mismo "pensamiento recursivo" que se necesita para desarrollar programas en esos otros lenguajes aplicativos.

Prolog tiene una sintaxis y semántica simples. Puesto que busca relaciones entre una serie de objetos, la variable y la lista son las estructuras de datos básicas que se usan. Una regla se comporta en forma muy parecida a un procedimiento, excepto que el concepto de unificación es más complejo que el proceso relativamente sencillo de sustitución de parámetros por expresiones.

Prolog representa el lenguaje principal en la categoría de Programación Lógica. A diferencia de otros lenguajes, no es un lenguaje de programación para

usos generales, sino que está orientado a resolver problemas usando el cálculo de predicados. Las aplicaciones de esta herramienta provienen en general de dos dominios distintos:

A) Preguntas a bases de datos.

Las bases de datos modernas indican típicamente relaciones entre los elementos que están guardados en la base de datos; pero no todas estas relaciones se pueden indicar. Por ejemplo, en una línea aérea pueden haber entradas que indiquen números de vuelo, ubicación y hora de salida y ubicación y hora de llegada. Sin embargo, si un individuo necesita hacer un viaje que requiera cambiar de avión en algún punto intermedio, es probable que la relación no este especificada en forma explícita.

B) Pruebas matemáticas.

También se pueden especificar las relaciones entre objetos matemáticos a través de una serie de reglas y sería deseable un mecanismo para generar pruebas de teoremas a partir de este modelo. Aunque la búsqueda ascendente inherente en LISP da cabida a la construcción de sistemas generadores de pruebas, sería eficaz un lenguaje orientado a mayor grado hacia la prueba de propiedades de relaciones.

Estas dos aplicaciones son similares y se pueden resolver usando esta herramienta. El objetivo para Prolog era proporcionar las especificaciones de una solución y permitir que la computadora dedujera la secuencia de ejecución para esa solución, en vez de especificar un algoritmo para la solución de un problema, como es el caso normal de casi todos los lenguajes.

1.2.6.2 Lenguaje LISP

LISP, en informática, acrónimo de List Processing. Un lenguaje de programación para ordenadores o computadoras, orientado a la generación de listas, desarrollado en 1959-1960 por John McCarthy y usado principalmente para manipular listas de datos.

El lenguaje LISP constituyó un cambio radical con respecto a los lenguajes procedurales (FORTRAN, Algol entre otros) que se desarrollaban en aquel entonces. El LISP es un lenguaje interpretado, en el que cada expresión es una lista de llamadas a funciones.

El LISP es, como se sabe, uno de los lenguajes de programación en usos más antiguos. La idea de este lenguaje, surgió a partir de un sistema lógico llamado "lambda calculus" desarrollado por Alonzo Church. LISP llegó a ser fundamental como lenguaje de programación para las investigaciones de Inteligencia Artificial, y sigue aún hoy siendo uno de los más utilizados en este campo. En la década de los '80 se intentó estandarizar el lenguaje; como resultado surgió el Common LISP. Este es actualmente el de mayor difusión y la base para el desarrollo de numerosas implementaciones.

Desde su desarrollo LISP fué considerado un lenguaje de gran flexibilidad. El hecho de que tanto los programas como los datos compartan una misma estructura, las listas, hacen que los propios programas se puedan modificar a sí mismos. Para ser más precisos, en LISP se pueden crear con gran facilidad lenguajes o estructuras de datos adaptados al tipo de problema del que se trate. Las armas fundamentales para esta flexibilidad son los marcos y la capacidad para crear funciones en tiempo de ejecución.

LISP constituye un entorno en el que se pueden crear prototipos (y posteriormente productos finales) con una gran rapidez y comodidad; suponiendo

que el programador está familiarizado con el lenguaje, por supuesto. Esta característica se debe a que el lenguaje en cierto sentido proporciona un entorno de muy alto nivel (en términos de programación) ya que, el Common LISP, proporciona un conjunto de más de 700 funciones primitivas lo que permite despreocuparse de numerosos detalles de implementación de bajo nivel a diferencia de lo que ocurre con lenguajes como C (salvo que se disponga de una buena librería para desarrollar este tipo de aplicaciones). Además, el carácter interpretado y también compilado del LISP hace que el desarrollo del programa sea muy cómodo sobre todo teniendo en cuenta las posibilidades de sus herramientas de depuración.

1.2.6.3 C y C++

En 1972, Dennis Ritchie, estaba finalizando su proyecto, en los famosos Laboratorios Bell. "El lenguaje C". Al contrario de sus antecesores, C era un lenguaje con tipos, es decir, que cada elemento de información ocupaba una 'palabra' en memoria y la tarea de tratar cada elemento de datos como número entero, real, o arreglos, no recaía en el programador.

En 1984, C con Clases fué rediseñado en un compilador y se lo denominó C++. En 1985 estuvo disponible la primera versión del lenguaje C. El nombre de C++, fué porque éste último era una variante del C original. En el lenguaje C, el operador ++ significa, incrementar la variable, se eligió en nombre C ++, debido a que éste agregaba al C original el término de Programación Orientada a Objetos (POO). Al ser C++ una variación de C, los programas codificados en C pueden correr tranquilamente en C++.

Hoy en día, existen versiones gráficas de esta herramienta como visual C++, desarrollado por Microsoft las cuales ofrecen una nueva forma de crear aplicaciones en Windows. Esta herramienta utiliza una amplia gama de ejemplos de código fuente. Este lenguaje de programación puede ser ejecutado en cualquiera de los

entornos de Microsoft desde Win 3.1 hasta Windows XP, y otros entornos distintos a los productos Microsoft.

C++ y Visual C++ pueden ser utilizados para desarrollos de aplicaciones orientadas al campo de la Inteligencia Artificial; ya que maneja objetos como herencia, clases y recursividad que se usan en la creación de aplicaciones de este tipo.

La ventaja que posee Visual C++ es que se compila rápidamente y es una aplicación difundida mundialmente lo que se vuelve una herramienta conveniente para programar en Inteligencia Artificial.

La incorporación de la programación orientada a objetos al lenguaje C ha facilitado la labor de modelización que requiere todo sistema basado en el conocimiento y su rapidez de ejecución así como el hecho de ser uno de los lenguajes de programación más conocidos ha hecho que su uso vaya en aumento.

Esta herramienta para la construcción de sistemas basados en el conocimiento no es sólo un lenguaje de programación de alto nivel orientado al desarrollo de estos sistemas; sino que además es un lenguaje que ofrece un esqueleto estructurado sin límite a la creatividad del programador permitiendo producir programas rápidos y eficientes al ejecutarlos.

1.2.7 Los Sistemas Expertos En La Medicina

Como un proceso paulatino de desarrollo, la medicina ha ido asimilando la introducción de las computadoras para agilizar y mejorar los procesos de apoyo médico. Ahora, especialmente con la introducción de la Inteligencia Artificial en el cuidado del paciente con complejos equipos biomédicos, exámenes médicos de precisión; realizan el procesamiento voluminoso de información para la obtención del diagnóstico y tratamiento que se adecue para mejorar la salud de paciente se ve reflejado en los sistemas experto.

Todo lo anterior da paso a la introducción de la Informática, que lleva como su objetivo, el reforzar y mejorar la toma de decisiones médicas y la atención al paciente ante todo. Este proceso de integración del conocimiento médico permite formar una cadena de transferencia automática de los conocimientos nuevos creando un sistema que vigila los logros más recientes de la ciencia médica y forma una tecnología de producción donde la participación del hombre es muy importante.

Generalmente los sistemas expertos orientados al área médica se basan en cuatro aspectos principales que se describen a continuación:

1. Generación de hipótesis:

Comprende la etapa de evolución de la investigación realizando especulaciones de acuerdo a la información proporcionada por el paciente o usuario.

2. Comprobación de cada hipótesis:

Esta etapa contiene los procesos de búsquedas que hayan sido definidos en el motor de inferencia para que con el paso de las acciones se vayan depurando las hipótesis.

3. Formulación de teorías

Una vez depuradas las hipótesis, se comienza a crear el cuadro de teorías que se apeguen más a la información proporcionada.

4. Resultado óptimo o el que mejor se asemeja

Una vez seleccionada la mejor teoría, luego de una serie de información eliminada o descartada se procede a dar su diagnóstico como el resultado óptimo o el que mejor se apega de acuerdo a la estructura de modelos de búsqueda empleados.

1.2.7.1 Dermatología experta

El diagnóstico clínico, considerado quizá, el más complejo de los sectores de aplicación del área de informática dentro de la medicina, por las implicaciones éticas que puede traer. Se sabe que el diagnóstico médico es el arte de identificar una enfermedad por sus signos y síntomas.

Si bien es cierto que la computadora tiene gran capacidad de cálculo, velocidad y exactitud, esta claro que una computadora no puede sustituir al médico. Sólo éste es capaz de razonar lógicamente y mezclar la razón con la intención, la ética, lo afectivo y la experiencia, algo que una máquina no lo desarrollo en su totalidad. No puede mantener el aspecto más importante: la relación médico-paciente. Sin embargo esta puede servir de vínculo para dicha relación.

Para que el médico alcance un grado considerable de experiencia se requiere de cierta manera muchos años de estudio y ejercicio de la carrera y; poder así lograr identificar las características y síntomas que diferencian a cada enfermedad, y los agentes etiológicos que las producen. A estos conocimientos se les denomina dermatología experta. Dichos conocimientos se describen con mayor detalle en el anexo I.

Capítulo II

**METODOLOGÍA Y
SITUACIÓN ACTUAL**

II. METODOLOGIA Y SITUACION ACTUAL

2.1 METODOLOGIA GENERAL.

Debido al poco desarrollo de Sistemas Expertos en nuestro país y la poca información especializada y actualizada de manera formal tanto en bibliografía convencional, como en Internet, se dificulta establecer una metodología adecuada, ya que es un área tecnológica que difiere conceptualmente de los sistemas tradicionales, no se puede seguir la misma metodología que se sigue a estos, aunque se puede tomar ciertas etapas, las cuales deben ser adecuadas para el desarrollo de un Prototipo de Sistema Experto.

A continuación se desarrolla la propuesta metodológica para el desarrollo del prototipo del Sistema Experto en Dermatología en el área de Micosis Múltiples mostrada en la figura 2.1; la cual ha sido formada de metodologías encontradas en bibliografía especializadas principalmente de los libros “Sistemas Expertos: Introducción al diseño y aplicaciones” y “Sistemas Expertos: Una metodología de programación”, siendo estas las que se siguen para obtener el prototipo final.

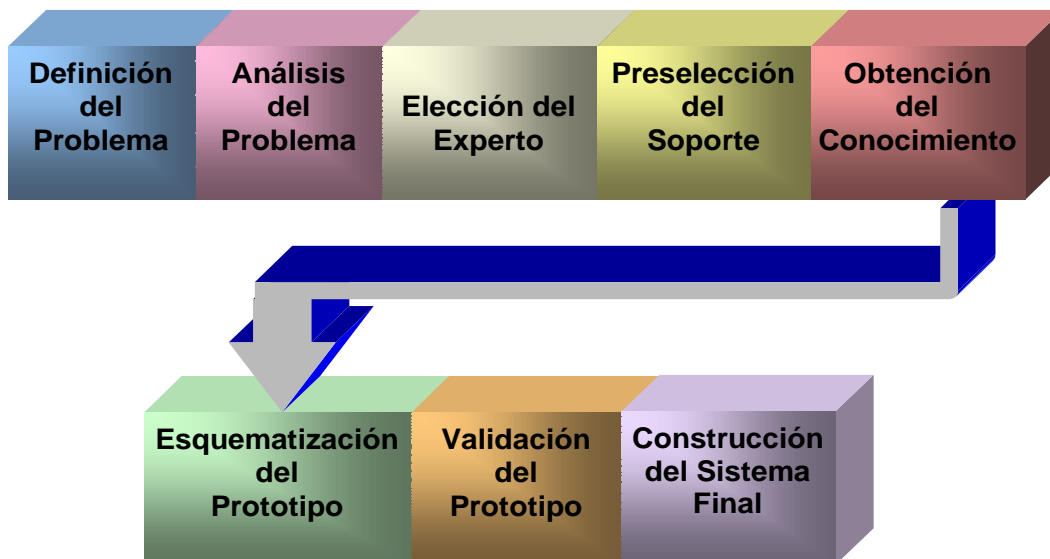


Fig. 2.1 Metodología General

2.1.1 Definición del Problema.

En esta etapa se plantea lo que se espera del Sistema Experto, de manera que quede bien definido en que consiste, que metas se pretenden alcanzar y los requerimientos que hay que suplir. Para el presente trabajo, este consiste en resolver los cuadros clínicos de micosis, las cualidades para un diagnóstico efectivo, la inclusión del conocimiento médico en la base de conocimiento, y los métodos para representarlo; de manera que resuelva las necesidades que se buscan aplicando Inteligencia Artificial.

El primer paso para diseñar un prototipo que emule el conocimiento del experto, es la creación formal y manejable del área que se está tratando. Debido a esto, la intervención del experto como aportador del conocimiento es vital desde un principio del proceso, haciendo énfasis desde un inicio en la importancia y necesidad en el desarrollo de un Sistema Experto, para lograr con ello que se mantenga activo e interesado durante el desarrollo de las entrevistas.

2.1.2 Análisis del Problema

Luego de definir el problema formalmente, el segundo paso en la resolución de este, es el análisis del mismo, que incluye una parte muy importante puesto que en la profundidad y rapidez que se analice; hará que avance el diseño y desarrollo del prototipo sin tener que perder mucho tiempo realimentándose por falta de cuidado en análisis previos, tomando en cuenta que se trabaja con expertos, los cuales manejan un tiempo de cooperación corto y estricto, evitando de esta forma el desgaste consultivo con el experto.

En esta fase del proyecto hay que determinar primeramente la metodología para los requerimientos del Sistema Experto para la resolución del problema, después es necesario delimitar el campo en que se desea la construcción del Sistema, que para este caso se definirá en los casos de micosis múltiples, y además

la tarea que se desea que realice, y por ultimo determinar el dominio del conocimiento dentro de la delimitación definida.

2.1.3 Elección del Experto

Es necesario contar con un experto que esté dispuesto a aportar sus conocimientos. Estos expertos deben de ser reconocidos como tales, contando los años de experiencia y tomando en cuenta su trayectoria curricular.

En este paso, es aconsejable realizar alguna presentación o modelo, que permita a los expertos conocer lo que se pretende que realicen y con ello facilitar su colaboración y entendimiento. Con esto se logra que el encargado del diseño (Ingeniero del Conocimiento), obtenga una retroalimentación de la información requerida.

Para este punto se puede hacer uso de herramientas para presentaciones visuales dentro de los cuales se pueden citar ejemplos como power point y flash a fin de demostrar al experto las generalidades del tema e introducirlo a lo que son los sistemas expertos.

2.1.4 Preselección del Soporte

En este punto hay que optar por elegir el lenguaje y las herramientas de desarrollo, para su creación y a su vez el hardware más adecuado. Deben considerarse los siguientes aspectos:

- El tipo de razonamiento a utilizar, que en este caso estará sustentado en la exactitud de la experticia que el experto proporcione.
- El sistema de representación de conocimiento en el cual estará basado.
- El tiempo de respuesta que tendrá el sistema.

Es importante a la hora de realizar la elección fijarse en las facilidades de desarrollo, ya que constantemente se va a estar modificando y depurando el Sistema Experto. Por lo que por ejemplo, detalles como editores que no permitan una depuración rápida, no se acomodarían a las necesidades de desarrollo del mismo, causando atraso o un desarrollo demasiado tardío.

2.1.4.1 Investigación del shell adecuado.

Existen diversos shells que se pueden ocupar, unos más especializados y capaces de representar el conocimiento que otros. La elección de éste esta limitada por su flexibilidad, su rapidez en el desarrollo y su accesibilidad en el mercado.

Para este punto y con relación al desarrollo del prototipo del Sistema Experto en Micosis Múltiples, se definió usar Visual Prolog como herramienta final del prototipo, debido a sus características de desarrollo, y la integración de motores de búsqueda dentro de su shell, ahorrando tiempo en la realización, permitiendo de esta manera dedicar el mayor tiempo a definir el conocimiento, y a estructurarlo de tal forma que se acomode a las necesidades del ciclo de desarrollo.

Para tal efecto el prototipo final está construido con la herramienta shell de Visual Prolog, gracias al manejo de interfaces amigables y que puede correr en ambientes gráficos.

A. Descripción de Visual Prolog

Visual Prolog es el resultado de muchos años de arduo trabajo. La primera versión de Prolog, como se describió en el capítulo anterior, fué desarrollado en la Universidad de Marsella, Francia por Alain Colmerauer, aproximadamente en los años setenta. El resultado fué un lenguaje mucho más potente que muchos lenguajes de hoy en día como pascal y C. Un programa en Prolog ocupa mucho menos líneas de programación que uno en el lenguaje C.

En la actualidad Prolog se ha vuelto una muy importante herramienta dentro de la programación de aplicaciones de inteligencia artificial y el desarrollo de sistemas expertos en los países donde se estudian y desarrollan estas tecnologías. La demanda de más usuarios y programas inteligentes es otra razón de la popularidad de Prolog; pero el más importante beneficio de Prolog es que se aplica muy bien a cualquier dominio, permite al programador el modelado lógico de las relaciones entre los procesos y los objetos. Los problemas complejos son más fáciles de resolver, siendo el resultado un programa fácil de mantener a través del ciclo de vida.

Prolog es conocido como un lenguaje declarativo. Esto significa que teniendo los hechos y reglas necesarios, Prolog usa razonamiento deductivo para resolver sus problemas de programación. Esto contrasta con los lenguajes para sistemas tradicionales como Visual C++, Visual Basic, entre otros que son lenguajes procedurales, en los cuales se proveen las instrucciones paso a paso, para que el sistema resuelva el problema, para lo cual el programador debe saber de antemano todas las respuestas. Sin embargo en Prolog lo único que necesita es proveer la estructura del problema y establecer las reglas para que esto se cumpla y Prolog busque la solución.

Visual Prolog esta orientado al mismo mercado de los sistemas de banco de datos SQL, C++, y otros. La tendencia en las organizaciones hoy, es resolver todo con la tecnología de banco de datos; y Prolog tiene estas facilidades, de poder conectarse a bancos o bases de datos y tener una interfase amigable y gráfica.

Aunque Visual Prolog hace la programación mucho más fácil, cuando se trabaja con inteligencia artificial también puede hacer grandes demandas en la computadora; esto se debe a que sus programas son compilados al momento de su ejecución.

Las aplicaciones de Visual Prolog se extienden mas allá de los límites de la inteligencia artificial. El alto factor de abstracción, y la facilidad y simplicidad con que los datos complejos se representan en formas de estructuras, permite un acercamiento a programar en el mismo.

Características

Las características que posee Prolog, así como las herramientas que posee para programar son:

- a) Interfase de programación amigable.
- b) Generador de proyectos para trabajo con objetos.
- c) Editor integrado.
- d) Módulos para generar interfaces visuales.
- e) Generación de interfaces CGI y soporte a las mismas.
- f) Manejo de Base de Datos Interna.
- g) Manejo de arquitectura Cliente Servidor.
- h) Conexiones ODBC.
- i) Conexión con Interfaces en C++.

Su distribución es a través de un charter¹ y es la herramienta especializada de mas accesibilidad, y mayor flexibilidad. Por tales motivos esta se establece como el Shell adecuado para desarrollar el prototipo final.

2.1.5 Obtención del Conocimiento

El conocimiento debe extraerse del experto humano, formalizarse a fin de que sea completo, sin ambigüedades, para después representarlo en el shell de desarrollo elegido.

¹ Charter: Servicio de envío y encomienda.

Este punto es el que consume los mayores esfuerzos del diseño ya que por una parte es largo y tedioso y por otra parte una incorrección en la base de conocimientos invalidaría el Sistema Experto.

Como se explicó anteriormente, esta metodología es considerada híbrida debido a que para su construcción y definición se han tomado como base metodologías existentes en bibliografías antes mencionadas; de las cuales se fueron estudiando y analizando en todo su proceso y estructuración. Se requirió luego del estudio; realizar una combinación de estos y además agregar a ellos nuevos elementos que permitieran explicar de mejor manera y mucho más detallada aquellos procesos que en ciertas citas bibliográficas se muestra de una manera general. Por ello, se ha representado en la gráfica de la figura 2.2, un desglose sobre las sub-fases que componen la obtención del conocimiento como parte fundamental para la representación de un sistema experto. Dichas sub-fases se describen a continuación.

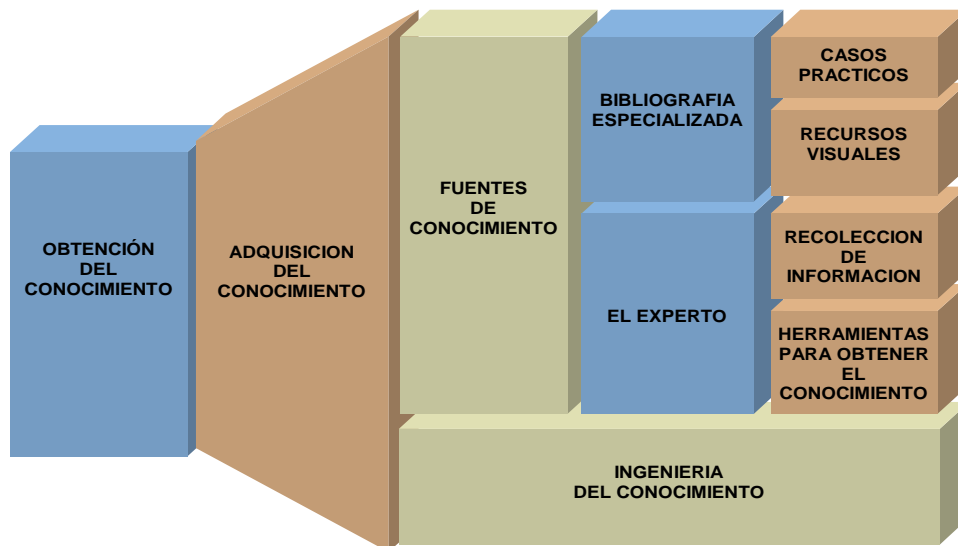


Fig. 2.2 Elementos en el Proceso de Obtención del Conocimiento

2.1.5.1 Adquisición del conocimiento

Esta es de las actividades en la cual hay que tener especial cuidado, siendo minuciosos cuando se obtiene el conocimiento del experto, puesto que de este dependerá la aproximación del razonamiento que realice el prototipo.

Del conocimiento que aquí se obtenga, parte también la correcta delimitación de sub-dominio o área específica en que se involucra el sistema; para efectos de trabajo el sub-dominio lo representan las micosis múltiples del conocimiento dentro de la cual trabaja el prototipo, para evaluar los caminos necesarios para realizar diagnósticos, que son obtenidos de la inferencia que realiza él médico para llegar a su razonamiento final.

2.1.5.1.1 Fuentes de adquisición del conocimiento

Existen aspectos logísticos, por los cuales se tiene que dividir el tiempo entre los distintos tipos de fuentes de conocimiento, como por ejemplo la disponibilidad de tiempo del experto, ya que debido a sus ocupaciones, la obtención del conocimiento, se limita a citas y entrevistas, las cuales se deben aprovechar al máximo.

Por esta razón, se pueden buscar otras fuentes que no entorpezcan lo que aportara el experto debido a que se enfoca en el conocimiento teórico; para el tema en estudio, siendo la medicina una ciencia exacta; el conocimiento teórico es igual para cada caso patológico que se estudia dentro del sub-dominio de las micosis múltiples.

Otra razón importante es que el complemento de lo descrito en el párrafo anterior ayuda a ambientarse con el dominio del conocimiento, para estructurar mejor lo que él médico aporte, principalmente, el diagramar la experiencia que tiene dentro de su área especializada; logrando complementar la visión del diseño que el prototipo presenta para cumplir sus diagnósticos.

Dentro de las fuentes que se utilizan para la obtención del conocimiento y ambientación se encuentran:

- Bibliografía Especializada
- El Experto
- Información de Internet

A. Bibliografía Especializada

La bibliografía permite familiarizarse con el léxico del experto y un conocimiento más objetivo del problema, así como también a tener una visión teórica del área que investiga el ingeniero del conocimiento, permitiendo un acercamiento en la comunicación, brindando la oportunidad de guiar al experto hacia lo que se pretende obtener de su parte.

Dentro de la bibliografía especializada se encuentra la obtención del conocimiento en las siguientes formas:

1. Casos prácticos

Los casos prácticos dan una visión objetiva del subdominio del prototipo basada en experiencia de los aspectos técnicos y particulares; ya que este tipo de bibliografía esta siempre hecha por expertos en el campo, los cuales transmiten su conocimiento y experiencia a través de la creación de libros científicos y prácticos y que han alcanzado una capacidad de síntesis y de transmisión del conocimiento especializado muy desarrollada.

Para esta investigación, se habla de las características sintomáticas que poseen las enfermedades dermatológicas. De la bibliografía que se estudia se toman aspectos importantes como el diagnóstico morfológico y el diagnóstico topográfico de cada tipo de dermatosis y sus características referentes a las micosis.

2. Recursos Visuales

Este tipo de recursos contribuyen en gran medida a formarse criterios visuales que permiten aportar información descriptiva que de forma escrita no se podrían observar. Así se tiene por ejemplo los diagramas, los planos, las fotografías, esquemas gráficos entre otros; que ayudan a comprender y distinguir formas, colores, dimensiones, medidas etc.

Como ejemplo en esta investigación, se tienen las fotografías de los casos de enfermos por dermatosis que permiten observar y comparar el conocimiento teórico y bibliográfico que se recopila tanto del experto como de libros especializados. De esta manera los ingenieros del conocimiento, pueden estructurar mejor el dominio dentro del cual el Sistema Experto trabajará, al enriquecerse visualmente de fotografías de pacientes que padezcan de algún tipo de micosis permitiéndoles entender mejor el conocimiento y la experticia que les pueda transmitir el médico.

Esto permite estudiar de manera observativa el alcance y característica de las micosis múltiples, y aprovechar mejor el tiempo que el médico brinde, creando una forma de entendimiento más estrecha.

B. El Experto

Un experto adquiere su conocimiento práctico o experiencia ejerciendo su profesión a través de muchos años, y es de todos conocido que la experiencia es difícil de transmitir de una persona a otra. Un experto además sigue perfeccionándose asistiendo a reuniones, seminarios, cursos, congresos, talleres, capacitaciones etc.

El médico es la fuente de experiencia que proporciona los mejores caminos para diagnosticar los tipos de micosis que presenta el paciente, pero se tiene que lograr una buena comunicación entre el experto y el ingeniero del conocimiento, para

que la transmisión de información sea lo más cercana a la experiencia real. Para lograr este objetivo se ocupan los siguientes tópicos metodológicos para obtener esta información del experto.

1. Recolección de información del experto

Dentro de las fuentes de recolección de la información y conocimiento que se utilizan para el desarrollo y diseño de un sistema se encuentran las fuentes primarias, que son todas aquellas de las cuales se obtiene información directa, también conocida como información de primera mano. Estas fuentes pueden ser los conocimientos teóricos, conocimientos prácticos, observación de desempeño en el área de trabajo, etc.

Se obtiene información primaria cuando se observan directamente los hechos o cuando se entrevistan directamente a las personas que tienen relación directa con la situación objeto del estudio, y no cuando se lee en revistas especializadas o bibliografías en cualquier campo en que se trabaje.

Existen distintas herramientas metodológicas para la obtención del conocimiento, dentro de las cuales se ocuparan sesiones de entrevistas. Dicha técnica esta orientada a establecer contacto directo con las personas que se consideren fuentes de información, para obtener información más espontánea y abierta. Además durante el desarrollo de la misma, puede profundizarse la información de interés para el estudio.

2. Herramientas para obtener el conocimiento experto.

En la actualidad se emplean las siguientes herramientas para obtener el conocimiento de los expertos humanos.

- La observación, en la que el ingeniero del conocimiento se familiariza con el modo o forma de “trabajar” del experto. Dicho ingeniero de conocimiento va anotando el proceso, y este documento llega a ser la base de un protocolo de análisis. Es adecuado para ambientarse con el problema, cuando el experto no es capaz de explicar el proceso que sigue.
- La entrevista, en la que se obtiene la información mediante el planteamiento de preguntas y problemas. El control o dirección de este método son los aspectos que va aportando el experto. Es adecuada en los primeros pasos de la obtención del conocimiento; cuando el ingeniero desconoce completamente el problema. Este método tiene el inconveniente de que el experto en muchas ocasiones no es consciente del conocimiento que tiene o del que se le solicita, puesto que los aplica de manera instintiva, y de manera mecánica, sin detenerse a razonar el camino o los conocimientos que ocupa.
- El protocolo de análisis, en una entrevista estructurada, permite al ingeniero saber de antemano que datos necesita obtener del experto y la forma de cómo estructurarlos. Es un método adecuado para los últimos pasos de la obtención del conocimiento, o cuando se domina en cierta medida el problema, y permite una representación uniforme del mismo.
- Los informes, el experto explica de forma oral o escrita los distintos tipos de problema y como los resuelve. Es un método adecuado para los primeros puntos del desarrollo de la base de conocimiento. El inconveniente que tiene es el esfuerzo y dedicación que tiene que realizar el experto.

- Inductivo, en el que el ingeniero obtiene el conocimiento de una serie de ejemplos tipo resueltos. Se emplea cuando el experto no esta disponible a tiempo completo. Esta forma de obtención del conocimiento es muy común en muchas investigaciones, por ejemplo, este estudio se apoyo en la lectura de los historiales clínicos de pacientes en medicina existentes en la bibliografía especializada.
- Los cuestionarios son una técnica de recopilación de información que permite estudiar las actitudes, creencias, comportamiento y características del experto. Estos pueden servir, por ejemplo para recolectar la información completo referente al cuadro clínico de cada una de los tipos de micosis y sus diferentes tratamientos, dependiendo de las características de los pacientes en cuanto a edades, sexo etc.

2.1.5.1.2 Ingeniería del conocimiento

Una parte muy importante a considerar es el papel que se hace como receptores de información e intermediarios entre el experto y el diseño del sistema, para esto existe el termino Ingeniería del Conocimiento cuya función es adquirir el conocimiento y estructurarlo en la base del sistema.

Esta es comúnmente una etapa con algunas dificultades dentro del diseño, puesto que se intenta llegar a un entendimiento de un campo específico el cual el Ingeniero del conocimiento nunca ha estudiado y el entender el razonamiento que el experto proporcione o logre transmitir.

La figura 2.3 se muestra el proceso que se realiza como parte de la ingeniería del conocimiento.

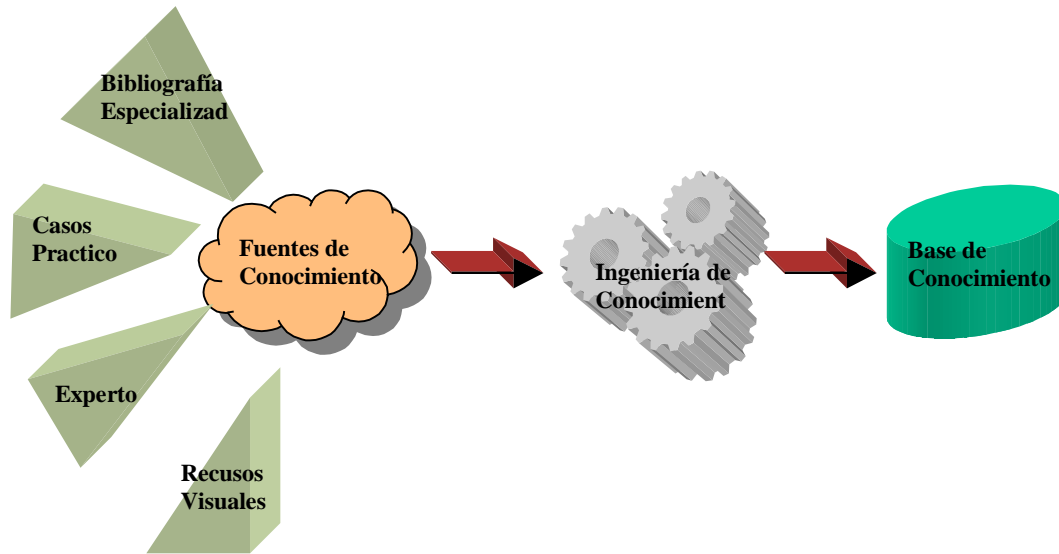


Fig. 2.3 Esquema funcional de la Ingeniería del Conocimiento

2.1.6 Esquemmatización del Prototipo.

El esquema general del Sistema Experto sirve para evaluar por parte de los expertos la validez del mismo desde el punto de vista del conocimiento y no de la herramienta.

Otras utilidades que aunque no tan académicas no por ello son menos importantes son el mostrar al experto que todo el esfuerzo realizado no ha sido en vano y con ello mantener o mejorar la colaboración del mismo, que puede llevar incluso a la aportación de ideas en la concepción del prototipo del Sistema Experto.

2.1.7 Validación del prototipo.

Este es un punto crítico puesto que el número de problemas que pueden plantearse en teoría es ilimitado y no siempre pueden probarse todos ellos.

Las validaciones por lo general consisten en enfrentar al conocimiento del Sistema Experto contra el experto humano, el cual estudia el comportamiento del mismo frente a una gama de problemas comparando la resolución que da el sistema con la que el realizaría. La palabra que mas espera oír el ingeniero del conocimiento del experto humano es “me parece una solución aceptable”.

2.1.8 Construcción del Sistema Final.

Aparte de la traslación del Sistema Experto esquematizado; en esta fase debe cuidarse en especial la protección del flujo normal del programa, frente a las malas operaciones por parte del usuario, las entradas y salidas de los datos de forma que sean lo más sencillas posibles, la optimización del consumo de recursos del ordenador. Además hay que confeccionar en esta fase toda la documentación del Sistema Experto final.

2.2 ESTRATEGIAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN EN EL DESARROLLO DE PROTOTIPOS

Hoy en día predominan las tecnologías convencionales, y las técnicas que se ocupan en el desarrollo de programas de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos, solo se llegan a dominar basándose en la experiencia; es por este motivo que se trabaja con técnicas de prototipado como por ejemplo, el prototipado rápido entre otros.

Como parte de la investigación se ha considerado como aspecto importante ofrecer una mejor orientación acerca de cuando utilizar este método y de esta manera familiarizarse con ella de una forma sencilla como se presenta a continuación.

¿En que momento se pueden ocupar estos métodos en el desarrollo?

a. Antes de comenzar...

...para mostrar el concepto a los experto e Ingenieros del conocimiento.

b. Comenzando...

...para reunir los requerimientos iniciales de del sistema.

c. Después de empezar...

...para validar la evolución de los requerimientos del sistema.

d En las etapas intermedias...

...para validar las especificaciones del sistema.

e En las etapas finales...

...para explorar soluciones a problemas de diseño o de función específica.

El diseño y la especificación de los Sistemas Expertos requieren una temprana determinación de la interfase del software y de la funcionalidad de los componentes. En el desarrollo de estos sistemas los cambios son frecuentes durante y también después de su implementación, debido a que los requisitos se han ido cambiando y

han obtenido mayor precisión, o porque se ha descubierto que deben iniciarse otras vías de solución. Durante el desarrollo, resulta más apropiado empezar con implementaciones de tipo prueba y error, para encontrar el camino hacia una solución definitiva y para hacerla coincidir con las necesidades establecidas en el planteamiento inicial del sistema experto.

El método más ideal para desarrollar un Sistema Experto es el llamado "Prototipado rápido". Es un método interactivo que consta de los siguientes niveles respecto al conocimiento:

- Identificación.
- Conceptualización o estructuración.
- Formalización e Implementación
- Verificación.

Estos pasos son repetidos hasta el cumplimiento de criterio de interrupción. De esta forma es posible crear un prototipo capaz de ejecutar una función y de mejorarlo cada vez más con un esfuerzo de desarrollo relativamente pequeño.

Para efectos del desarrollo del sistema en estudio se hace uso de la técnica de prototipado rápido con el fin que el experto se involucre en la validación del conocimiento que se incluye en el mismo; Además la efectividad en los diagnósticos y la precisión en la búsqueda de estos. De esta manera se acorta el tiempo en cuanto al inicio del proyecto y el producto final debido a que al cerrar el ciclo de validación se comienza de nuevo y el prototipo se aproxima más al producto final; es decir que el prototipo del sistema se hace desde el principio con muy poco conocimiento y ese se ocupa para afinarlo en el proceso de construcción y los problemas de diseño se solucionan en el camino. Lo más importante de esto es que la investigación se lleva a la par de la construcción, y se va validando mediante pruebas.

El prototipado rápido modela el producto final y permite efectuar una comprobación sobre determinados atributos del mismo sin necesidad de que se tenga completa la información, con el fin de poder observar y comparar los avances en el desarrollo y diseño, y no afectar etapas posteriores. Dicho instrumento de construcción y diseño es considerado rápido y confiable; el cual se adecua en casos en los cuales no hay precedentes de proyectos de iguales características o especificaciones. Ayuda a su vez, cuando la evolución del sistema tiene que ser de forma rápida y validarse constantemente, siendo útil al usuario para que verifique la validez de los requerimientos que solicita.

A medida que el desarrollo progresa y el producto se completa, el prototipo va adoptando la arquitectura y características del producto final.

Ventajas de Trabajar Con Prototipado Rápido

- Los prototipos son fácilmente modificables.
- Mejora la relación entre ingenieros, expertos y usuarios.
- Permite proporcionar la prueba conceptual necesaria para la consolidación en el proceso.
- Son indicadores del progreso en las etapas tempranas del desarrollo.
- Puede reducir los malos entendidos entre desarrolladores y expertos.
- Permite reducir los costes de rediseño si los problemas se detectan pronto, cuando son fáciles de localizar.
- Puede reducir el tiempo requerido para la prueba si los problemas se detectan pronto, cuando son fáciles de localizar.

2.3 RESULTADO DE LA INVESTIGACION DE CAMPO (Situación Actual)

2.3.1 Introducción

Mediante la investigación realizada, se pudo obtener información real y actualizada acerca de la Inteligencia Artificial y los Sistemas Expertos; auxiliándose de métodos investigativos que permiten realizar estimaciones de variables de una población previamente seleccionada. A continuación se describe el resultado que se obtuvo del estudio realizado.

2.3.2 Descripción de Cómo se Realizo el Estudio

Se ha realizado un estudio descriptivo con el objetivo de obtener el conocimiento para su análisis, diseño y mejor comprensión de esta disciplina. Para desarrollar lo anterior se requirió hacer una medición de dicha información a una población que se encontrara involucrada con estos conocimientos. Se extrajo luego, una muestra de esa población para ser encuestada y poder así recoger los datos que permitieran modelar la situación que presentan los Sistemas Expertos hoy en día.

Para llevar acabo el cálculo de la población y muestra de este trabajo, se realizó un análisis para conocer que método se apegara mejor a la investigación; y se opto por hacer uso del método de selección de informantes claves. Este permite recurrir a fuentes claves de información, en otras palabras se refiere a la opción de elección de personas conocedoras del tema en estudio; a diferencia del método probabilístico el cual no aplicaba al proceso debido a que la población seleccionada era menor de 100 sujetos.

Para toda investigación se requiere de elementos informantes para realizar los análisis, pruebas, ensayos y procesos que se requieren para el desarrollo de la misma. Dentro de los elementos se citan ingenieros quienes aportan información sobre el avance tecnológico y de conocimiento en esta área, medico experto quien

contribuye con los conocimientos formativos y de experiencia en una especialidad determinada como por ejemplo la dermatología (Tratado de las enfermedades de la piel), universidades quienes brindan conocimientos puntuales sobre el nivel de enseñanza en dicha rama. En la tabla 2.1 Se presentan los elementos descritos a continuación.

ELEMENTO	DISTRIBUCION
Ingenieros del Conocimiento	12
Medico Experto	1
Universidades	4
Total	17

Tabla 2.1

2.3.3 Situación de las Universidades en el País

Las principales Universidades de El Salvador como lo son la Universidad Don Bosco, Universidad de El Salvador, Universidad Tecnológica, Universidad Centro Americana Dr. José Simeon Cañas, cuentan con escasa información no actualizada, siendo la ultima universidad mencionada la que posee mayor bibliografía e información sobre el tema, contando también con trabajos de graduación en el campo de desarrollo de un Sistema Experto en el área Vocacional elaborado en 1992 y un Sistema Experto en el diagnóstico de enfermedades venéreas y control de pacientes en 1994, también cuentan con algunas otras tesis de carácter investigativo y de desarrollo referente a la Inteligencia Artificial.

En la Universidad Don Bosco se cuenta con poca bibliografía orientada a este campo y entre otros trabajos de graduación como un Sistema Experto para el diagnóstico en las prótesis para amputaciones en miembros inferiores.

En la actualidad la Universidad Tecnológica es la primera que ha diseñado un pensum en el cual se planea la inclusión de una materia llamada Inteligencia

Artificial. Este pensum será vigente para los alumnos de nuevo ingreso del ciclo I del 2003 en la especialidad de Licenciatura en Informática. Esta asignatura presentará y estudiará los aspectos básicos referentes a los lenguajes Incontextuales, teoría de la conmutabilidad, maquinas de Turin, funciones recursivas y la complejidad computacional. Además obtendrán conocimiento acerca de los Sistemas Expertos y las Bases de Conocimiento en su aplicación práctica. Vale la pena mencionar que esta materia pondrá las bases para plantear formalmente los métodos de inferencia y control sobre un conocimiento, y los tipos de razonamiento, como el razonamiento incierto, la probabilidad y los teoremas de Bayes, incluyendo los factores de certeza y razonamiento difuso.

2.3.4 Conocimiento por Parte de los Ingenieros Graduados

Dentro del desarrollo del presente trabajo, no podría considerarse completo sin un análisis de resultados que permita conocer la situación actual que involucra a la ciencia de la Inteligencia Artificial y las sub-areas que la componen. Con ellos, se crean los parámetros y razones que brindan soporte a esta investigación; y que a su vez permiten dar a conocer la importancia del mismo.

Se partió entonces, de un punto clave para la elaboración de este tipo de documentación; el ingeniero del conocimiento, que como se ha explicado anteriormente es el experto en el desarrollo de aplicaciones con Sistemas Expertos.

Aunque es pequeño el porcentaje de la muestra que ha trabajado o evaluado este tipo de herramientas, dejan entre ver que estos sistemas poseen una amplia capacidad para el desarrollo de aplicaciones en las áreas educacionales y laborales.

Los análisis reflejan el estado actual de estos sistemas en cuanto a su enseñanza, estudio y desarrollo; dando a conocer que un índice alto de la muestra no posee amplio conocimiento sobre ellos; permitiendo crear un panorama de confusión sobre que son, en que consisten, y como funcionan estos, debido a que se

tiene un concepto no claro sobre los sistemas expertos con respecto a los sistemas tradicionales; es lo que hace que su desarrollo no se encuentre al nivel de los sistemas convencionales; pero al mismo tiempo los vuelve un tema interesante con respecto a una programación estructurada de los sistemas tradicionales. Este estudio deja las puertas abiertas para continuar su exploración y conocimiento en lo relacionado a sus bondades, así como también sus ventajas y desventajas; y de esta forma lograr dar un paso pequeño, pero significativo como inicio de toda ciencia en proceso de investigación; dando la pauta para generar un avance dentro de esta tecnología.

Para la obtención de todo lo descrito anteriormente, se auxilió de la técnica de “La Encuesta” utilizando como instrumento el cuestionario conformado de trece preguntas puntuales que se utilizan posteriormente en el análisis.

III. DESARROLLO Y DISEÑO

3.1 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO Y DISEÑO

Una consulta médica dermatológica como al igual que en otras especialidades se encuentra conformada básicamente en tres partes, la primera consiste en una exposición de la sintomatología de afección del paciente. La segunda consiste en la observación y revisión por parte del médico. Y la tercera consiste en la conclusión del diagnóstico y posible tratamiento.

El papel que desempeña el médico especialista en dermatología, en general, implica la identificación de una patología que designa las características generales del problema o caso clínico que se presenta. Basado en la metodología médica y su manera de inferir, el sistema toma dichos elementos y elabora un conjunto de preguntas que guían el curso de la consulta hasta llegar al diagnóstico.

El sistema parte con preguntas sobre características generales, que ubican al paciente dentro de un tipo de población ya sea, por su edad, ambiente, sexo, etc. Lo anterior es guiado por un árbol de decisiones que estructuran el conocimiento del experto. Al pasar las generalidades del problema, el sistema pasa a identificar síntomas específicos para lograr converger hacia una enfermedad u hacia otra.

Los eventos tomados anteriormente que llevan a desarrollar en un primer momento, el dominio en el cual se desenvuelve el sistema de manera general, y principalmente el diseño, tanto del flujo de información dentro del sistema y su ambiente, y el árbol de decisiones que este utiliza para obtener los diagnósticos, y la herramienta shell que está incluida en Prolog para desarrollar sistemas expertos rápidamente legibles y de forma personalizada.

3.2 DOMINIO QUE MANEJA EL SISTEMA

La medicina es una ciencia muy amplia y diversificada en cada una de sus especialidades, posee grandes volúmenes de información y terminología técnica poco entendible para personas que no posean conocimiento de la misma. Para efectos de estudio y construcción del prototipo del sistema, el dominio de conocimiento esta limitado al área de las micosis que son causadas por hongos, y que son frecuentes en ambientes tropicales.

Un pequeño número de hongos son capaces de causar enfermedades en el hombre con una verdadera infección. Para la mayoría de ellas la invasión del tejido del paciente es accidental, ya que su hábitat normal es el suelo, con excepciones en los dermatófitos, que residen en la epidermis, pelo y uñas; éstos son transmisibles de persona a persona o de un animal a una persona.

Dentro de esto se encuentran las micosis cuya clasificación es generalmente de acuerdo con la profundidad de su penetración formando de esta manera tres grupos:

- ◆ Micosis superficiales.
- ◆ Micosis sub-cutáneas.
- ◆ Micosis profundas.

Las micosis superficiales son enfermedades producidas por hongos que afectan tejidos como capa córnea de piel, pelos y uñas, así como las mucosas, Dentro de las más frecuentes son las pitiriasis versicolor y candidiasis, otras como son las tiñas, las cuales se clasifican de acuerdo con la parte afectada del cuerpo, por ejemplo, tinea pedís (o pie de atleta), tinea capitis, (o tiña de cuero cabelludo), entre otras.

Las micosis subcutáneas son infecciones que se inician cuando ciertos hongos habitantes del suelo se introducen bajo la piel mediante espinas o astillas, o

como contaminantes de las heridas. Las enfermedades que provocan estas infecciones, son caracterizadas por lesiones ulcerosas en la piel causadas por patógenos llamados levaduras, o por diversos hongos, con destrucción general de los tejidos.

Las más difíciles de detectar son las micosis profundas, cuyos síntomas pueden confundirse con otras enfermedades, debido a que estas afectan órganos internos; es aquí donde se hace énfasis en el aspecto del historial de la enfermedad para realizar el diagnóstico. Entre estas tenemos, Actinomicosis, paracoccidiodomicosis, histoplasmosis entre otras.

Para una mejor comprensión sobre lo relacionado con las micosis refiérase al Anexo II.

3.3 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Prolog es una herramienta multiplataforma, que puede correr en ambientes tales como MS-Windows 3.x, 95/98/2000, NT y plataformas OS/2, y aplicaciones con front-end de exploradores, tales como las Escrituras de CGI(Common Gateway Inteface) por sus siglas en ingles, etc. El prototipo de sistema experto del presente trabajo, posee una interface gráfica de 32 Bits, y requiere de por lo menos Windows 95 o superior para su ejecución, además un microprocesador Pentium o cederrón de 266 Mhz como mínimo, y al menos 64 MB de RAM; debido a que cada vez que el sistema es ejecutado, ó se realiza un cambio en el mismo, este se vuelve a compilar, y utiliza gran parte de la memoria y tiempo del microprocesador.

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE DATOS CONCEPTUAL

Para que el sistema tenga comunicación entre el exterior, y su base de conocimientos, se necesita establecer un flujo normal de datos, que permita visualizar el traslado de información dentro del prototipo en la cual intervienen las entidades ya conocidas: el experto, el paciente, y el Ingeniero del conocimiento.

En los sistemas convencionales, existe la simbología DFD(Diagrama de Flujo de Datos), que se estructura por niveles jerárquicos, de un nivel general de procesos hasta su nivel más granular, en el cual se muestran los procesos y variables más internos, con mayor detalle. Sin embargo, para los sistemas expertos, es mucho más práctico un DFD a escala conceptual, debido a que lo que circula de un componente a otro es conocimiento en forma de preguntas y respuestas, y no procesos.

A continuación en la figura 3.1, se muestran los elementos y flujos normales de conocimiento en el prototipo MEDIDERM.

DFD Conceptual del Sistema Experto MEDIDERM

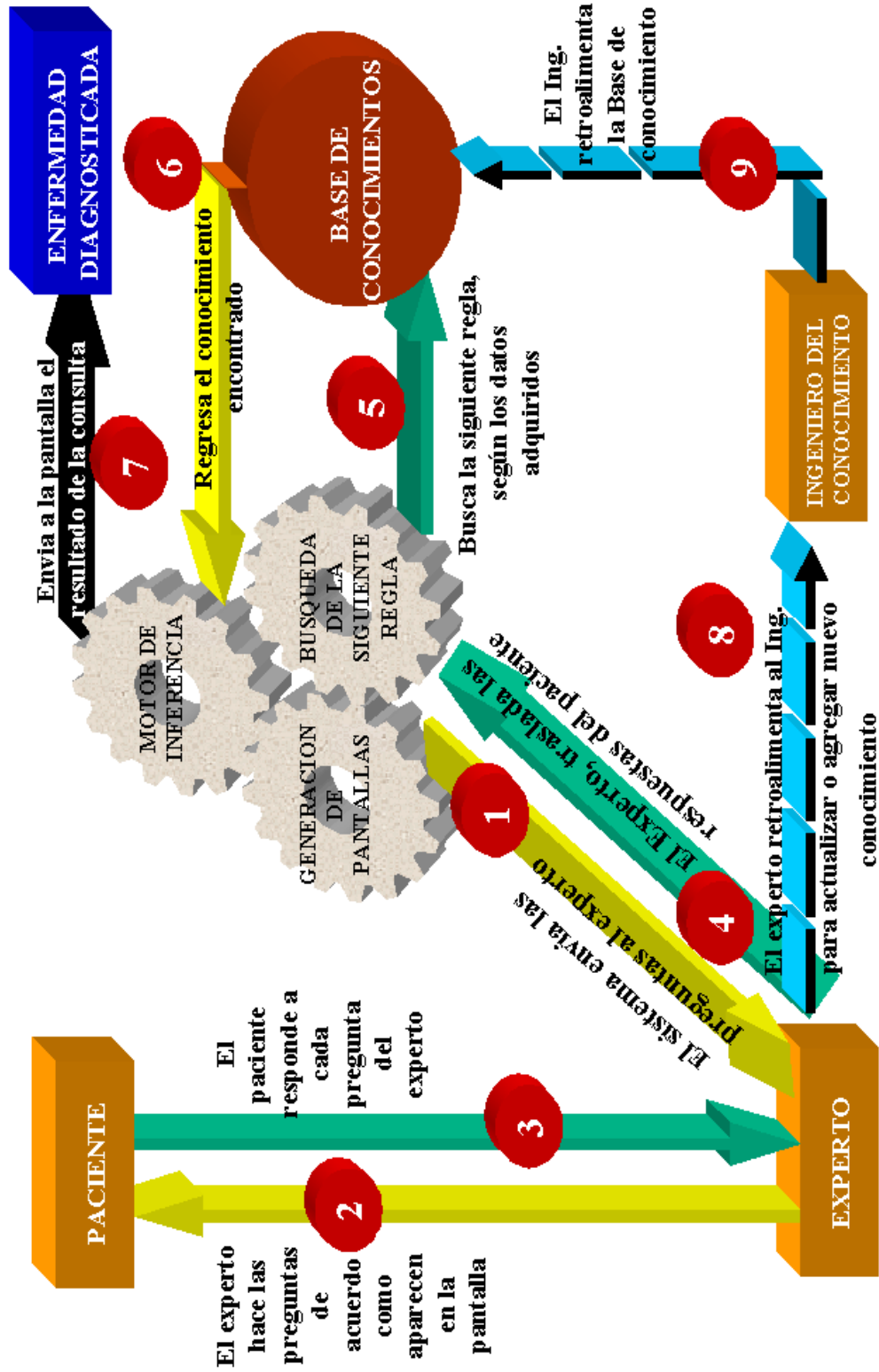


Fig. 3.1

Figura 3.1 DFD Conceptual del sistema MEDIDERM

3.5 DISEÑO DE LA BASE DE CONOCIMIENTO

La base de conocimiento, como se ha mencionado en los capítulos anteriores, es uno de los dos elementos más importantes del Sistema Experto, la razón de esto, es porque aquí reside todo el conocimiento sustraído de una forma abstracta de los especialistas humanos y el Ingeniero de Conocimiento.

Las patologías micóticas, mejor conocidas como enfermedades producidas por hongos que llegan a radicar en la piel, también antes descritas en este capítulo(Dominio del sistema experto), se vuelven un conjunto de información que dan cabida al proceso de la consulta médica. Para ello, se extrajeron las enfermedades categorizadas por las diversas micosis que presentan los pacientes en sus diferentes etapas de evolución (micosis superficiales, micosis subcutáneas y micosis profundas).

3.5.1 Descripción

En la Representación del conocimiento se plasman aspectos de estructuración que permiten crear un ambiente fácil de comprender al momento de crear la base de información. Dichos aspectos conllevan a colocar el conocimiento colectado de forma ordenada permitiendo así, definir la estructura que mejor se apegue al razonamiento del experto; y para esto, se ocupa la sintaxis BNF para definir la base de conocimiento(la sintaxis BNF se explica mas adelante en el Manual Técnico) .

De acuerdo con lo anterior y para efectos del presente trabajo se ha creado la base de conocimiento del prototipo de sistema experto a la cual nos referiremos de ahora en adelante con el nombre de MEDIDERM (MEDICINA DERMATOLIGA); conforme al estudio del proceso que se lleva a cabo entre el médico y su paciente.

Mediante el desarrollo de la consulta se fueron observando los siguientes aspectos que se requieren para obtener el diagnóstico de una enfermedad dentro de las micosis.

1. Sexo:

Por medio de este elemento se llega a conocer al tipo de población a la que afecta cada enfermedad.

2. Edad:

Es de importancia conocer la edad del paciente, debido que para cierta edad existen ciertas enfermedades. Punto importante ya que permite ir filtrando el diagnóstico.

3. Sintomatología:

A este nivel se llega a la parte que refuerza al cuadro clínico como lo es la sintomatología. Dichos síntomas pueden ir desde simples dolores hasta fiebres, convulsiones, trastornos mentales entre otros; que van cerrando los caminos para llegar a la meta final.

4. Historial:

Cada enfermedad puede evolucionar, o presentar síntomas que luego desaparecen y pueden ayudar a diagnosticar la enfermedad que tiene.

5. Topografía:

Es de vital importancia reconocer la localización de lesiones que permitan guiar el tipo de micosis que presenta el paciente. De acuerdo a su ubicación existen enfermedades que solo se evolucionan de determinada parte del cuerpo.

6. Morfología de la Lesión:

Una parte que toma gran consideración en este desarrollo es el tipo de lesión que muestra la piel afectada, una vez determinada la ubicación de la misma.

La razón de esta, es porque en su morfología se ve integrada por factores que la caracterizan y permite conocer el tipo de lesión que es. Dentro de dichos factores se describen los siguientes:

a) Forma

Con este elemento se puede observar si la lesión es redonda, ovalada, poligonal, circunscrita etc., como lo es el caso de una lesión Mácula circunscrita.

b) Espesor

El espesor permite conocer la consistencia de la lesión como puede ser una lesión blanda, dura, leñosa, escamosa o renitente.

c) Color

Al igual que los dos aspectos anteriores, el color permite reconocer que tipo de manifestación patológica que presenta la lesión.

d) Borde

Como toda lesión posee un borde que permite observar si la lesión posee pus, por su inflamación de sus bordes activos.

e) Superficie

Finalmente la superficie describe si la lesión es lisa, rugosa, brillante etc.

Al final del proceso morfológico se conoce el tipo de lesión que posee el paciente y qué lo produjo.

Siguiendo el curso de la consulta, el médico se rige por el sistema climatológico que conlleva a ciertas enfermedades que se desarrollan en cada estación del año, sea éste por exceso de humedad, la región, climas tropicales etc., que le permite inferir el hábitat donde el período de incubación del hongo sea el más

adecuado para su proliferación. Finalmente, se brinda luego del examen, el diagnóstico más certero dando a conocer el tipo de patología y micosis que padece.

3.5.2 Estructura del Árbol de decisiones de MEDIDERM

Para una mejor comprensión de lo descrito anteriormente se ha estructurado toda la información dentro del marco que integra un árbol de decisiones donde se puede observar todas las caracterizaciones para llegar al cuadro clínico. Las ramas del árbol recorren cada etapa de la consulta y van filtrando toda la información, tanto la que proviene del paciente como son sus síntomas, y la proporcionada por el médico como lo es la morfología de la lesión etc. A continuación se presenta la simbología que se utiliza dentro del árbol de decisiones.

Simbología.







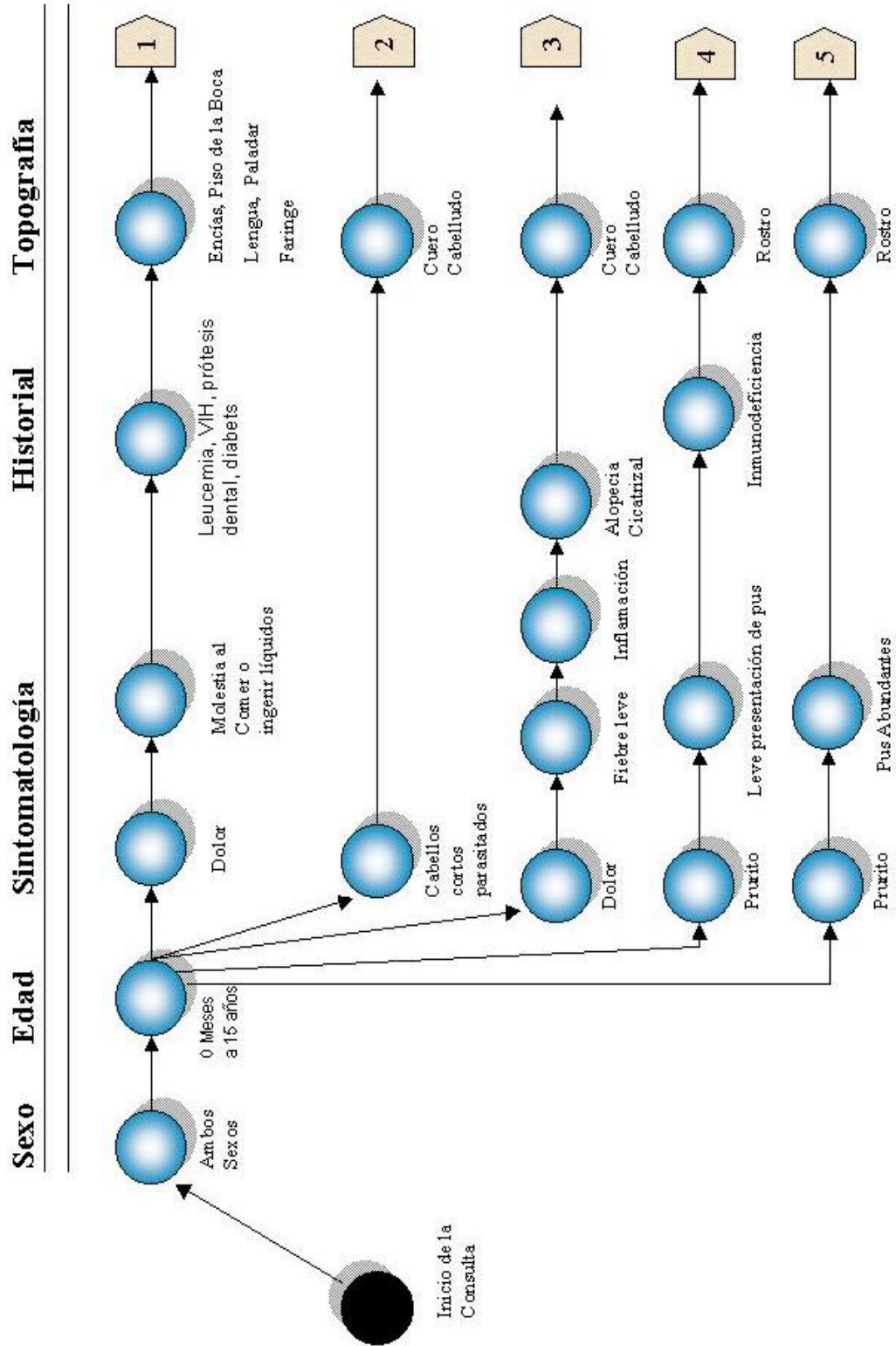
-  Inicio del proceso de la Consulta Médica.
-  Proceso subsecuente a través del diagnóstico
-  Conector de fin de página para cada proceso.
-  Conector de inicio de página para cada proceso.
-  Indicador del flujo de la información.
-  Evento Final o realización de la meta esperada. (Finalización del diagnóstico)

Fig. 3.2

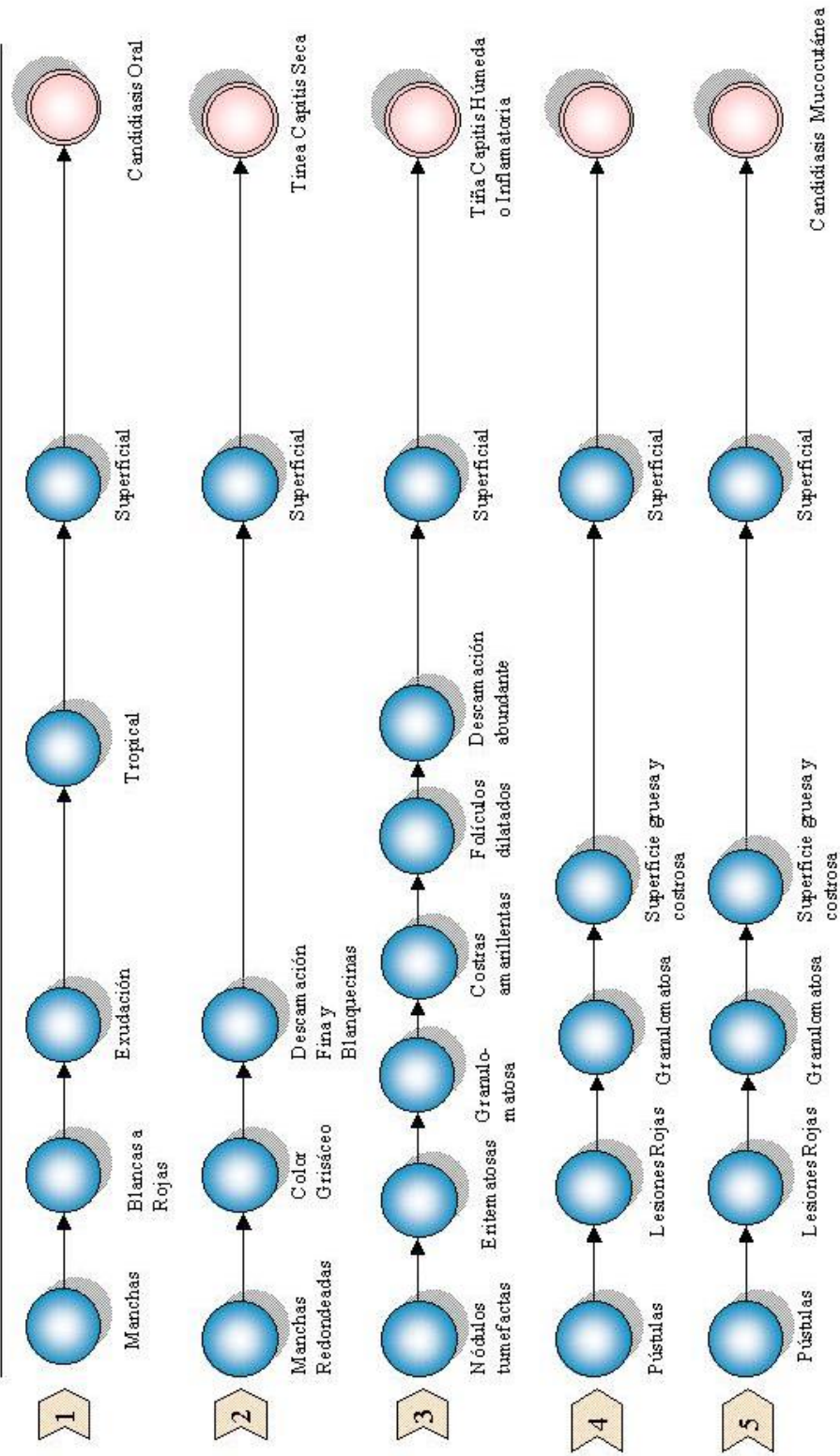
Diagnósticos



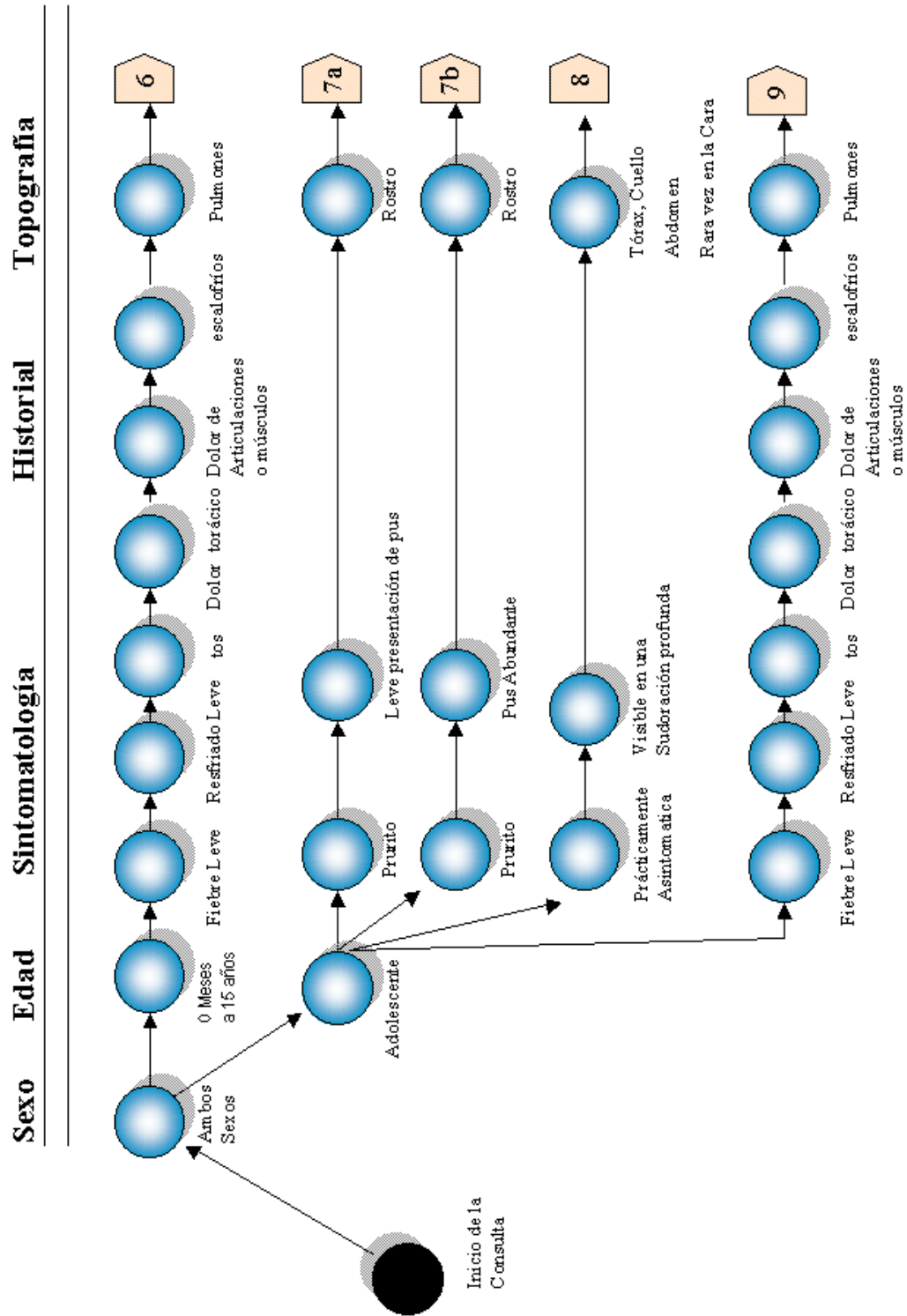
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



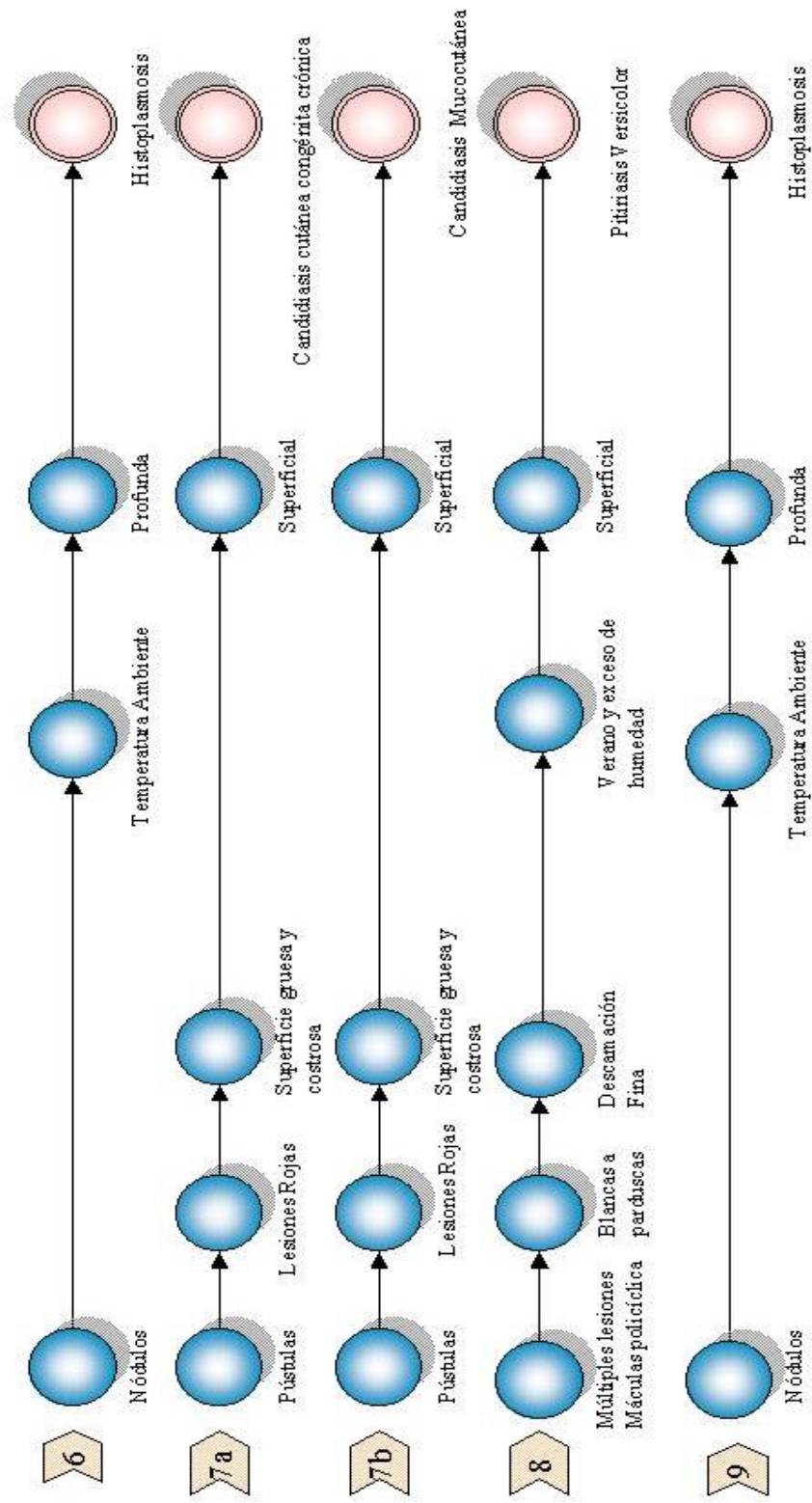
Diagnósticos



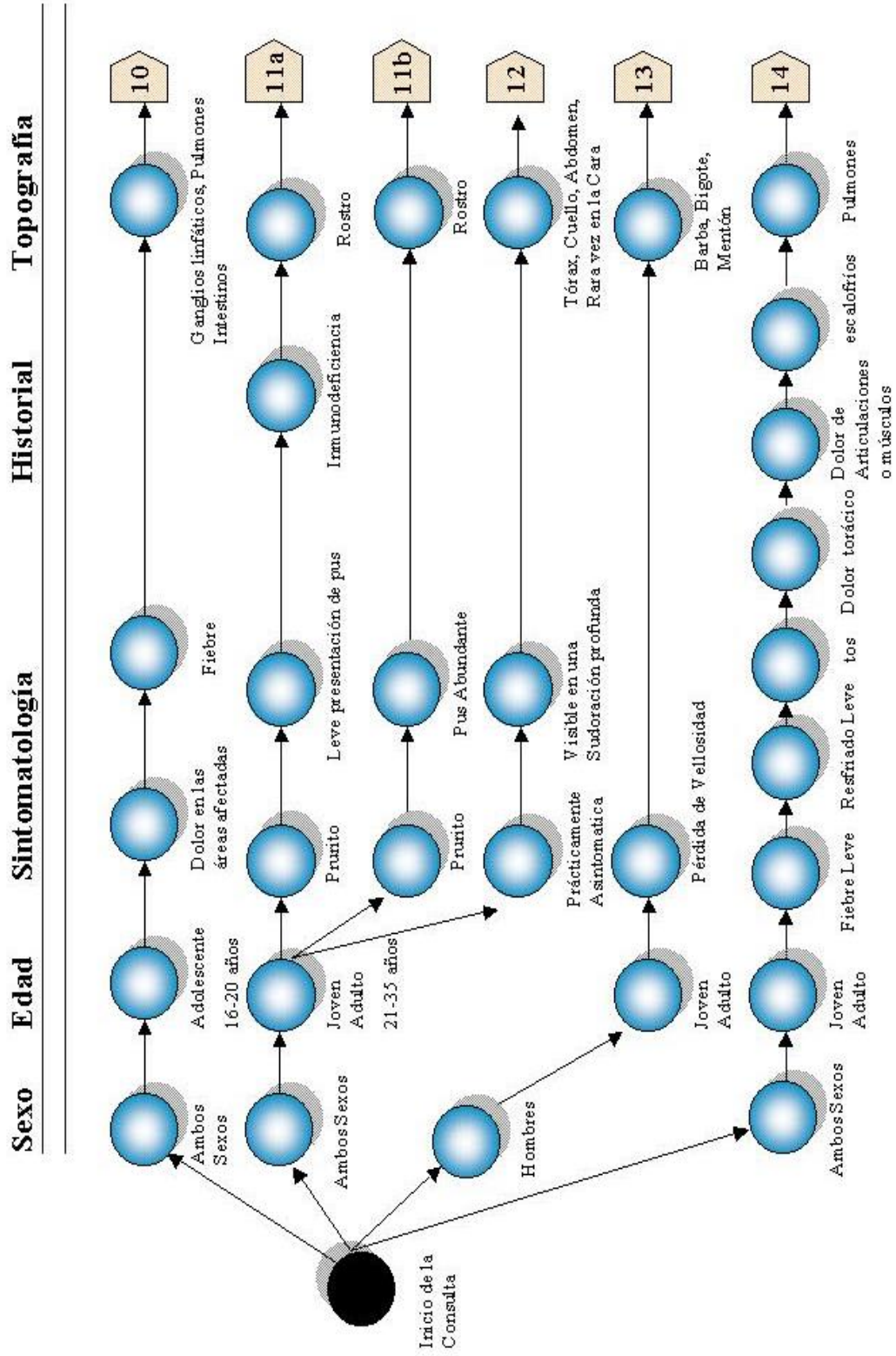
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



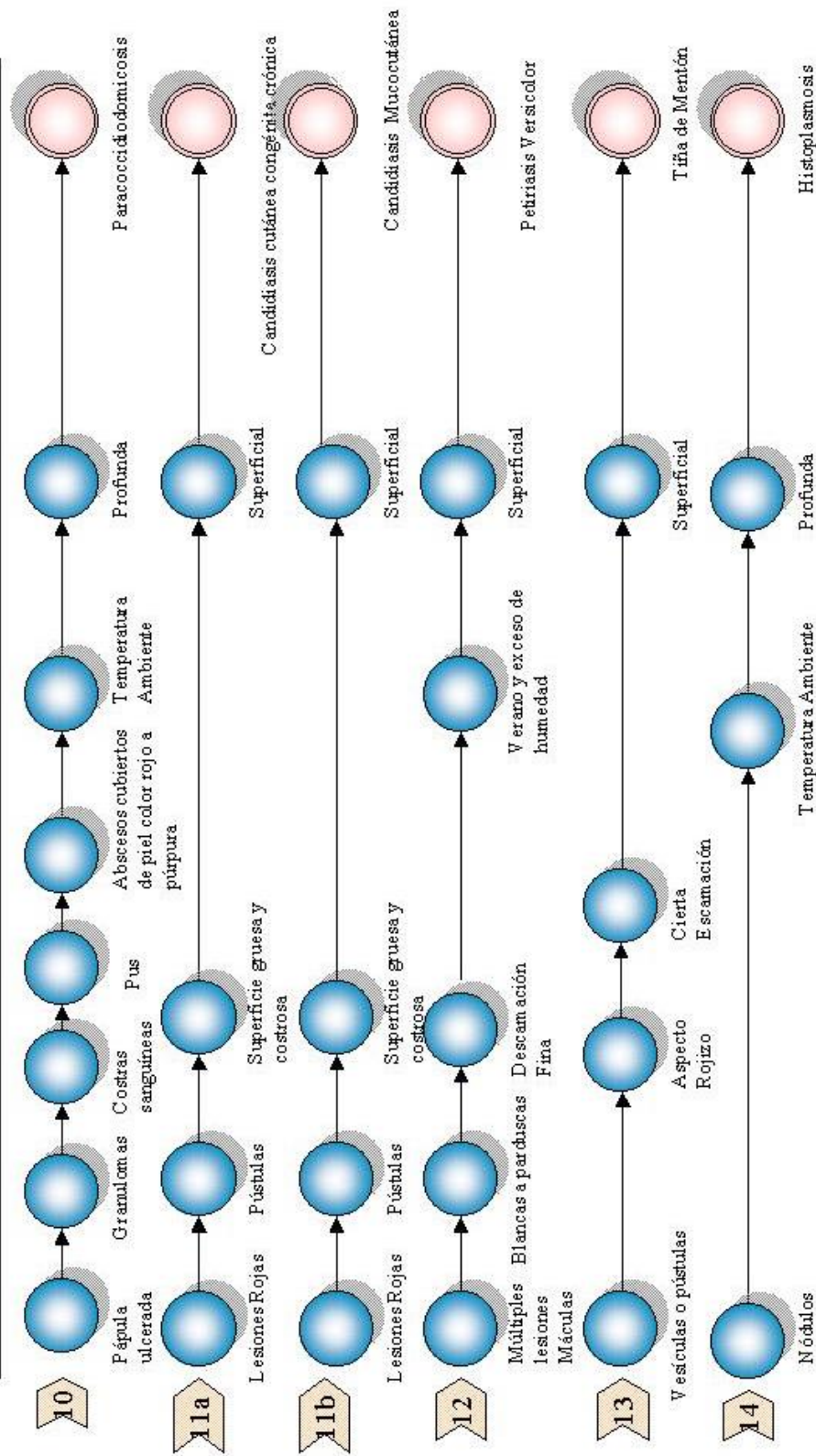
Diagnósticos



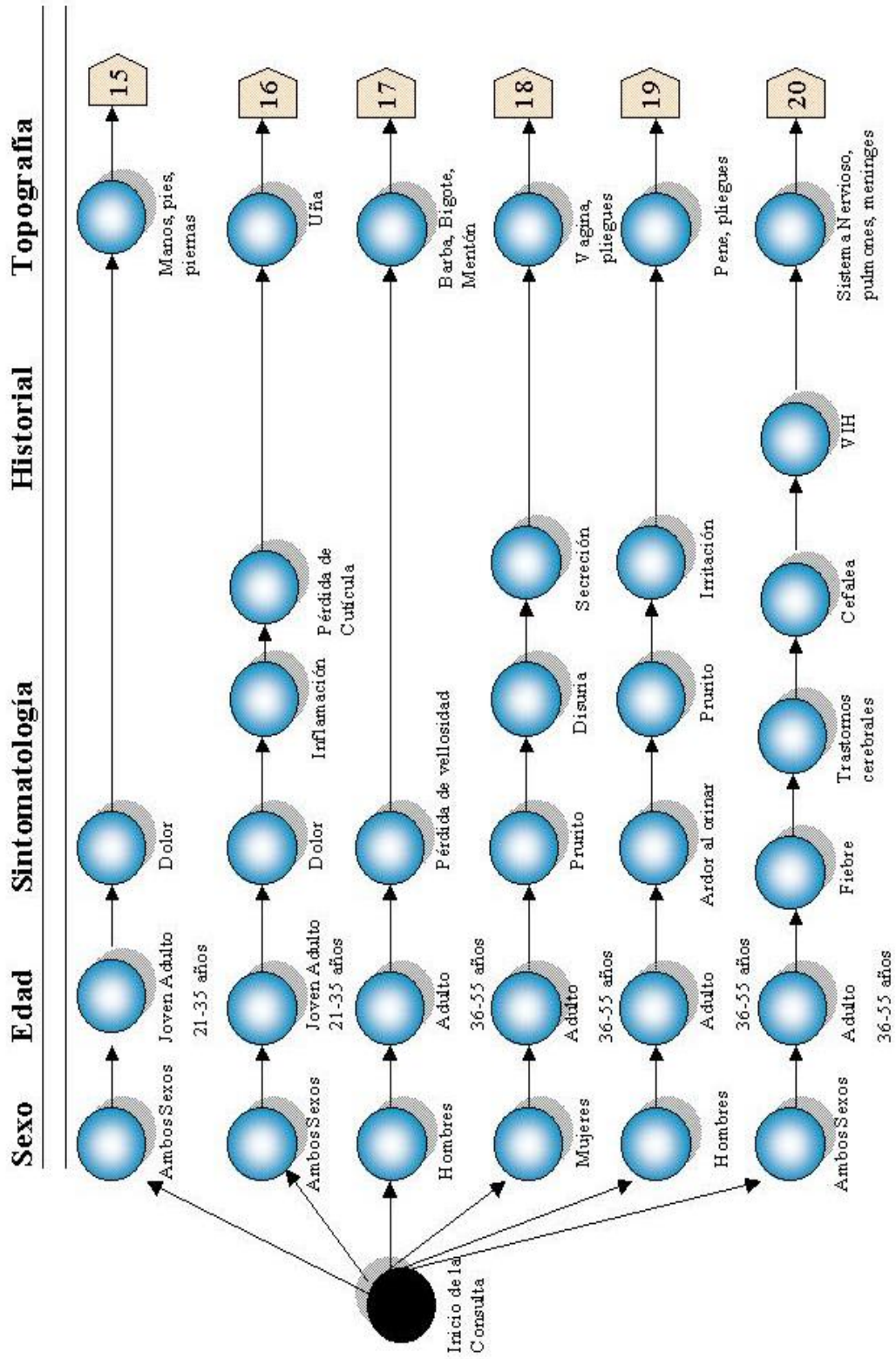
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



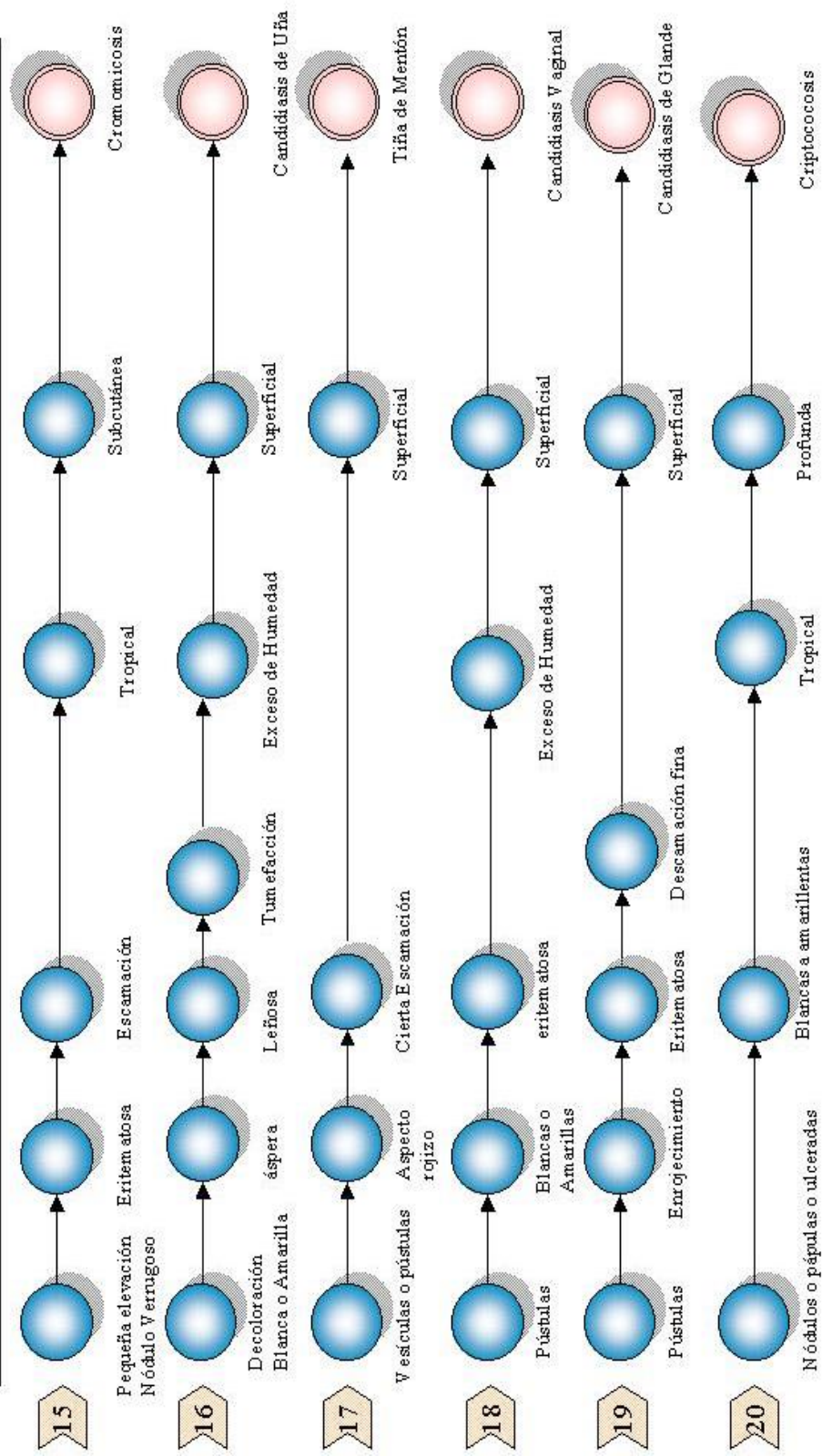
Diagnósticos



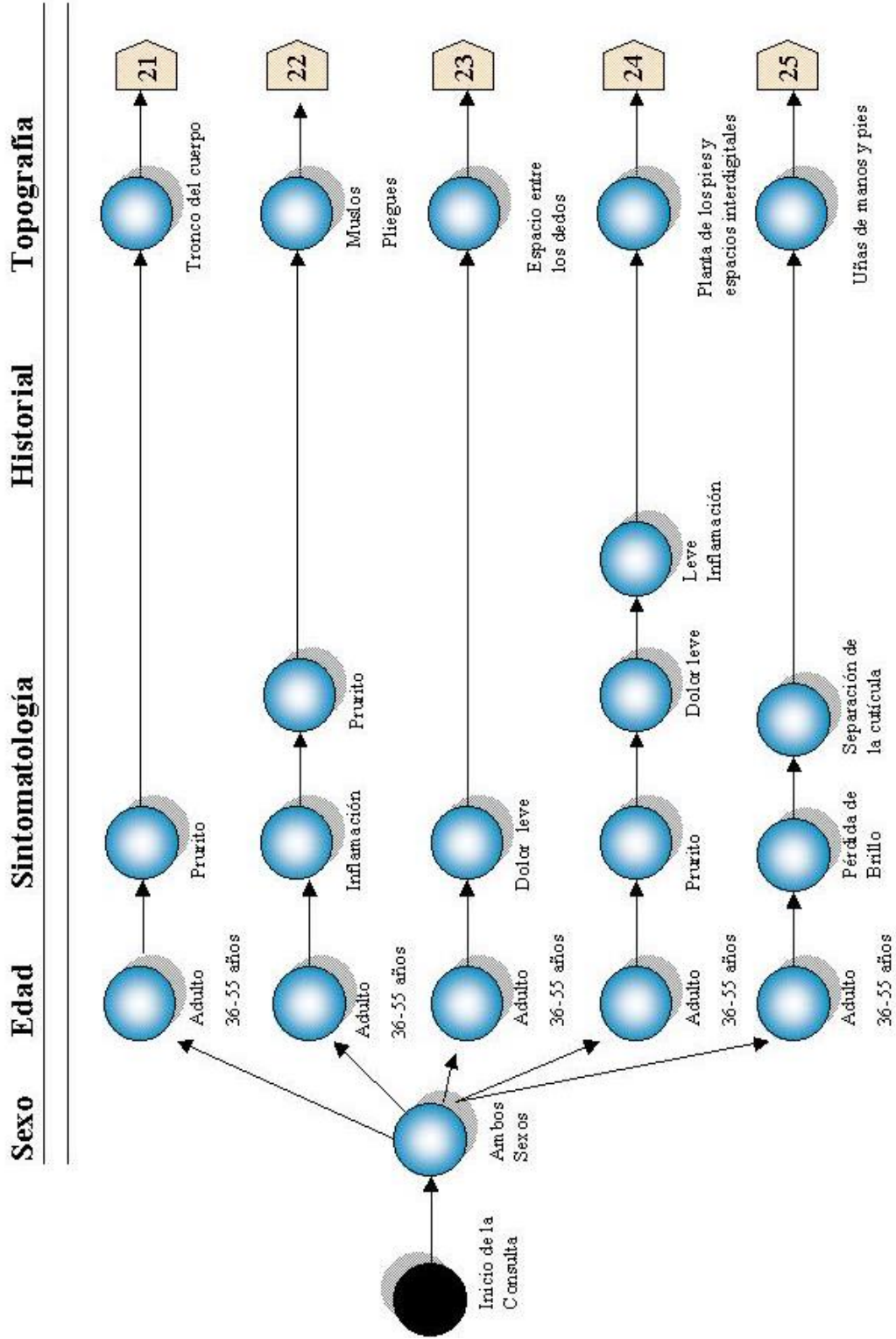
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



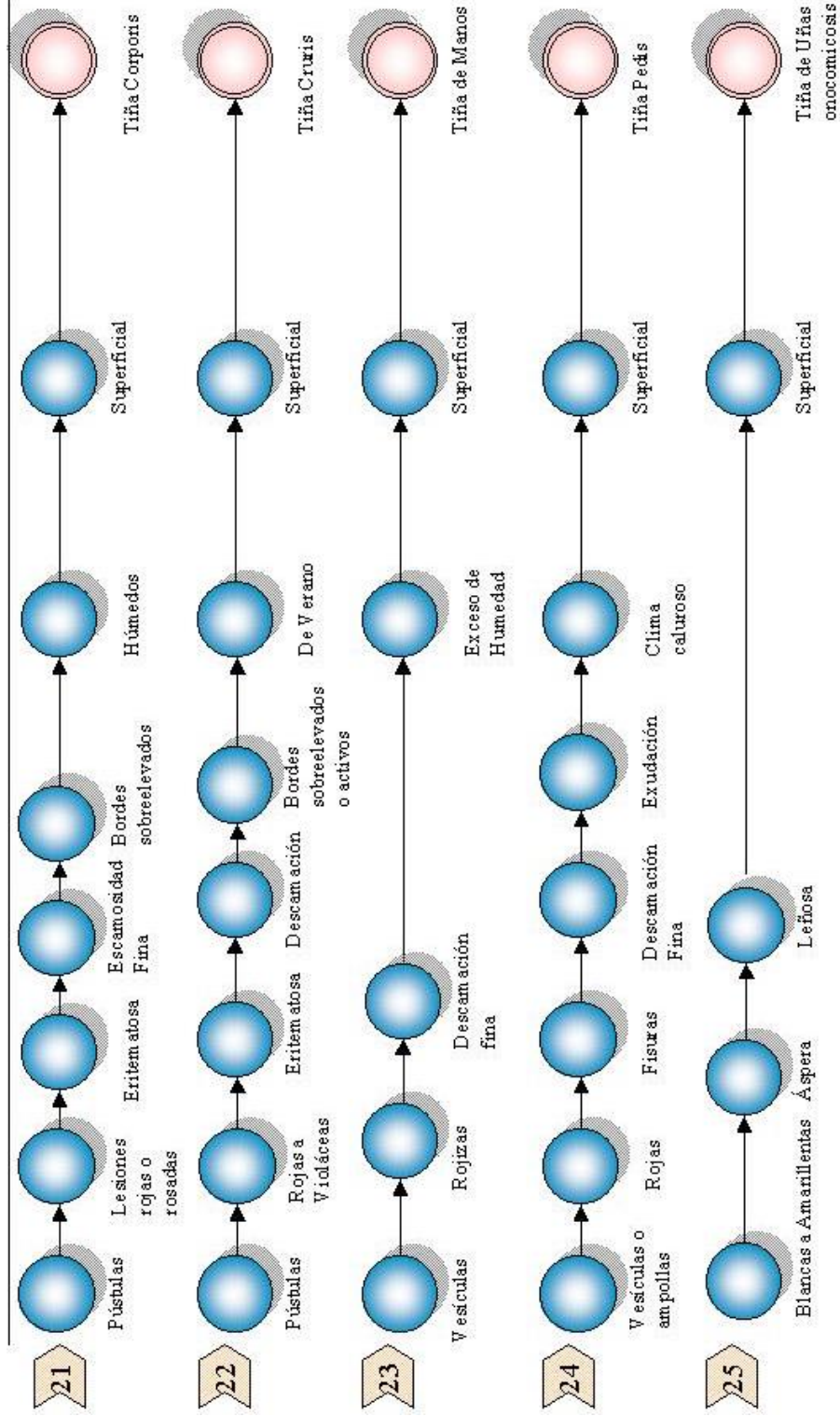
Diagnósticos



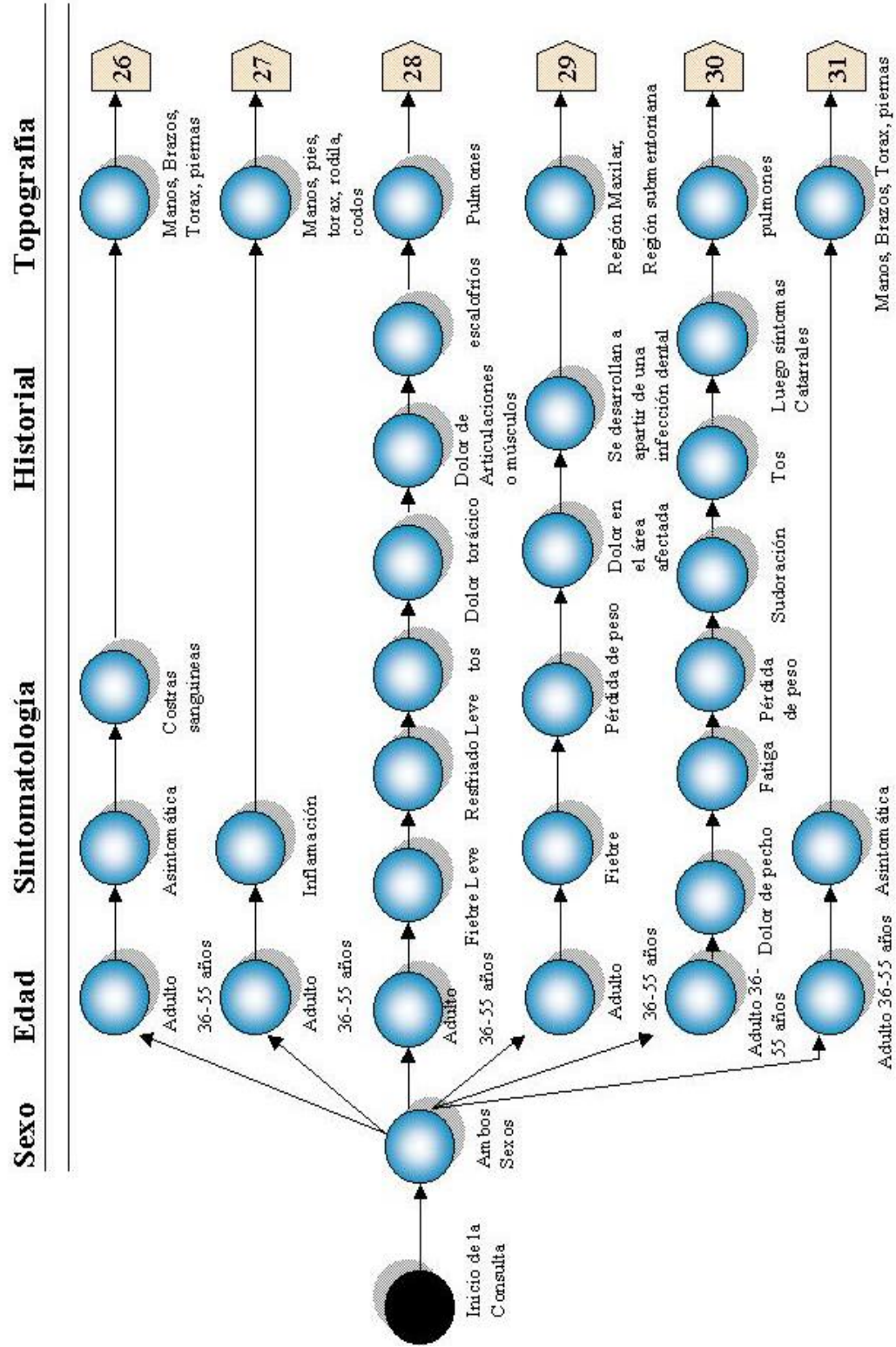
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



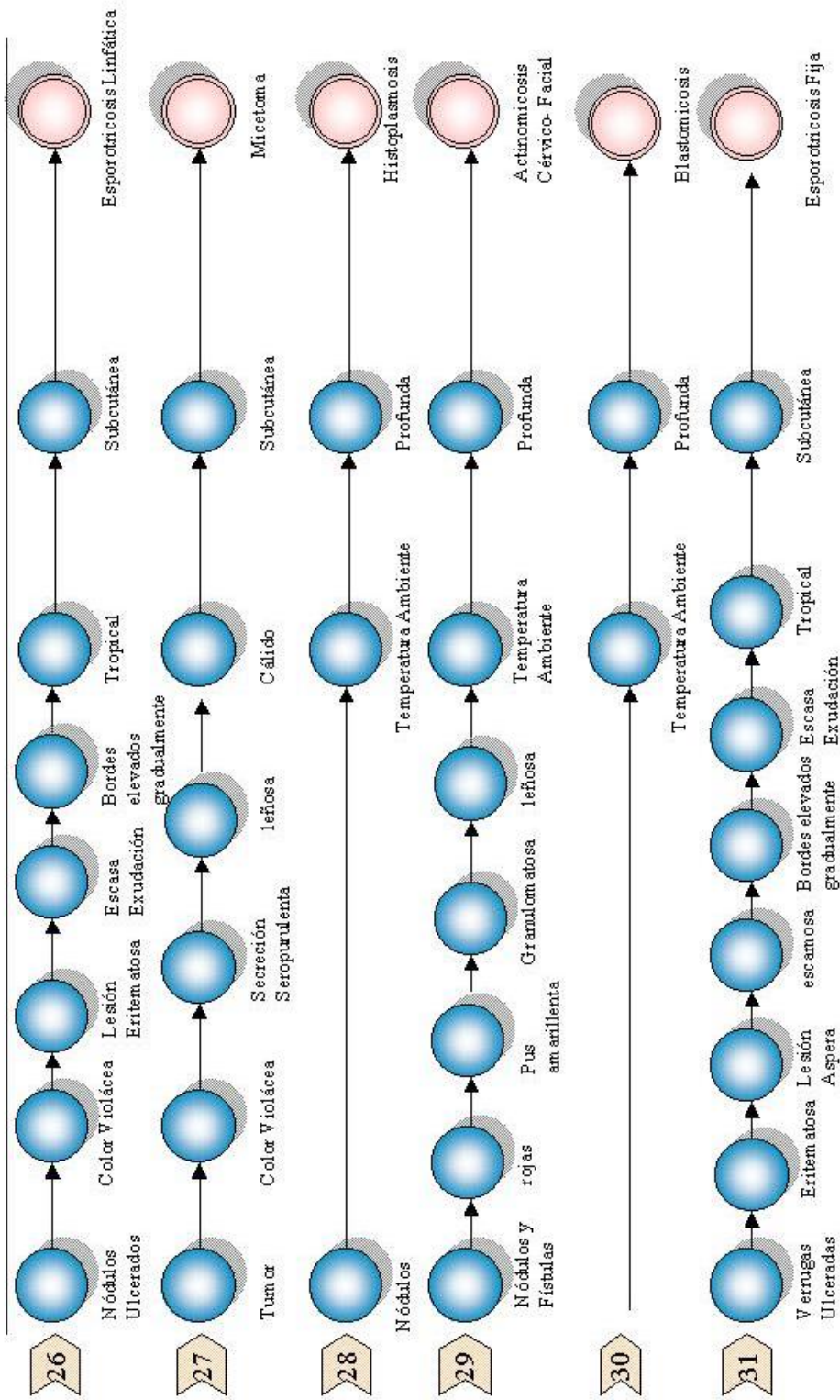
Diagnósticos



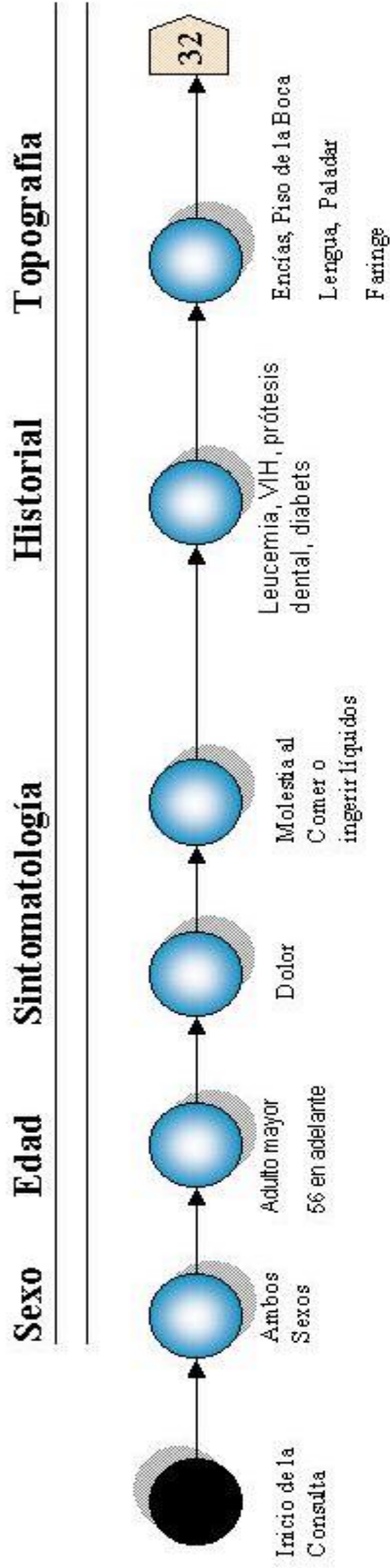
Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



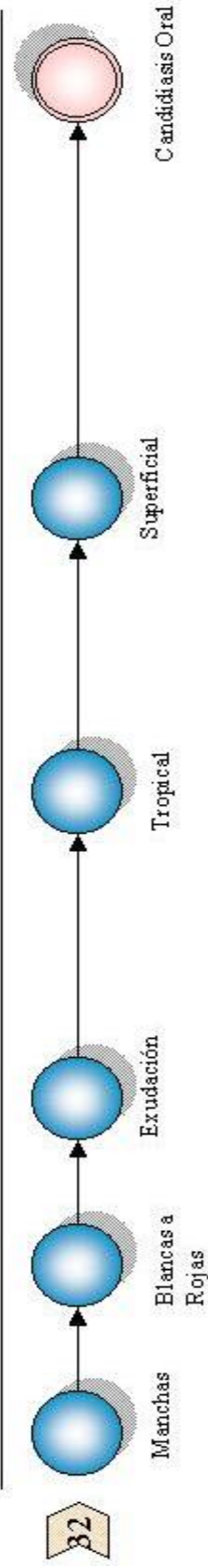
Diagnósticos



Continuación...

Morfología de la Lesión

(Forma, Espesor, Color, Borde, Superficie) Clima Micosis que Predomina Posible Enfermedad



3.6 DESCRIPCIÓN DEL MOTOR DE INFERENCIA

Visual Prolog incluye un motor de inferencia para el proceso de razonamiento lógico sobre la información. El motor de inferencia incluye un modelo de comparación el cual recupera la información almacenada comparándola con las preguntas y las respuestas dadas. Visual Prolog infiere sobre una hipótesis planteada y comprueba si es verdadera aplicando la información de la Base de Conocimiento sobre los hechos en curso con el fin de obtener la solución buscada.

Lo anterior encuentra soporte a través del shell llamada ESTA(Expert System for Text Animation), o Sistema Experto para la Animación de texto, el cual posee como características un código abierto, amigable para el usuario e ingeniero del conocimiento debido a su interfaz gráfica. Dicho shell posee un conjunto de funciones y bibliotecas que permiten, construir la aplicación experta de manera personalizada, contribuyendo a ahorrar tiempo en el desarrollo.

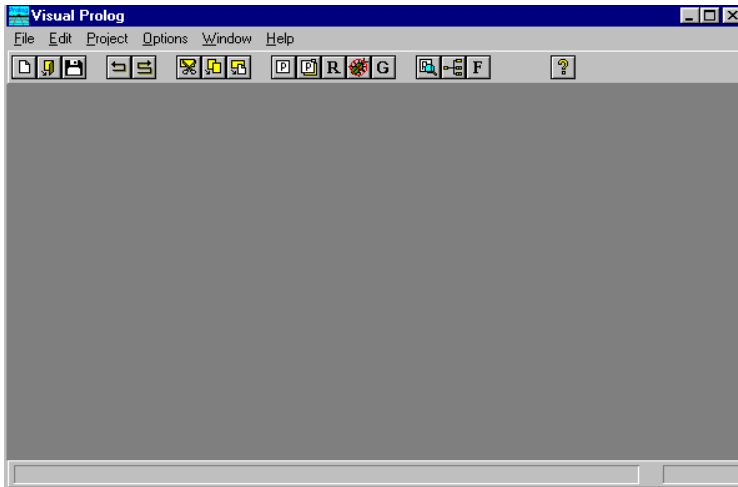
Por otra parte el shell posee los medios para escribir las reglas que constituyen la base de conocimiento bajo declaraciones BNF(Backus-Naur Form), manteniendo el concepto de la independencia uno de otro. A su vez este permite crear cuadros de diálogos dinámicos (Front-End) que guían al flujo de la información interactuando así, usuario y base de conocimiento.

Como elemento del Sistema Mediderm, éste utiliza un método de búsqueda ordenada para navegar a través del conocimiento, el cual es conocido con el nombre de encadenamiento hacia atrás o (Back tracking). De acuerdo con este método, la inferencia del sistema se refleja de la siguiente manera: Por ejemplo, si se presenta un paciente con síntomas de fiebre, y el sistema está preguntando al médico si el paciente padece de dolor de cabeza; el back tracking se acciona al responder el médico “el paciente no padece de dolor de cabeza”, debido a que no hubo un acierto que llevara a conocer una patología, se continua la búsqueda dando un paso hacia atrás, activando un nueva pregunta que se aproxime a la afección del paciente.

4.1 MANUAL DEL USUARIO

El prototipo de sistema experto MEDIDERM (Medicina Dermatólogo), debido a su estructura operativa, está compuesto por diversas partes divididas por medio de las funciones que realizan, dentro del sistema. Así tenemos la parte de consultas a la base de conocimiento, función que realiza la persona que consulta el sistema, sea este un médico o estudiante de medicina en la especialidad de dermatología. El siguiente manual desglosa las funciones consultivas a la base de conocimientos del sistema dentro de las micosis múltiples.

Es requisito que el médico posea alguna experiencia en el manejo de computadoras, o le sean familiares ambientes como Windows xx, con manejo de Menús y eventos, para que el sistema le sea amistoso. Además Visual Prolog 5.2 debe de estar instalado previamente. A continuación se describen sus funciones, así como indicaciones para comenzar a trabajar con el sistema.



Antes de iniciar una sesión de consulta médica, debe de abrir el programa Visual Prolog. Este se encuentra en:

Inicio
Programas
Visual Prolog 5.2

Fig. 4.1.1

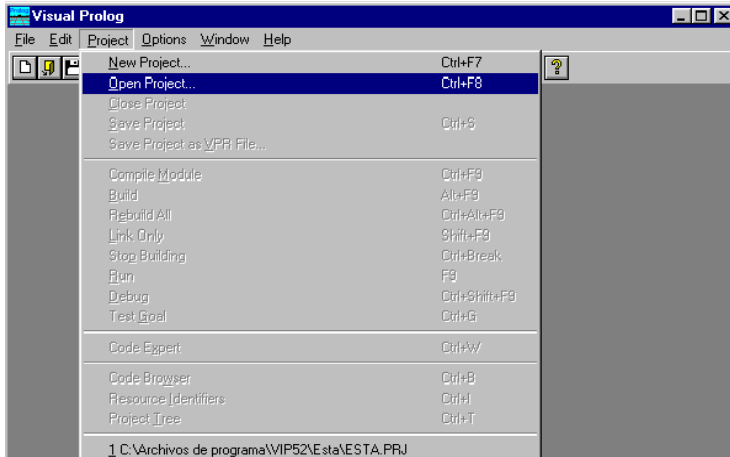


Fig. 4.1.2

Una vez haya ingresado a Visual Prolog, debe de seleccionar dentro de la barra de menú la opción **Project**, y bajo su submenú elija la opción **Open Project** como se observa en la fig. 4.1.2 que permitirá abrir la herramienta shell que posee el motor de la aplicación Mediderm.

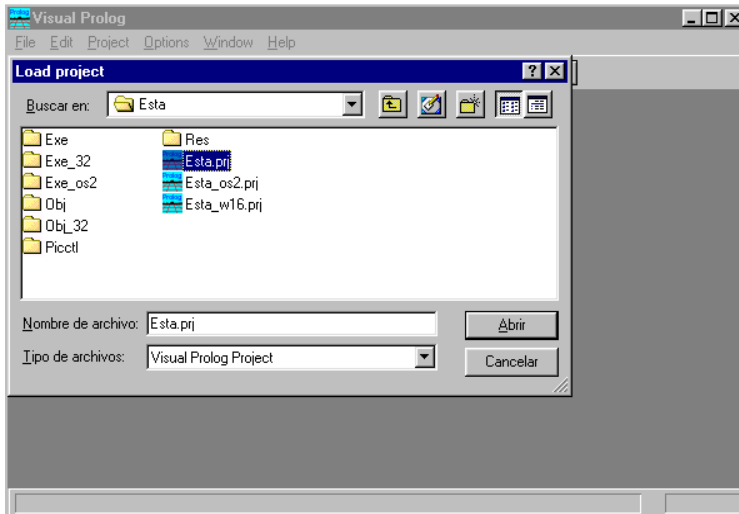


Fig. 4.1.3

Al hacer click sobre la opción **Open Project** se abre el cuadro de diálogo que se muestra en la figura 4.1.3 en el cual usted debe seleccionar el proyecto con el nombre de **Esta.prj**.

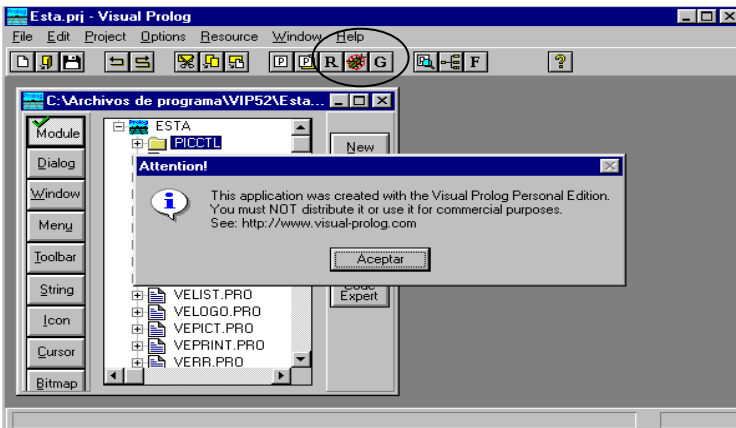


Fig. 4.1.4

Una vez se ha ingresado en el entorno de la herramienta, se debe de ejecutar haciendo click sobre el icono que posee la letra **R** y la aplicación iniciará la compilación, para luego presentar el entorno del Sistema Mediderm.

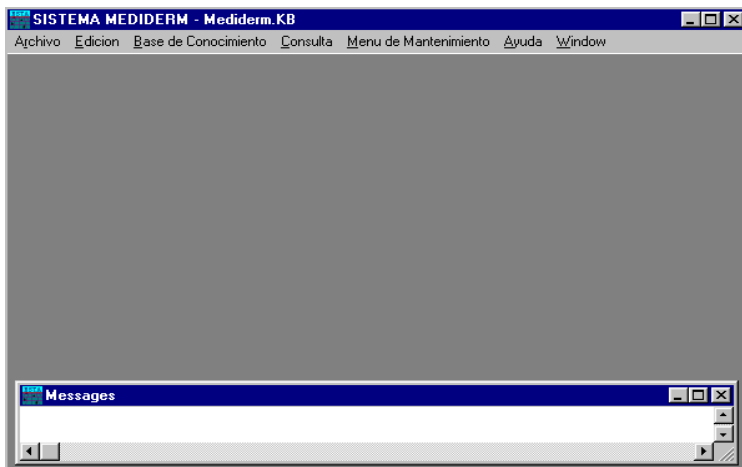


Fig. 4.1.5

El ambiente de trabajo del prototipo de Sistema Experto MEDIDERM, se compone básicamente de una barra de menús, cada uno con una función específica, que ayudan a realizar las consultas. Además posee opciones para la edición de la base de conocimiento y la adición de nuevo conocimiento a la misma. La siguiente figura muestra el ambiente general del sistema.

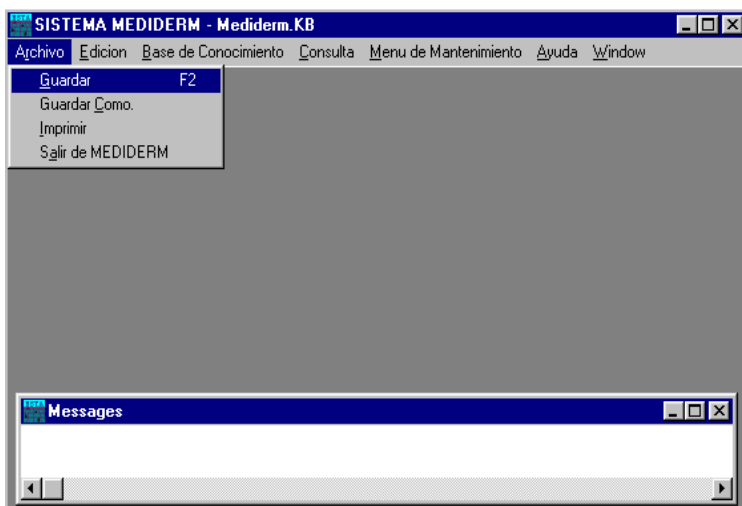


Fig. 4.1.6

Guardar y Guardar Como: Sirve para guardar la información de la base de conocimiento, como de los archivos de hechos que se estén creando.

Imprimir: Permite realizar impresiones durante y después de la base de hechos en una consulta a la base de conocimientos.

Salir de MEDIDERM: Permite Salir del sistema.

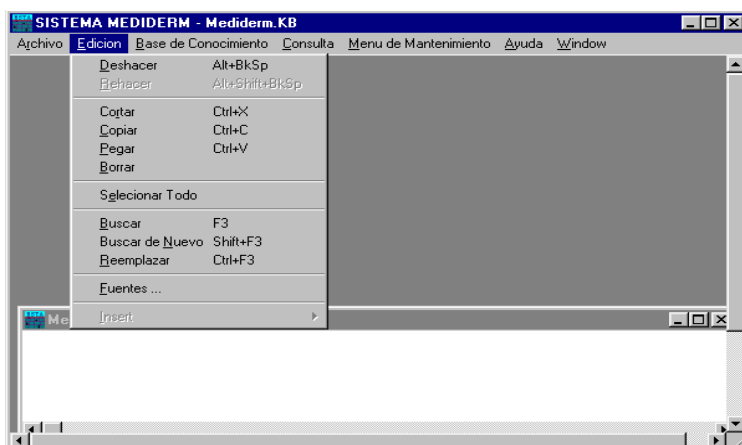


Fig. 4.1.7

El siguiente menú es el **menú edición**, y mantiene las opciones comunes para editar documentos tales como copiar, cortar, pegar, buscar, etc. La siguiente figura muestra las opciones antes mencionadas.

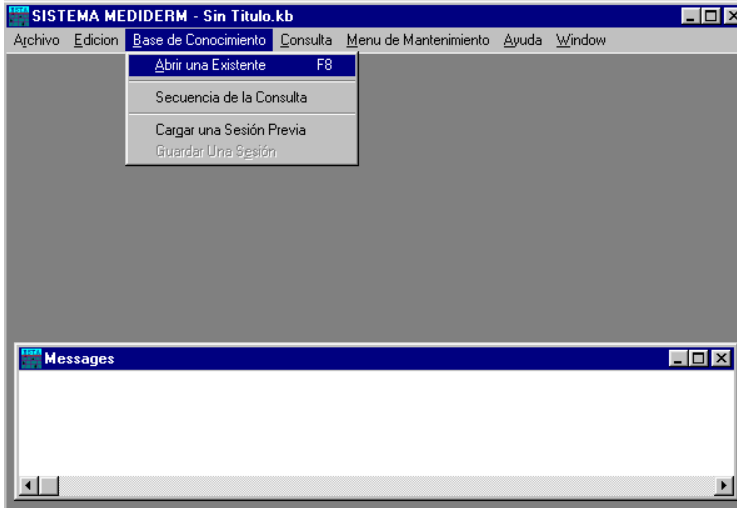


Fig. 4.1.8

Una vez se ha ingresado al sistema Mediderm, se encuentra la opción bajo el menú Base de Conocimiento llamado **Abrir una Existente**, que permite abrir la base de conocimiento, la cual posee extensión .kb.

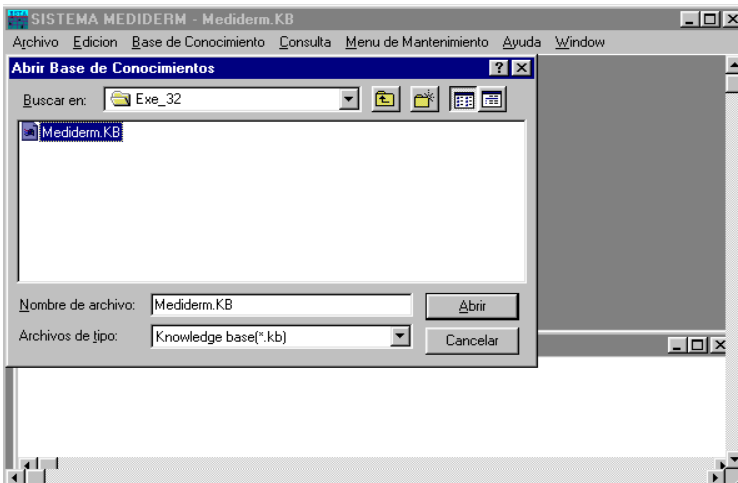


Fig. 4.1.9

Luego de hacer clic como se indica en la pantalla anterior, aparece el cuadro de diálogo como se aprecia en la Fig. 4.1.9, donde se debe de seleccionar la base de conocimiento **Mediderm.kb**; para luego iniciar la consulta.

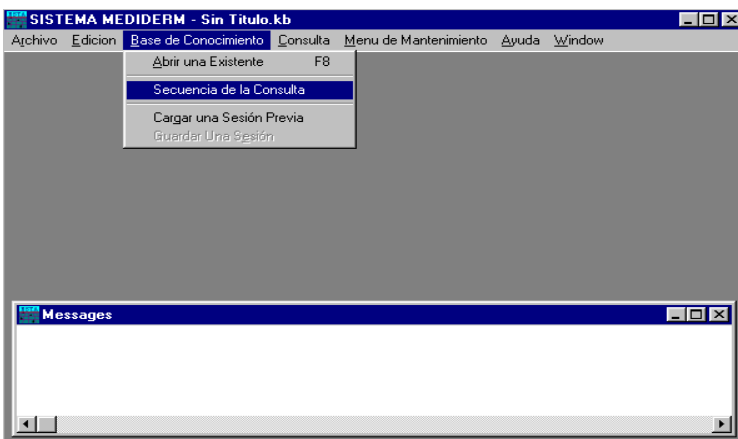


Fig. 4.1.10

Siempre dentro del menú Base de conocimiento, se encuentra la opción **Secuencia de la Consulta**, la cual permite llevar una bitácora dinámica a través de todo el proceso de diagnóstico.

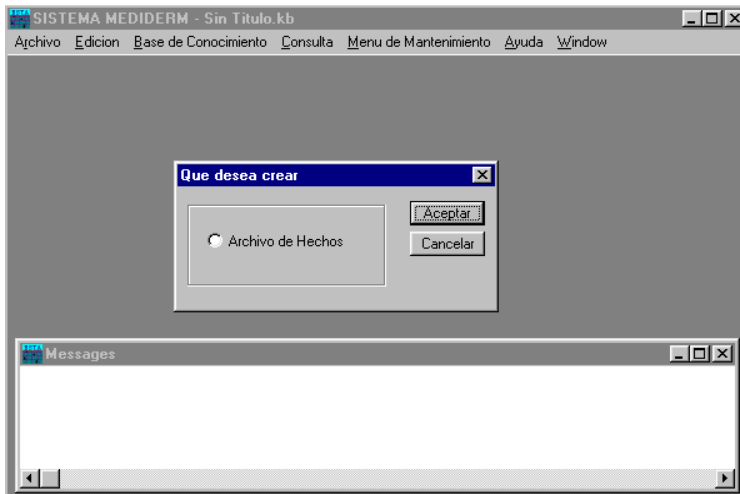


Fig. 4.1.11

Una vez se ha presionado la opción descrita en la Fig. 4.1.10, aparece una nueva caja de diálogo la cual permite activar la opción que realizará dicha bitácora dinámica de una determinada consulta.

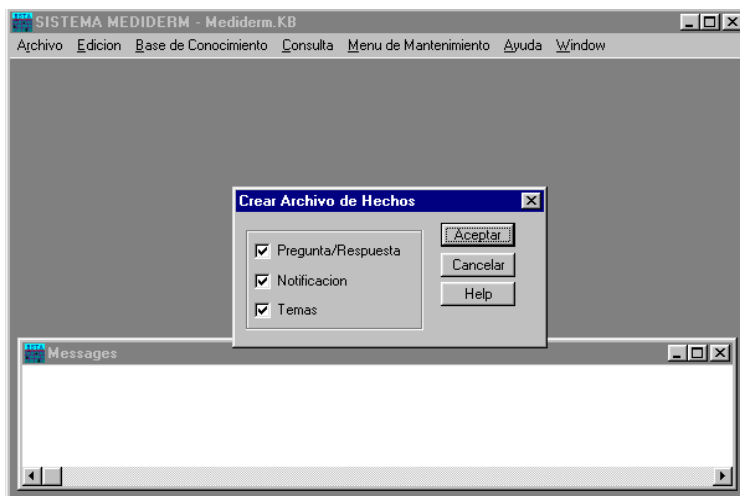


Fig. 4.1.12

Luego de haber presionado el Botón Aceptar en la Fig. 4.1.11 se muestra un nuevo cuadro de diálogo en el cual se presentan opciones que conformaran la bitácora.

Preguntas/Respuestas: se incluyen al archivo de hechos, si esta opción está activada.

Notificación: Permite adicionar a este las notificaciones presentadas.

Temas: Permite adicionar el tema tratado.

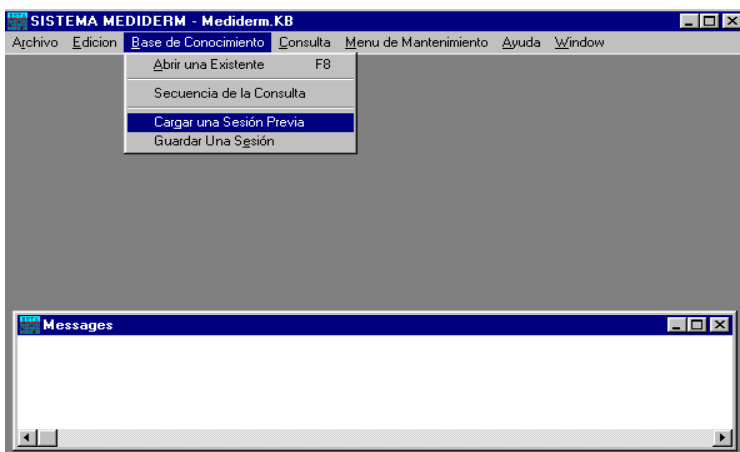


Fig. 4.1.13

Cargar una Sesión Previa: Esta opción permite cargar una sesión que este guardada, de una consulta inconclusa a la base de conocimientos.

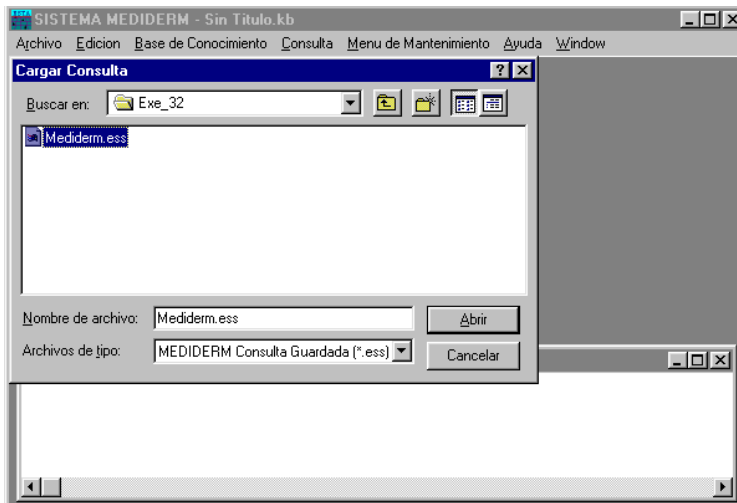


Fig. 4.1.14

➡ Luego de haber seleccionado Cargar una Sesión Previa, se muestra el cuadro de diálogo de la Fig. 4.1.14 dentro del cual bastará con sólo seleccionar el nombre de la sesión deseada, la cual posee la extensión **.ess** dentro del sistema.

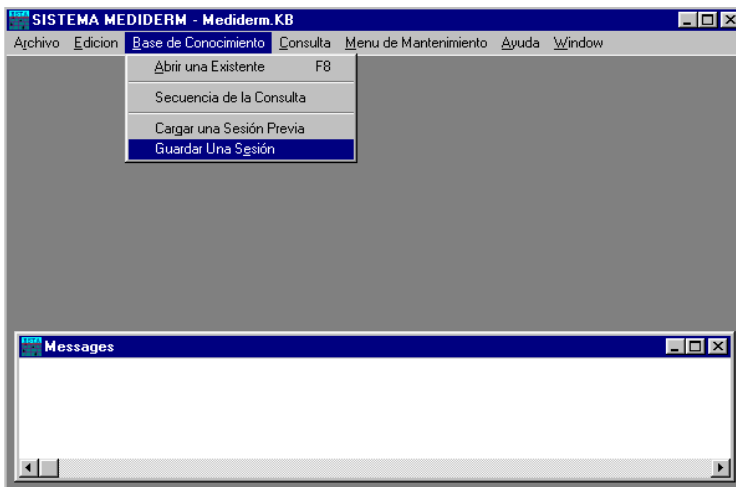


Fig. 4.1.15

➡ **Guardar Una Sesión:** Permite guardar una consulta a la base de conocimientos, para poder cargarla luego.

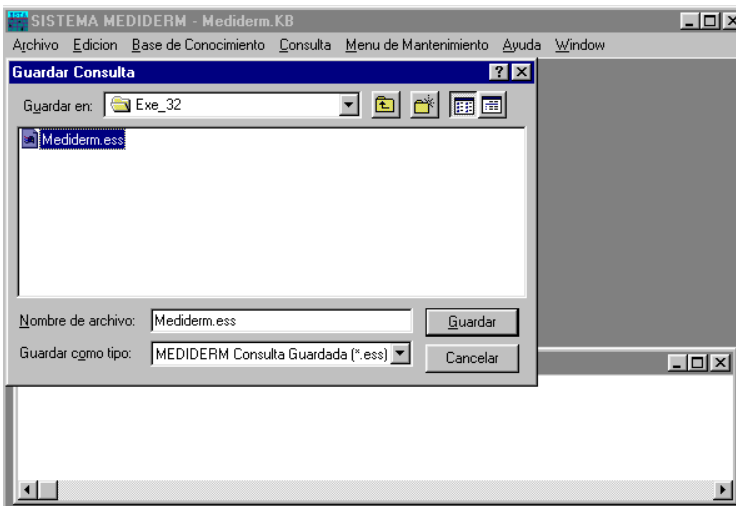


Fig. 4.1.16

➡ En la Fig. 4.1.16, se presenta el cuadro de diálogo donde se asignará un nombre indicado a la sesión que se desea almacenar.

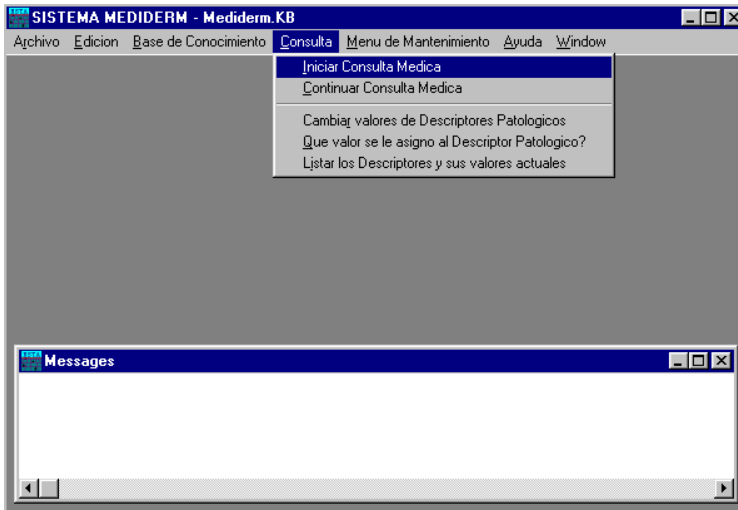


Fig. 4.1.17

Una vez se abre la base de conocimiento, como una opción en la barra de menú se muestra **Consulta**, la cual permite abrir una sesión, dentro de la cual se procesa a través de preguntas el diagnóstico; como se puede ver en la figura 4.1.17.

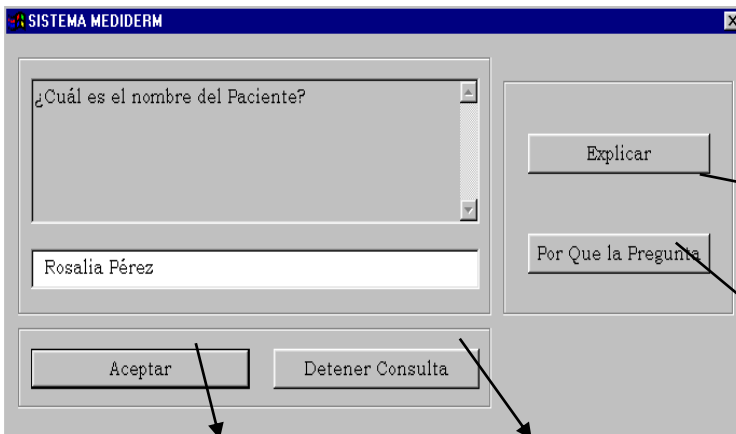


Fig. 4.1.18 Se prosigue la

Permite pausar la consulta.

Se inicia la consulta con la introducción del nombre del paciente.

Al presionar el botón **Explicar**, este detalla el significado y razón de la pregunta presentada.

Al presionarlo explica el porque se realizó la pregunta a través de las reglas que se han cumplidas.

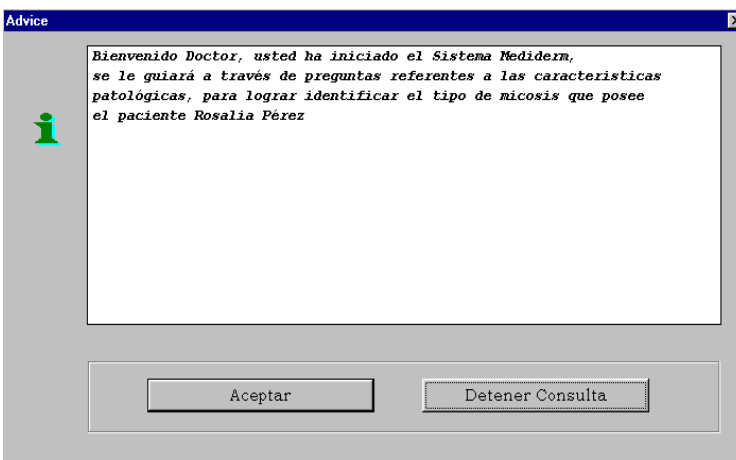


Fig. 4.1.19

Al presionar el botón **Aceptar** aparecerá la pantalla de la figura 4.1.19 la que muestra un breve saludo de Bienvenida al médico o usuario del Sistema Mediderm.

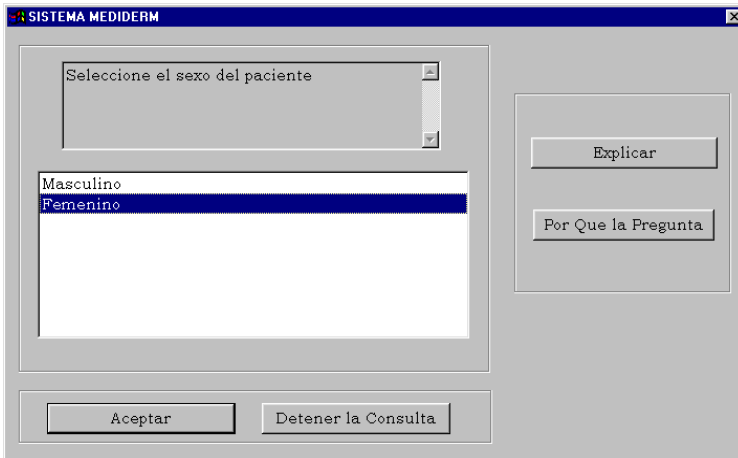


Fig. 4.1.20

En la figura 4.1.20 se le permite al usuario seleccionar una de las opciones presentadas como aparece en el ejemplo del sexo y para su pronta respuesta él solo debe de seleccionarla y presionar Aceptar nuevamente.

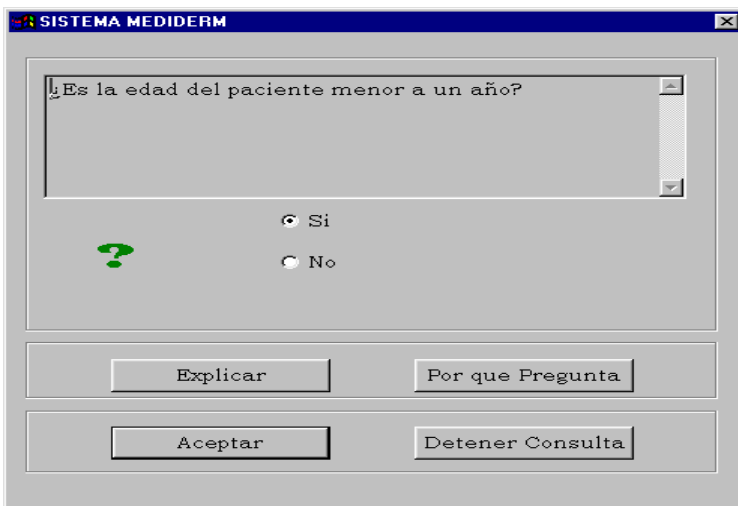


Fig. 4.1.21

En la Fig. 4.1.21, se pregunta si la edad del paciente es menor a un año, si la respuesta es si presentara la pantalla 4.1.22, si es no presentara la pantalla 4.1.23

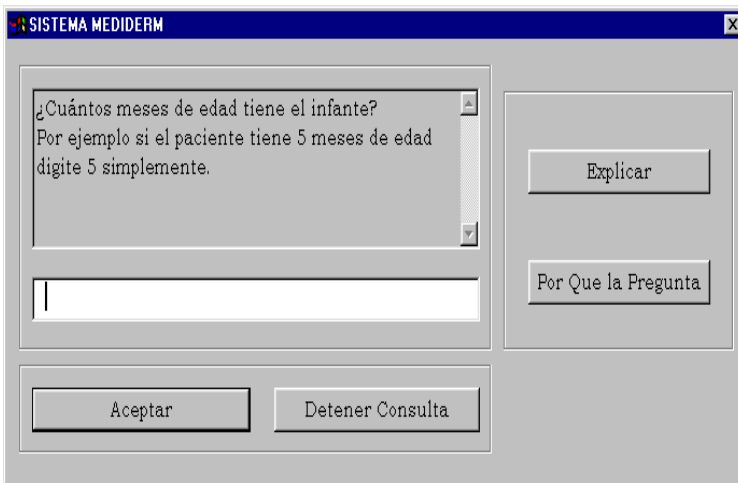


Fig. 4.1.22

En la Fig. 4.1.22 se solicita al usuario que introduzca la edad del paciente en meses por ejemplo si el paciente tiene 5 meses digite 5 representando el quinto mes de vida de recién nacido.

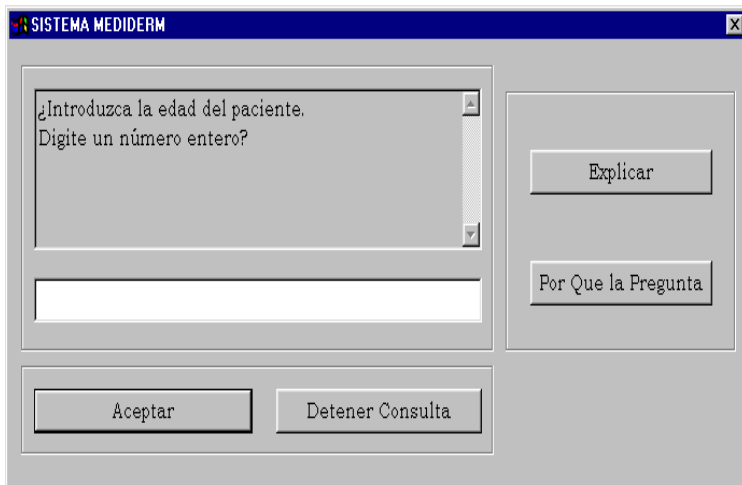


Fig. 4.1.23

En la Fig. 4.1.23 se solicita al usuario que introduzca la edad del paciente en años enteros.

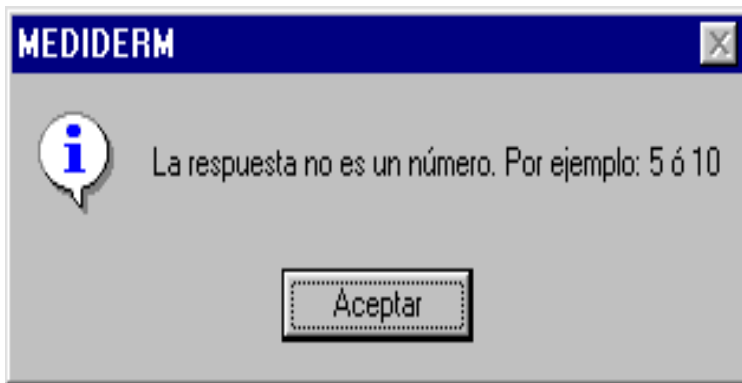


Fig. 4.1.24

Al introducir valores erróneos a la casilla de la edad, como por ejemplo letras, el Sistema activará un mensaje de error, donde se explican los valores válidos; como lo muestra la Fig. 4.1.24

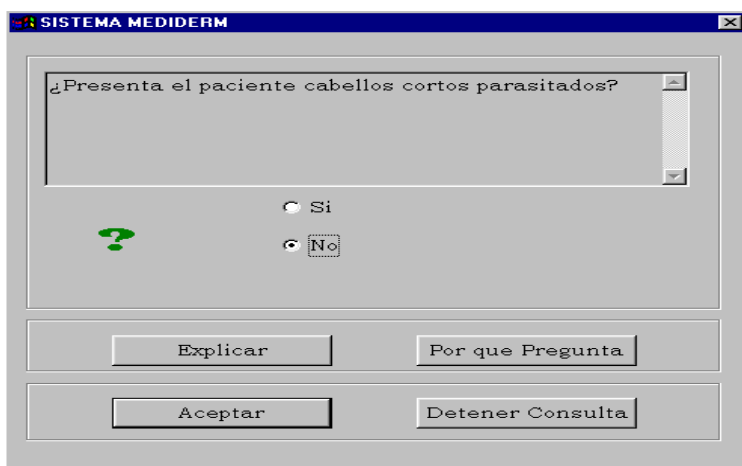


Fig. 4.1.25

Se comienza con la sintomatología del paciente, donde para cada pantalla subsiguiente se presentan preguntas que van filtrando la información para dar con el diagnóstico. Presione si; si el paciente presenta el síntoma, en caso contrario presione no. Luego presione aceptar para dar paso a la siguiente pregunta.

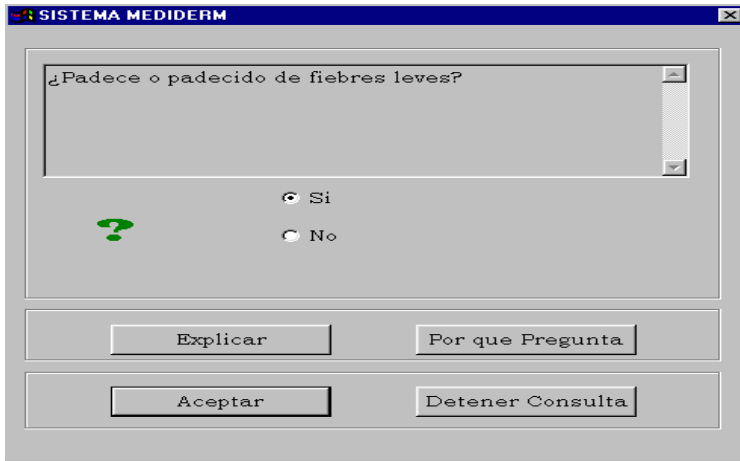


Fig. 4.1.26

Las preguntas se van dando de acuerdo a la respuesta de la pregunta que le precedió formando así una cadena diagnóstica. El manejo de las pantallas es tan simple como seleccionar si, sí el paciente padece de fiebre para este caso o no sí no padece.

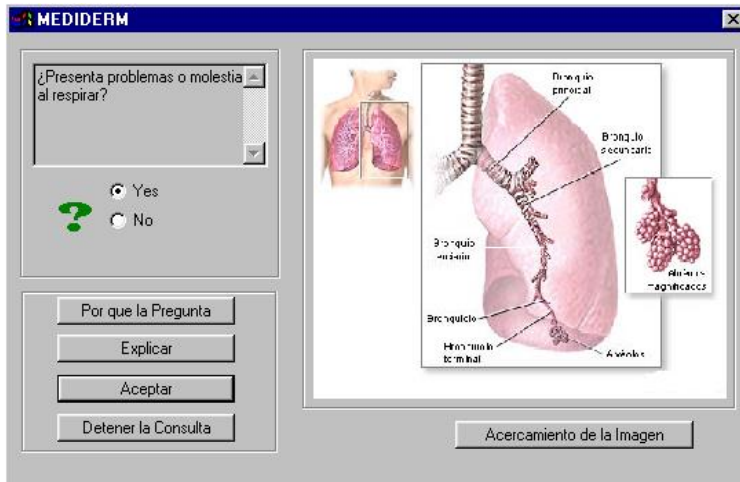


Fig. 4.1.27

La Fig. 4.1.27, esta dividida en dos partes: la izquierda posee la pregunta relacionada al diagnóstico. En la parte inferior aparecen los botones que ya conocemos. En la parte derecha aparece una imagen, que orienta al usuario en la pregunta. Para ampliarla bastará con hacer clic en el botón "Acercamiento de la Imagen."

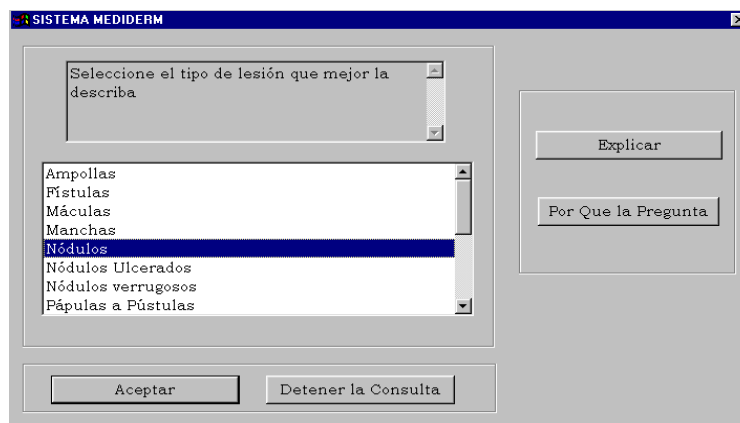


Fig. 4.1.28

La Fig. 4.1.28 presenta la pregunta para crear el cuadro clínico, pero a diferencia de las otras pantallas, esta permite al médico seleccionar la respuesta de una serie de opciones que ofrecen un acercamiento al tipo de lesión que se observa en el paciente.

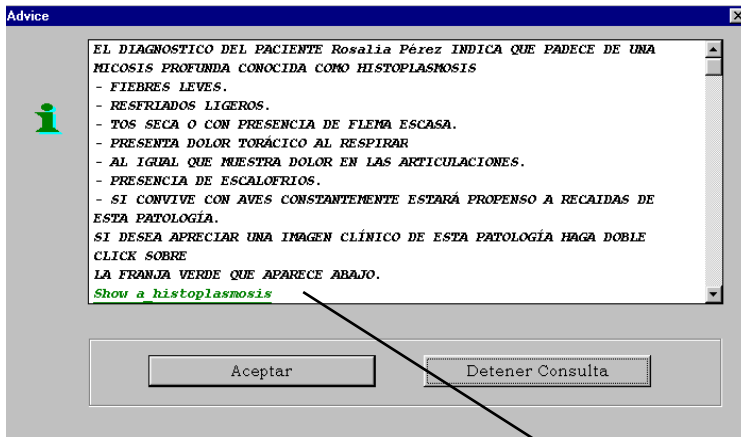


Fig. 4.1.29

Finalmente el Sistema Mediderm ofrece una imagen de cómo posiblemente se puede presentar la patología. Para acceder a ella bastará con solo hacer **doblo click** sobre la franja de color verde y se activará automáticamente la figura 4.1.30

Al llegar a la figura 4.1.29 se muestra el diagnóstico que el Sistema Mediderm ofrece luego de realizada la consulta, mostrando el tipo de micosis que aqueja al paciente, así como también el cuadro patológico.

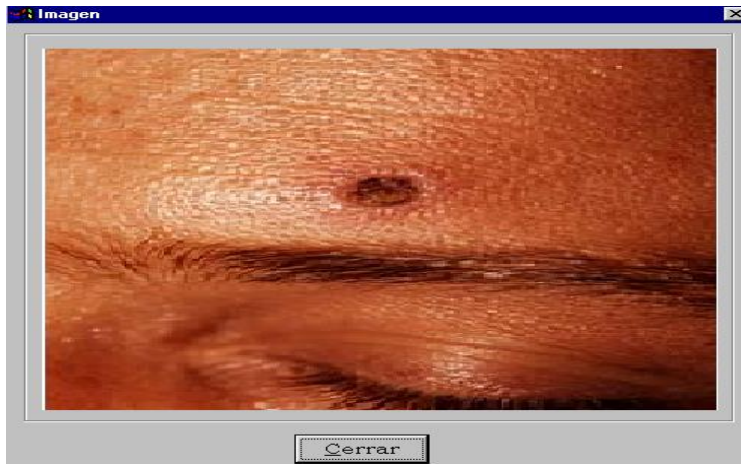


Fig. 4.1.30

Para cada patología se presenta una imagen que refleja cada caso.

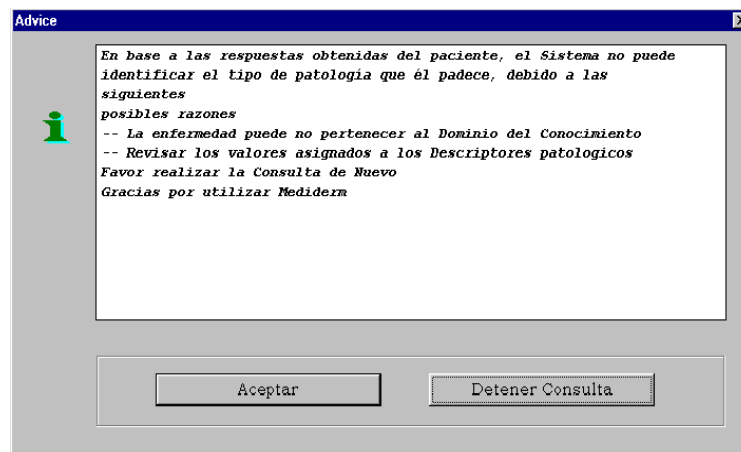


Fig. 4.1.31

Al no encontrar el Sistema la patología en su base de conocimiento, expone una notificación como la que se presenta en la figura 4.1.31. Al presionar el botón de Aceptar aparecerá la siguiente pantalla de confirmación.

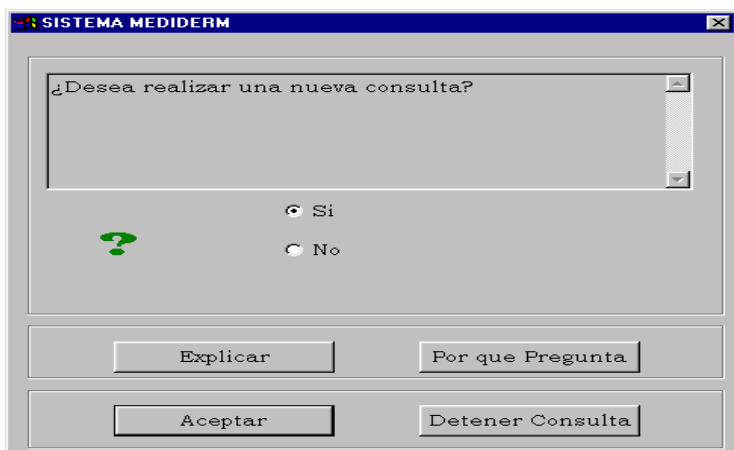


Fig. 4.1.32

Una vez finalizada la consulta, aparecerá la pantalla en la figura 4.1.32 donde se le pregunta al médico o usuario del Sistema si desea realizar una nueva consulta, si presiona **si** el sistema comienza todo nuevamente, en caso contrario se cierra la sesión.

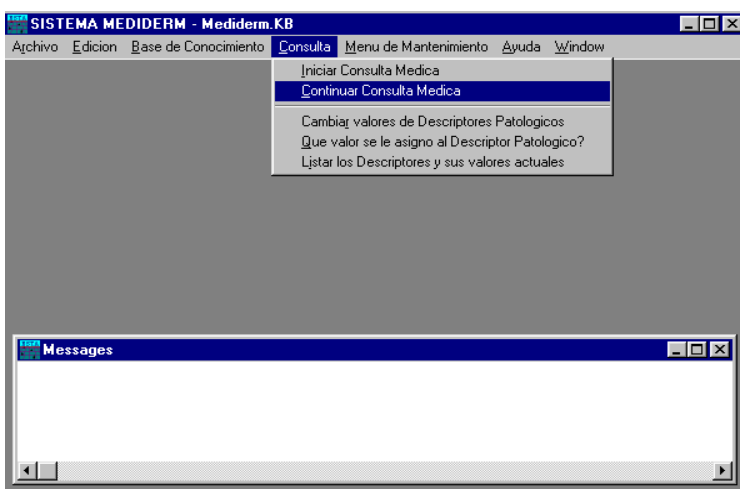


Fig. 4.1.33

Continuar Consulta Medica: Esta opción permite seguir una consulta que ha sido interrumpida en algún momento de proceso de diagnostico.

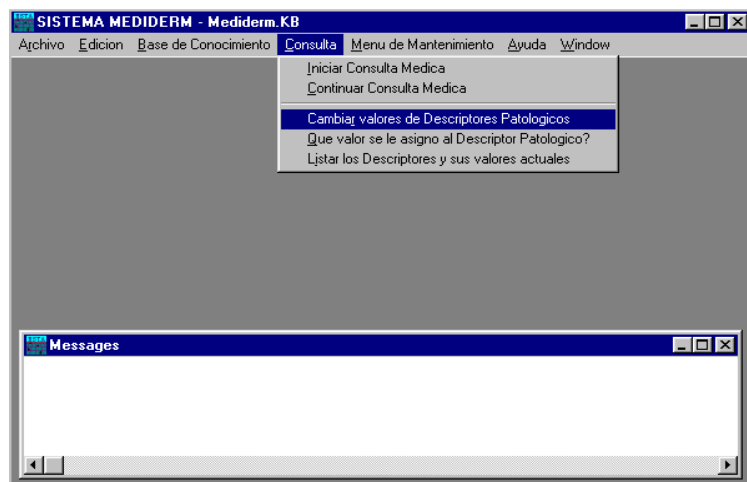


Fig. 4.1.34

Cambiar valores de Descriptores Patológicos: Permite realizar un cambio en el valor de la respuesta, dada en cualquier descriptor patológico.

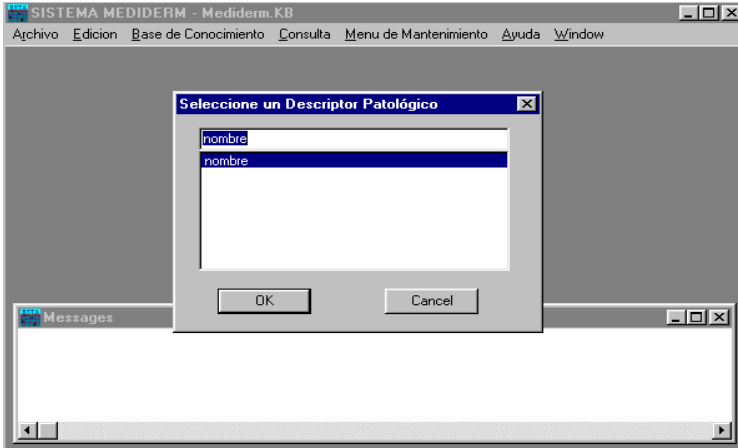


Fig. 4.1.35

Al presionar la opción descrita en la Fig. 4.1.34, aparece un nuevo cuadro de diálogo que permite ver la lista de los descriptores patológicos que ya poseen valor alguno, los cuales bastaran con seleccionar el descriptor al que usted desee cambiar valor y automáticamente se activará el cuadro de diálogo que posee la pregunta con ese descriptor seleccionado.

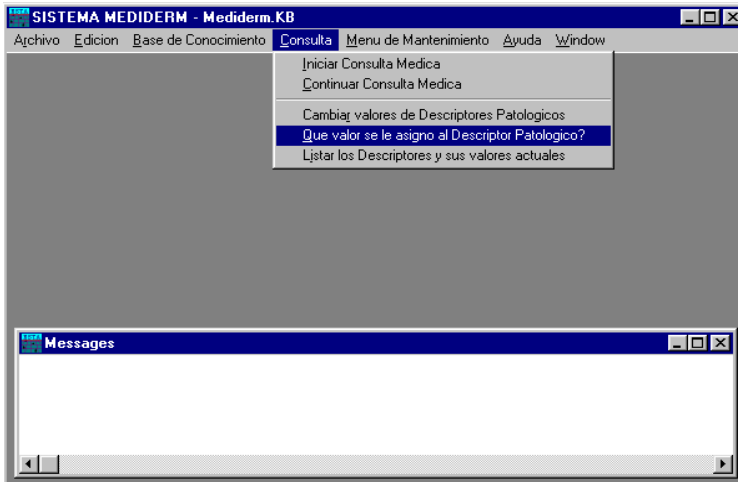


Fig. 4.1.36

Que valor se le asignó al Descriptor Patológico: Muestra el valor que se le asigno a un descriptor patológico, uno a la vez dependiendo de cual escoja el usuario del sistema.

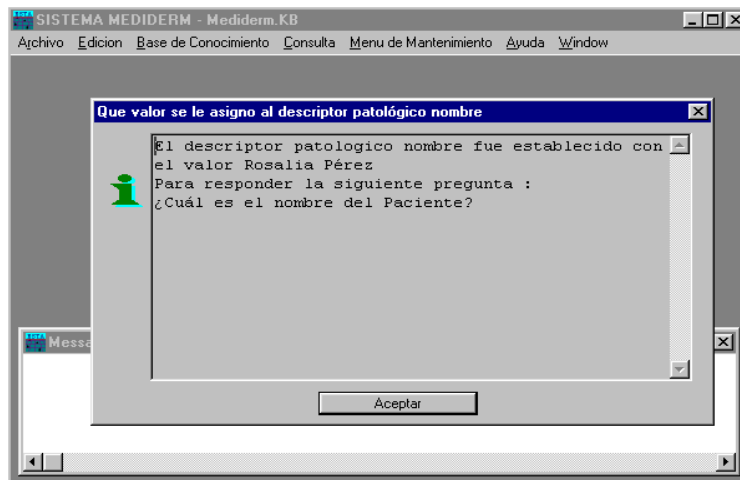


Fig. 4.1.37

De acuerdo al descriptor seleccionado, así se presentará la información introducida para que pregunta realizada por el sistema como se puede ver en la Fig. 4.1.37.

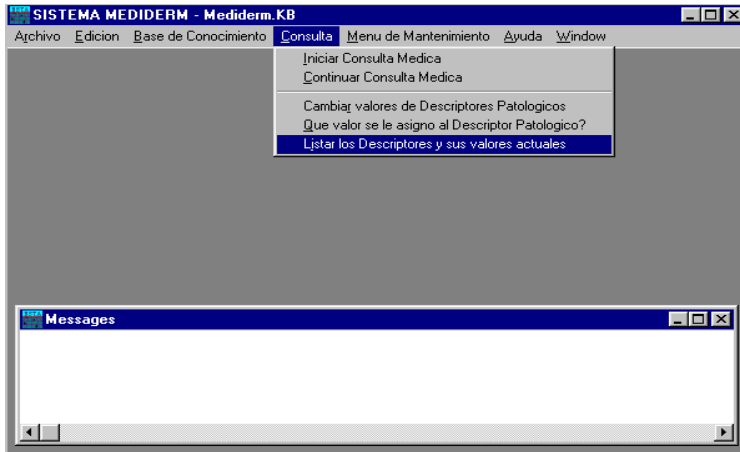


Fig. 4.1.38

☞ **Listar los Descriptores y sus valores actuales:** Esta opción muestra sólo los descriptores que se hayan utilizado en el transcurso de la consulta actual con sus respectivos valores asignados.

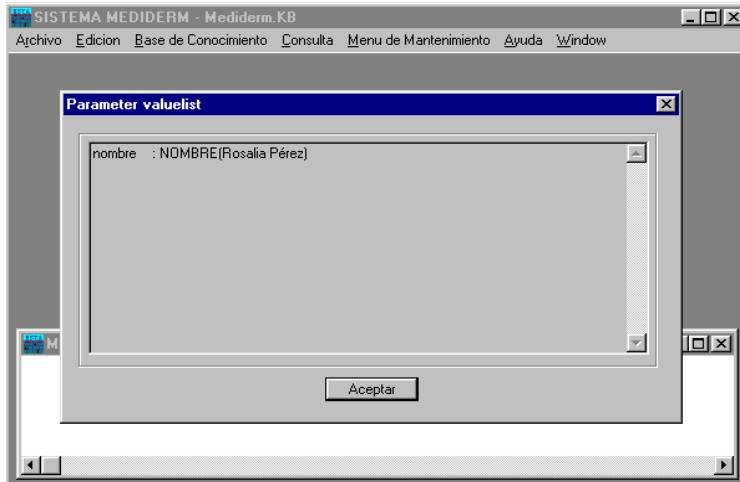


Fig. 4.39

☞ De acuerdo a lo presentado en la Fig. 4.38, por ejemplo en la Fig. 4.39 se listan los descriptores utilizados a través del proceso clínico. A diferencia de la opción mostrada en la Fig. 4.1.35, aquí solo presenta los valores asignados sin su respectiva pregunta.

4.2 MANUAL DEL PROGRAMADOR

El sistema experto Mediderm posee opciones dentro de su barra de menú para soportar cambios fácilmente dentro de su conocimiento, o de agregar nuevo al ya existente. Mediderm, posee las herramientas para realizar estas actividades de administración; el ingeniero del conocimiento es el encargado de realizar este trabajo, de tal manera, que el conocimiento se introduzca con los estándares ya definidos para el mismo.

Las opciones del menú de mantenimiento ayudan a las tareas de administración del sistema, permitiendo agregar descriptores patológicos, modificarlos, modificar la sección principal, modificar las enfermedades existentes, etc. Lo anterior se muestra gráficamente a continuación en este manual del programador.

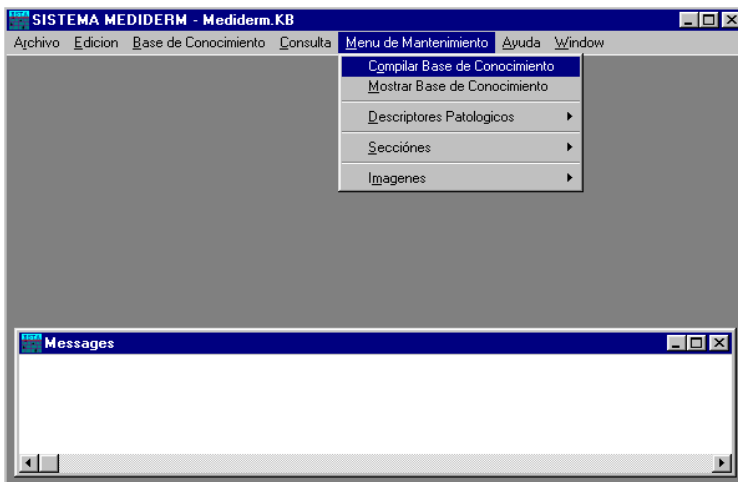


Fig. 4.2.1

Compilar Base de Conocimiento: Permite ejecutar la función de compilación, en la cual se revisan, todas las líneas de la base verificando que no existan errores sintácticos, y descriptores sin usar, o no definidos.

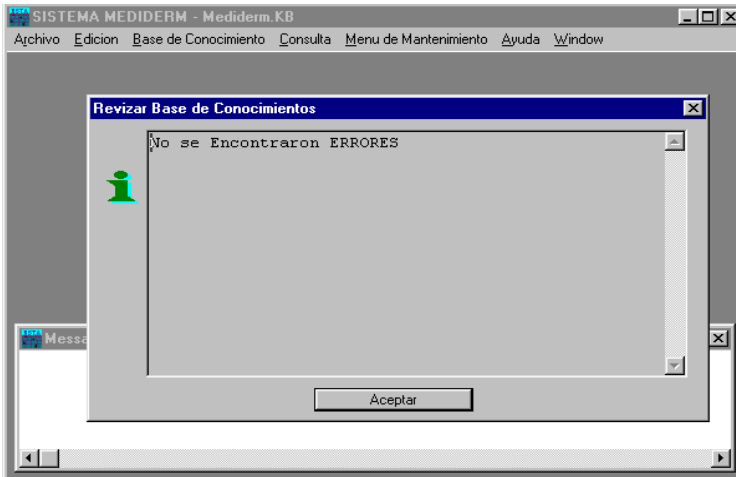


Fig. 4.2.2

☞ Si la base de conocimiento esta bien estructurada el mensaje será “No se encontraron errores”, de lo contrario mostrara los errores que contenga la misma.

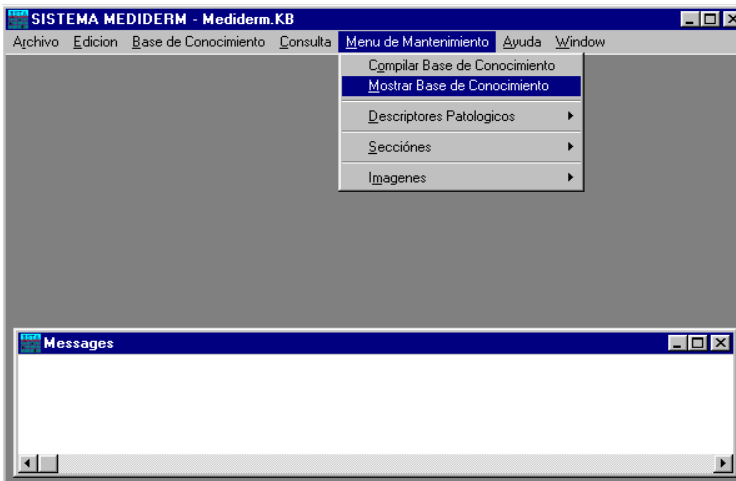


Fig. 4.2.3

☞ La opción del menú **Mostrar Base de Conocimientos**, muestra el código y las reglas de conocimiento establecidas, de acuerdo a los tipos de micosis, mostrando las estructuras de los descriptores y de las secciones.

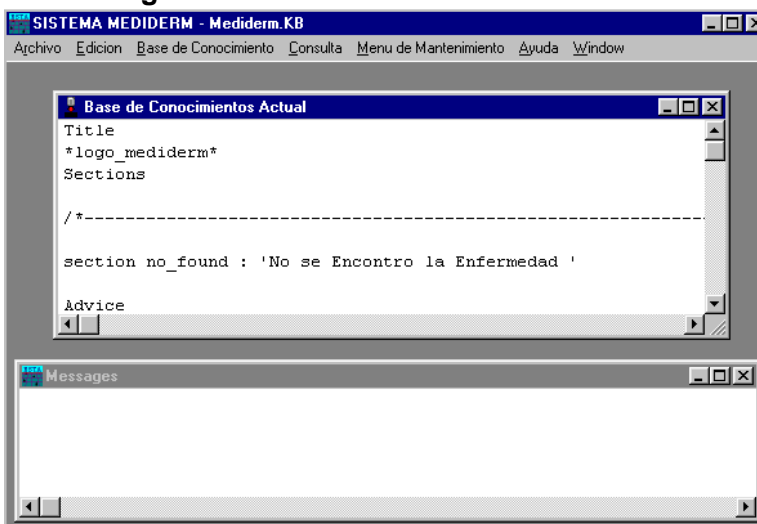


Fig. 4.2.4

☞ La Fig. 4.2.4 muestra la pantalla que aparece mostrando el código de la base conocimientos.

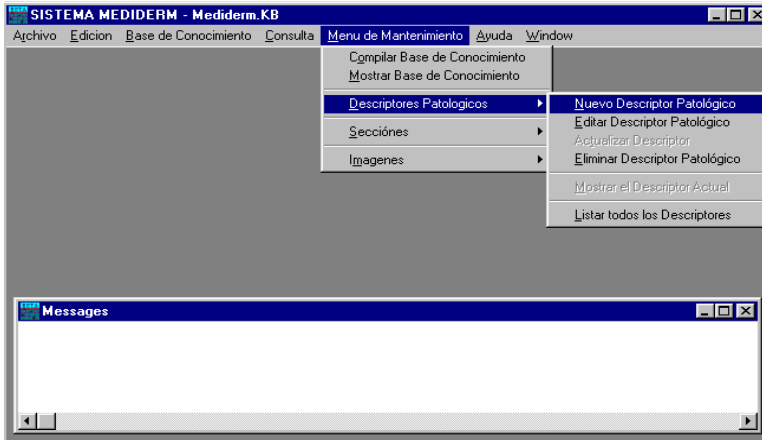


Fig. 4.2.5

La siguiente opción dentro de este menú es **Descriptores Patológicos** como se muestra en la Fig. 4.2.5, y posee todas las opciones para realizar modificaciones en los descriptores y mostrar los mismos. La primera opción es **Nuevo Descriptor Patológico** y se muestra en la Fig. 4.2.6

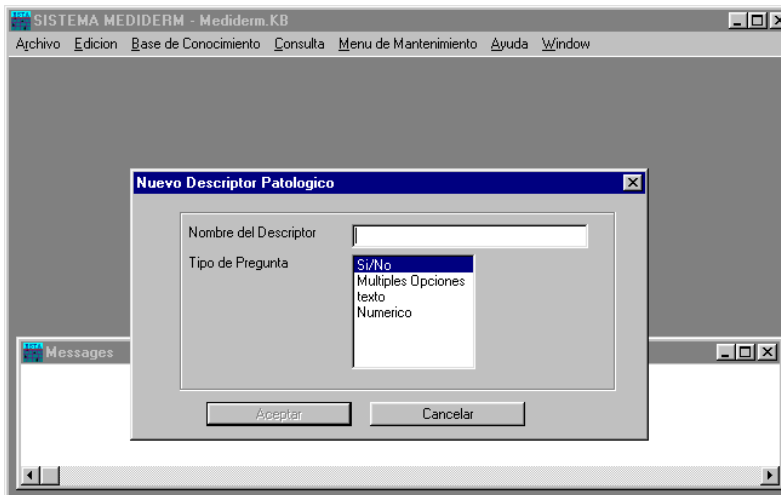


Fig. 4.2.6

Aparecerá la pantalla en la cual pedirá el **Nombre del descriptor**, el cual tiene que estar unido con guiones bajos y sin espacios entre sus palabras, por Ejem. "síntoma_dolor". Además pedirá el tipo de pantalla que presentara para hacer la pregunta sobre este descriptor.

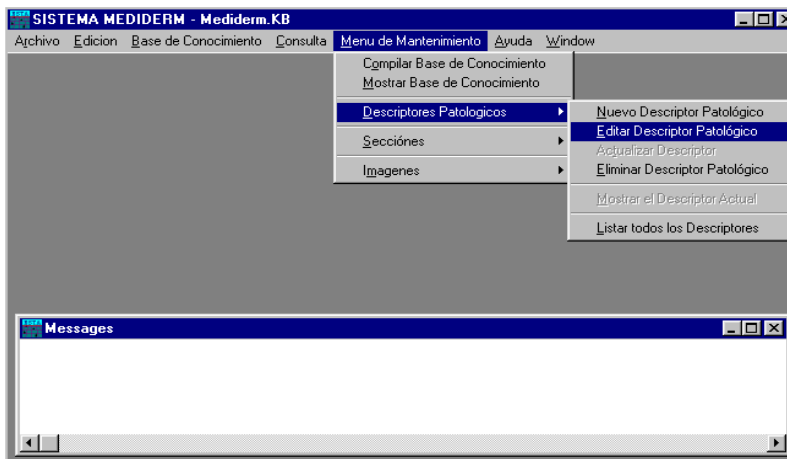


Fig. 4.2.7

La siguiente opción permite, realizar modificaciones en los parámetros editando cada uno.

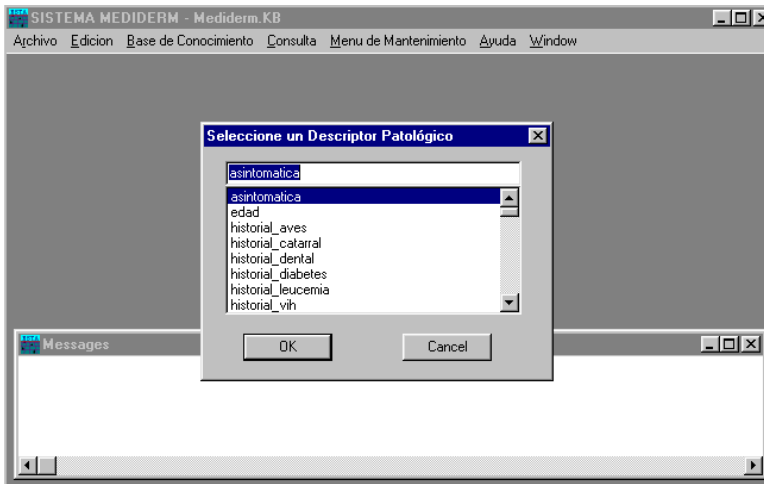


Fig. 4.2.8

La Fig. 4.2.8 muestra la interface que permite seleccionar que descriptor desea editar o en el cual se realizaran los cambios.

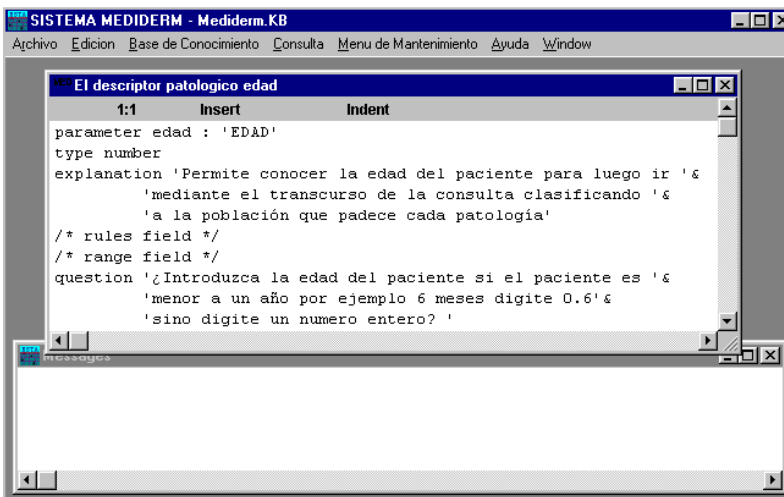


Fig. 4.2.9

La siguiente pantalla mostrada en la Fig. 4.2.9 presenta el descriptor seleccionado, en la cual se pueden realizar cambios.

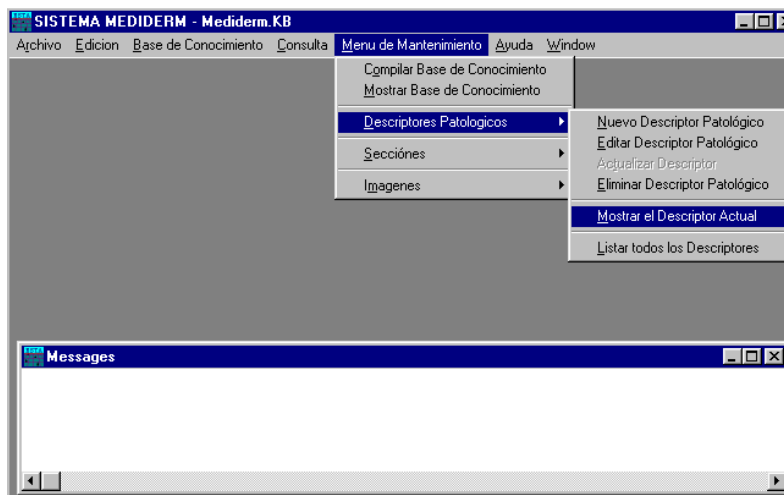


Fig. 4.2.10

La siguiente opción esta pensada para ser utilizada por el ingeniero del conocimiento, en la revisión de cada parámetro y su respectiva estructura durante la simulación de una consulta medica.

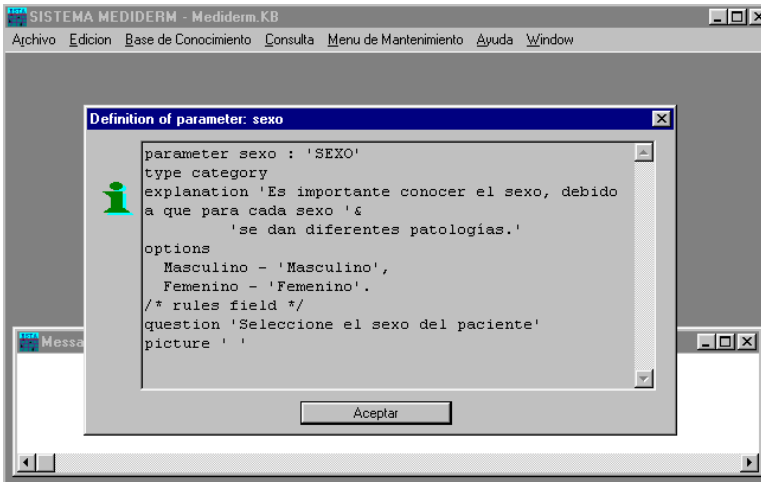


Fig. 4.2.11

La Fig. 4.2.11 presenta la pantalla que muestra el actual descriptor, así como su estructura y código.

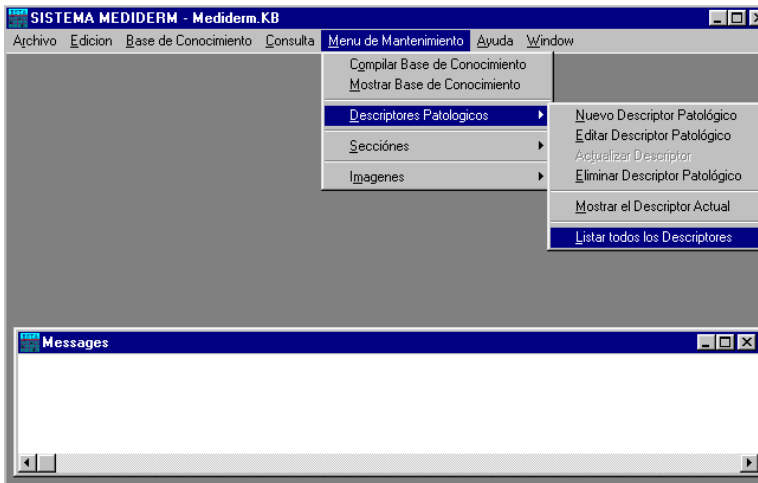


Fig. 4.2.12

la ultima opción de este menú le permite al ingeniero del conocimiento listar todos los descriptores que existen dentro de la base de conocimiento de Mediderm.

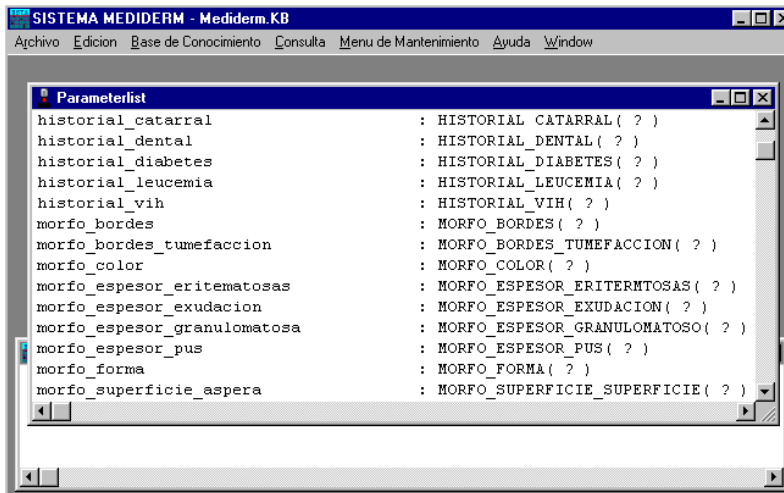


Fig. 4.2.13

La Fig. 4.2.13 muestra la lista de los descriptores patológicas que se encuentran en el sistema.

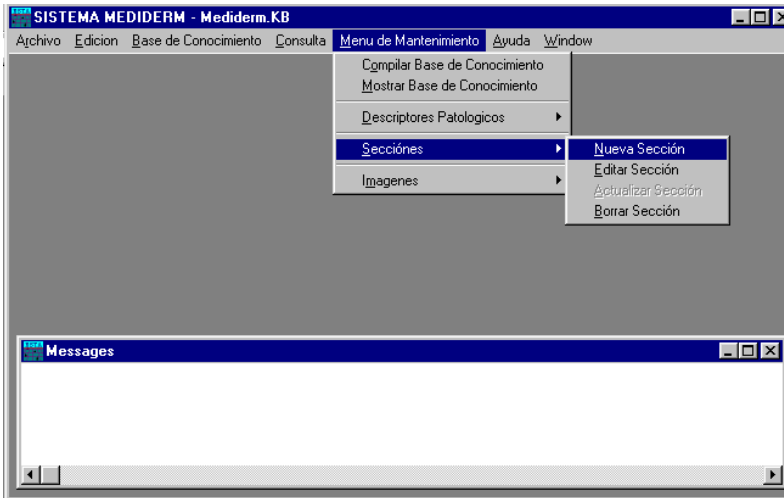


Fig. 4.2.14

La Fig. 4.2.14 muestra la opción de secciones, en la cual se pueden crear nuevas secciones si la base de conocimiento así lo requiere.

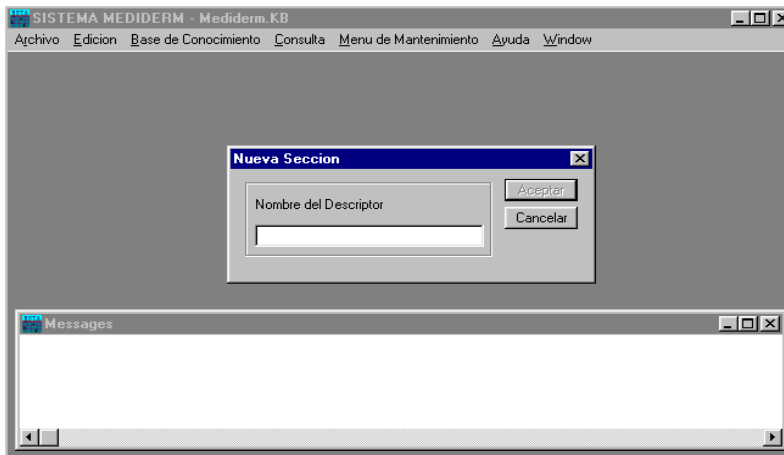


Fig. 4.2.15

Al seleccionar **Nueva Sección**, presentara una pantalla en la cual se digita el nombre de la nueva sección tomando en cuenta que las palabras que componen el mismo tienen que estar unidas a través de guiones bajos. La Fig. 4.2.15 presenta lo descrito anteriormente.

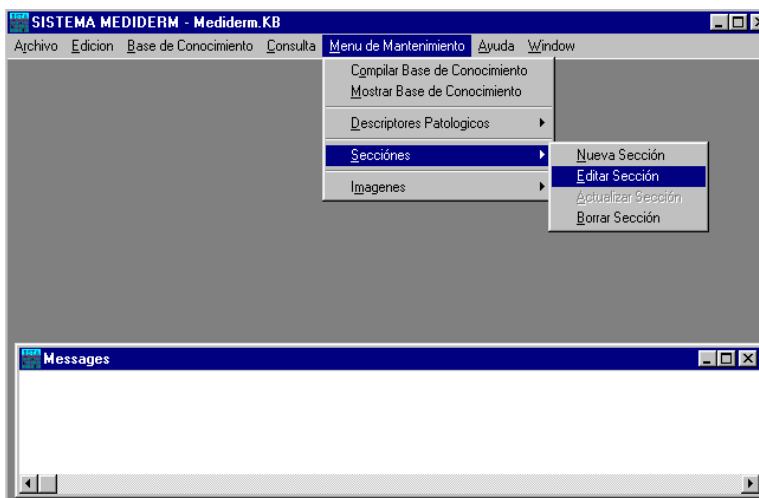


Fig. 4.2.16

Otro ítem que posee esta opción es **Editar Sección**, en la cual se escoge la sección que se desea editar y la misma se presenta de la misma forma que los descriptores patológicos.

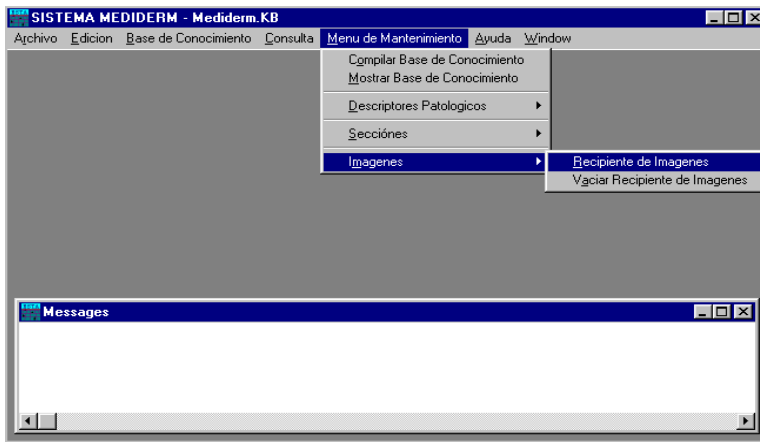


Fig. 4.2.17

La última opción permite administrar las imágenes que se ocupan dentro del sistema experto Mediderm. El primer ítem permite colocar las imágenes en el recipiente, tal como se muestra en la Fig.4.2.17

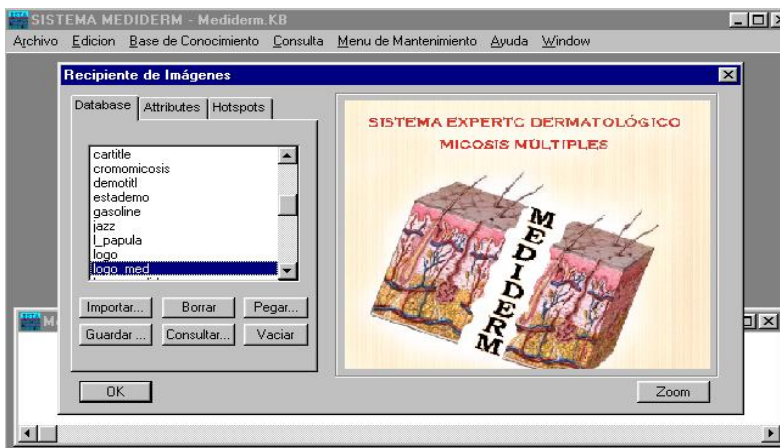


Fig. 4.2.18

La Fig. 4.2.18 muestra la interface del recipiente de imágenes con el cual se administran dichas imágenes.

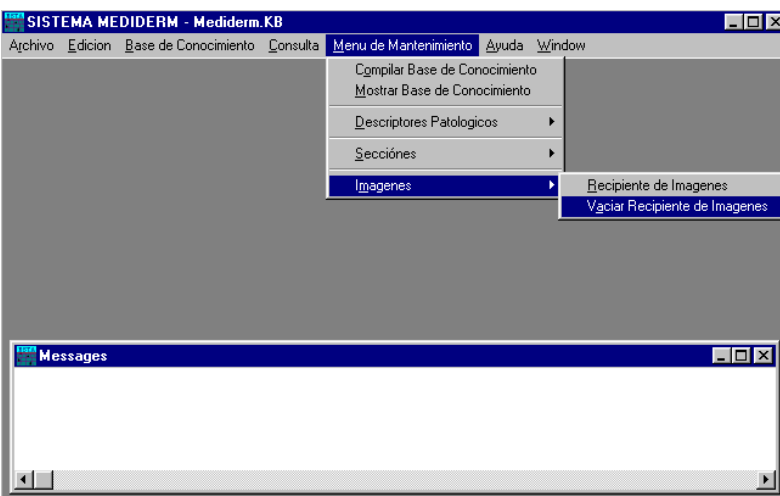


Fig. 4.2.19

El último ítem de esta opción Vaciar Recipiente de Imágenes, sirve para borrar todas las imágenes, existentes en el sistema. La Fig. 4.2.19 muestra lo anterior.

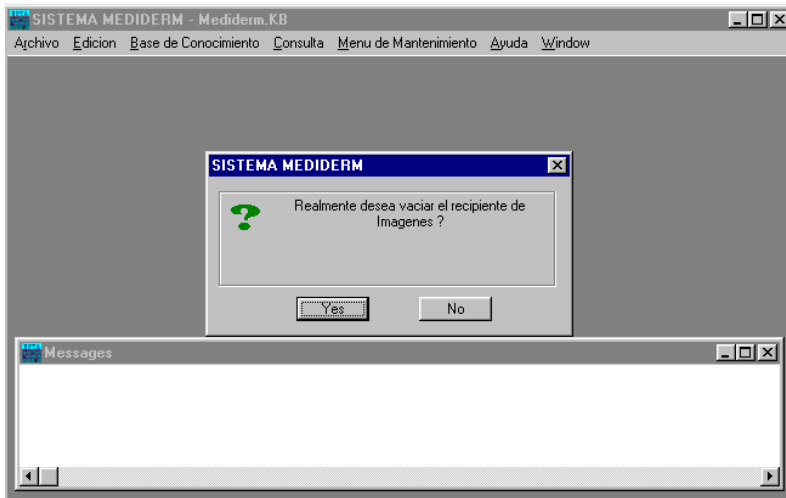


Fig. 4.2.20

→ la Fig. 4.2.20 muestra la pregunta de confirmación para vaciar el Recipiente de Imágenes.

4.3 MANUAL TÉCNICO

Como parte del presente trabajo, se ha considerado la elaboración del manual técnico, dentro del cual se puede ubicar la construcción de la base de conocimientos Mediderm.

Para dicha elaboración se utilizó la sintaxis BNF (Backus Naur Form) conocida también como gramática de libre de contexto. Es considerada una notación sencilla debido a que se interesa principalmente en la forma de como están estructuradas las diversas reglas.

El shell parte de este concepto para la creación de bases de conocimientos, el cual permite dar una sensación de fácil entendimiento. Para comprender lo antes descrito se detalla a continuación fragmentos del código que conforma la base de conocimientos Mediderm.

Como un aspecto básico la consideración de comentarios en la programación se logra utilizando los operadores /* para abrir el inicio del comentario, y */ para concluir el mismo. Ejemplo de la forma de utilizar dicha sintaxis se muestra a continuación

```
/*----- HISTOPLASMOSIS -----*/
```

Como se sabe ya, la base de conocimiento esta conformada por reglas de producción las cuales son representadas de la siguiente manera al hacer uso de dicha notación:

```
if (edad > 0 and edad <= 15) and  
    sintoma_fiebre_leve and  
    sintoma_resfriado_leve and
```



```

sintoma_tos and
sintoma_dolor_toracico and
sintoma_dolor_articulacion and
sintoma_escalofrio and
topografia_pulmones and
(historial_aves or not(historial_aves)) and
(morfo_forma='Nódulos' or not(morfo_forma='Nódulos'))

```

La primer línea de código descrita en dicho fragmento hace referencia a la construcción de una regla la cual se encuentra conformada por un conjunto de hechos que van guiando el curso que debe de llevar la búsqueda para que ésta se satisfice.

Dentro de los hechos se encuentran los siguientes:

- edad,**
parameter edad : 'EDAD'
type number
explanation 'Permite conocer la edad del paciente para luego ir '&
'mediante el transcurso de la consulta clasificando '&
'a la población que padece cada patología'
/* rules field */
/* range field */
question '¿Introduzca la edad del paciente. '&
'Digite un número entero? '
picture ''

Como se puede observar, en la primera línea del código del factor, se encuentra la palabra reservada **parameter** acompañada del nombre del hecho, seguido de dos puntos y comillas simples que encierran la descripción del hecho.

Siguiendo la estructura se muestra la palabra reservada **type** acompañada del tipo de dato del factor; que para este caso la edad es de tipo **number**(numérico).

Una vez declarado el tipo de dato se presenta la cláusula **explanation** que permite como su palabra lo dice explicar de forma extensible el significado de la pregunta encerrado entre comillas simples. ¿Cuál es la pregunta estará cuestionándose usted? , ¡claro!, si ve el código nuevamente observará que aparece la cláusula **question** que indica que se está preparando a continuación una pregunta relacionada al diagnóstico encerrada en comillas simples nuevamente; y que a través de este proceso se va formando una especie de cadena que lleva al diagnóstico más preciso. Por otra parte se observa el símbolo **&**, el cual permite hacer un salto de línea en pantalla.

Por último se aprecia la palabra reservada **picture** que permite colocar el nombre de alguna imagen que usted desee colocar. Pero antes de colocar la imagen debe de haberse incluido ésta en la base de imágenes.

A continuación se presenta el código fuente que comparten cada hecho integrado en la regla de producción antes descrita.

```
parameter sintoma_fiebre_leve : 'SINTOMA_FIEBRE_LEVE'  
type boolean  
explanation 'Este síntoma determina que existe en el organismo del '&  
    'paciente una infección progresiva.'  
/* rules field */  
question '¿Padece o ha padecido de fiebres leves?'  
picture ' '  
  
parameter sintoma_resfriado_leve : 'SINTOMA_RESFRIADO_LEVE'  
type boolean  
explanation 'El síntoma del resfriado permite conocer si los pulmones '&  
    'han tenido problemas anteriormente.'
```

```

/* rules field */
question '¿Padece o ha padecido de resfriados leves ultimamente?'
picture ' '

parameter sintoma_tos : 'SINTOMA_TOS'
type boolean
explanation 'El síntoma de la tos permite conocer si existe problema '&
'a nivel de los bronquios,y pulmones en sí.'
/* rules field */
question '¿Muestra signos de tos o ha padecido de tos anteriormente?'
picture ' '

parameter sintoma_dolor_toracico : 'SINTOMA_DOLOR_TORACICO'
type boolean
explanation 'Permite conocer si la enfermedad que padece el paciente '&
'tiene relación con problemas en los pulmones, para que de '&
'manera se tome consideración patologías micóticas profundas.'
/* rules field */
question '¿Presenta dolor torácico?'
picture ' '

parameter sintoma_dolor_articulacion :
'SINTOMA_DOLOR_ARTICULACION'
type boolean
explanation 'El dolor en las articulaciones o músculos indican que '&
'si la patología no es un simple resfriado sino una '&
'patología de mayor cuidado; siempre y cuando el paciente '&
'no padezca de enfermedades relacionadas con ellas como '&
'los diferentes tipos de artritis, reumatismos entre otras.'
/* rules field */
question '¿Presenta dolor en los músculos o articulaciones?'

```

picture ' '

parameter sintoma_escalofrio : 'SINTOMA_ESCALOFRIO'

type boolean

explanation 'Síntoma que deja saber si los escalofrios no son '&
'reflejos del clima, sino de infecciones como reacción '&
'de la invasión de hongos u otros patógenos que contrarrestan '&
'las defensas del cuerpo.'

/* rules field */

question '¿Padece o ha padecido de escalofrios?'

picture ' '

parameter topografia_pulmones : 'TOPOGRAFIA_PULMONES'

type boolean

explanation 'Mediante pruebas de inhalación y exhalación, pruebas de
flema, '&
'u otros exámenes directos se permite conocer si el hongo '&
'ha invadido órganos como pulmones o si se ha diseminado hacia
otros '&
'órganos.'

/* rules field */

question '¿Presenta problemas o molestia al respirar?'

picture 'p_pulmones'

parameter historial_aves : 'HISTORIAL_AVES'

type boolean

explanation 'Es importante conocer si el paciente convive con aves '&
'en períodos largos ya se expone a respirar las esporas '&
'que de estos animales emanan, los cuales se vuelven un '&
'hábitat perfecto para que el hongo evolucione.'

/* rules field */

question '¿Convive frecuentemente con aves?'

picture 'p_histoplasmosis'

Dentro del tipo de datos existen aparte del number (numérico), el boolean(booleano), category(opciones) y text(texto).

De acuerdo a la cadena que se forma a través del cuestionamiento, que componen a una regla, estas van unidas por los operadores lógicos and, or y not. El primer operador se aprecia en la mayoría de los hechos porque con el se puede construir la unión de los eslabones. Lo anterior se interpreta así: para obtener el diagnóstico de un padecimiento de histoplasmosis, es requerido que cumpla con ciertos aspectos, entre los que se encuentran los síntomas propios de la patología, la morfología de la lesión, e historiales del paciente.

El siguiente código presenta la sintaxis de lo que representa el diagnóstico una vez concluido el cuestionamiento y se ha llegado a la meta deseada.

```
(Advice 'EL DIAGNOSTICO DEL PACIENTE ' nombre ' INDICA QUE
PADECE DE UNA '&
'MICOSIS PROFUNDA CONOCIDA COMO HISTOPLASMOSIS '&
'- FIEBRES LEVES.'&
'- RESFRIADOS LIGEROS.'&
'- TOS SECA O CON PRESENCIA DE FLEMA ESCASA.'&
'- PRESENTA DOLOR TORÁCICO AL RESPIRAR'&
'- AL IGUAL QUE MUESTRA DOLOR EN LAS ARTICULACIONES.'&
'- PRESENCIA DE ESCALOFRIOS.'&
'- SI CONVIVE CON AVES CONSTANTEMENTE ESTARÁ PROPENSO A
RECAIDAS DE ESTA PATOLOGÍA.'&
```

'SI DESEA APRECIAR UNA IMAGEN CLÍNICA DE ESTA PATOLOGÍA
HAGA DOBLE CLICK SOBRE '&
'LA FRANJA VERDE QUE APARECE ABAJO.'

```
    picture 'a_histoplasmosis',  
    chain 'consulta.kb'  
)
```

La palabra reservada **Advice** indica que lo que sigue encerrado en comillas simples es una notificación; para este ejemplo, este ofrece el resultado sobre el tipo de micosis que afecta al paciente, y la patología que de acuerdo con la información proporcionada fueron confirmados cada hecho. Una vez concluido el advice aparece un mensaje que dice

'SI DESEA APRECIAR UNA IMAGEN CLÍNICA DE ESTA
PATOLOGÍA HAGA DOBLE CLICK SOBRE LA FRANJA VERDE
QUE APARECE ABAJO'

La franja verde aparece como un link (enlace) para llamar a la imagen proporcionada. Lo anterior se logra mediante la cláusula **picture** ' ' que permite llamar una imagen que se muestra en una caja de diálogo independiente, de la notificación.

Finalmente aparece **chain** ' ' , que permite activar una base de conocimientos.

ANEXO I

**DERMATOLOGÍA
EXPERTA**

DERMATOLOGIA EXPERTA

En enfermedades cutáneas se requiere un diagnóstico preciso para lograr una terapia adecuada. La mayor parte de las enfermedades de la piel pueden ser diagnosticadas con una historia apropiada y un análisis cuidadoso de las lesiones cutáneas. Ignorar el diagnóstico y concretarse al tratamiento sintomático de las dermatosis, con cierta frecuencia, es la fuente más importante de la iatrogenia¹ dermatológica. Es pues, recomendable el conocimiento más idóneo posible de las enfermedades cutáneas, objetivo que solo se logra mediante el estudio minucioso de las lesiones tejido membranoso y su localización en la superficie de la piel.

La piedra angular del diagnóstico semiológico la constituyen tres parámetros básicos.

A) Historia dermatológica y antecedentes

Este parámetro es la parte de arranque o inicialización de una consulta saludable. Entiéndase saludable al desarrollo de una consulta de pie a cabeza o procesos secuenciales, sin obviar aspectos importantes; y, que en muchos casos son vistos como parte complementaria de la misma y no como elemento vital que conforma a la consulta.

Para el desarrollo de dicho parámetro se han citado cinco aspectos importantes los cuales se explican detalladamente a continuación.

➤ Datos Generales:

Dentro de este aspecto, se encuentran como componentes importantes, el nombre del paciente, el historial, edad, sexo, raza, profesión, residencia habitual; los cuales permiten acercarse por ejemplo al diagnóstico de enfermedades de acuerdo a la profesión que el paciente desarrolla; o determinar este, por medio de la zona geográfica y

climática en el que el paciente reside; o conocer a que grupos de edad se dan los casos.

➤ **Enfermedad Actual:**

En este aspecto se definirá la fecha de comienzo de la enfermedad; ubicación de las lesiones por primera vez, así como también su tiempo de evolución; mejoría espontánea, utilización de medicaciones previas; y efectos por sustancias varias que produzcan cierto porcentaje de irritación y sensibilidad.

➤ **Antecedentes Personales y Familiares:**

Esta fase constituye la parte del interrogatorio sobre la existencia de cuadros clínicos de familiares que se asemejan al de la enfermedad actual. Además es importante no descuidar conocer los antecedentes o enfermedades hereditarias; así como también el llevar el control de medicamentos que han producido reacciones contra producentes.

➤ **Síntomas Dermatológicos:**

Esta etapa comprende los síntomas más comunes en el área dermatológica; y los cuales se convierten en puntos clave para ayudar a diagnosticar una enfermedad determinada.

➤ **Revisión de Sistemas:**

Aquí se debe de verificar en forma completa y concisa los datos obtenidos en las fases anteriores para encontrar alguna relación entre la enfermedad actual y la salud general del paciente.

¹ Iatrogenia: el origen de la enfermedad provocada por una negligencia médica.

B) Diagnóstico morfológico de las lesiones cutáneas:

Una vez concluido la fase anterior, se procede a realizar una observación mayormente detallada de las lesiones cutáneas. Para este proceso es necesario tomar en cuenta y anotar ciertos datos que sirven de parámetros en el diagnóstico; dentro de los cuales se describen a continuación:

➤ **Tamaño:**

Es importante anotar el tamaño de la lesión (milímetros y centímetros).

➤ **Forma:**

La forma dice mucho sobre el tipo de enfermedad que podría ser.

➤ **Superficie:**

La apariencia es un punto importante para la construcción del cuadro clínico, esta puede presentarse así (lisa, rugosa, brillante, etc).

➤ **Color:**

Aquí se consideran aspectos que describen el color que muestran (eritematosa¹, violáceas², acromicas³, etc.).

➤ **Bordes:**

Son considerados bordes los siguientes en una lesión (regulares, difusos, elevados, netos, etc.).

➤ **Consistencia:**

Una lesión puede presentarse con las siguiente consistencias(blanda, dura, leñosa, renitente,⁴ etc.)

¹ ERITEMATOSA: enrojecimiento circunscrito de la lesión.

² Violáceas: lesión de color violeta.

³ Acromicas: lesión incolora.

⁴ renitente: lesión con consistencia resistente.

➤ **Numero:**

Aquí se describe si las lesiones son (únicas, escasas, múltiples, etc.).

Como parte importante para el desarrollo de un cuadro clínico se encuentra el estudio de la lesión y los tipos existentes de esta. Por ello, y basándose en el diagnóstico morfológico se lista un conjunto de lesiones que permiten ir cerrando los caminos que hagan llegar al diagnóstico más certero.

Dentro de los tipos de lesiones se encuentran:

➤ **MACULA:**

Es una lesión circunscrita, en la cual el único cambio detectable en la piel es el color. No se presentan elevaciones o depresiones y no es perceptible al tacto.

➤ **PAPULA:**

Es una lesión elevada, pequeña, cuyo tamaño es inferior a 0.5 centímetros de diámetro.

➤ **PLACA:**

Es una lesión moderadamente elevada, cuya altura es menor comparada con su extensión. En general tiene escasos milímetros de elevación y varios centímetros de área.

➤ **NODULO:**

Es una lesión elevada, mayor a un centímetro de diámetro, cuyo volumen principal suele localizarse en la dermis o hipodermis¹.

➤ **TUMOR:**

Considerado semejante al nódulo, pero su tamaño es mayor y llega a medir varios centímetros de diámetro. El tumor levanta o distorsiona marcadamente la piel; como su palabra significa hinchazón o aumento de volumen.

¹ HIPODERMIS: tejido membranoso de recubrimiento encontrado debajo de la piel.

➤ **RONCHA:**

Esta es elevada y artematosa que presenta palidez en su porción más central.

➤ **VESICULA:**

Es una lesión elevada de menos de 0.5 centímetros de diámetro, que contiene fluido claro en su interior.

➤ **PUSTULA:**

Esta lesión elevada contiene fluido en su interior, pero a diferencia de las vesículas y ampollas, también contiene células inflamatorias que le da un color amarillento característico.

➤ **AMPOLLA:**

Al igual que las dos lesiones anteriores contiene fluido en su interior. Su extensión alcanza un promedio de 1 centímetro de diámetro.

➤ **ESCAMAS:**

Son células epidérmicas que paulatinamente se han transformado de un proceso producido por diversas causas que se van desprendiendo poco a poco.

➤ **FISURA:**

Es una estrecha grieta o rajadura de la piel, la cual se desarrolla generalmente por un excesivo resecaimiento cutáneo.

➤ **COSTRA:**

Es una sombra formada por varias sustancias que se generan ya sea por sudor, grasa, bacteria entre otros.

➤ **EXCORIACION:**

Es una abrasión o erosión superficial de la piel. Suele tener una coloración roja oscura por la sangre desecada que la cubre.

➤ **ULCERA:**

Es una lesión que resulta de una solución de continuidad en la epidermis y dermis, con la pérdida de sustancias, y en la cual se observa una excavación con grado variable de profundidad.

➤ **ATROFIA:**

Se caracteriza por el adelgazamiento aislado o simultáneo de la epidermis. con el cual se produce un hundimiento o depresión de la piel afectada. Es posible observar los vasos sanguíneos más fácilmente.

➤ **CICATRIZ:**

Aparece como secuela de una ulceración cutánea y refleja el proceso fisiológico de reparación tisular con la formación de nuevo tejido conectivo.

➤ **QUISTE:**

Es semejante al nódulo y consiste en un saco o bolsa que contiene material viscoso o semi-sólido, el cual tiene origen en las paredes del mismo.

C) DIAGNÓSTICO TOPOGRAFICO:

Una vez terminado el proceso de diagnóstico semiológico se procede a un análisis topográfico, es decir a su localización y distribución en la superficie corporal.

El diagnóstico topográfico tiene gran importancia, puesto que numerosas dermatosis presentan un patrón bastante característico por su localización en determinadas áreas corporales, y con la simple inspección de las lesiones, en muchas oportunidades se define el diagnóstico dermatológico.

Para ello se ha determinado una esquematización topográfica de las diferentes áreas a las cuales corresponden las dermatosis mas frecuentes

- ☞ Dermatitis de la cara y cuero cabelludo.
- ☞ Dermatitis del tronco.
- ☞ Dermatitis de las extremidades
- ☞ Dermatitis de los genitales y perine
- ☞ Dermatitis palmo-plantares
- ☞ Dermatitis del lactante

Finalmente, luego de un exhaustivo reconocimiento clínico, suele encontrarse la necesidad de verificar el diagnóstico mediante métodos más completos como lo son los métodos clínicos y los métodos de laboratorio.

D) METODOS COMPLEMENTARIOS

1) Método Clínico:

Este consiste en una serie de exámenes que permitan tener un mejor acercamiento de la lesión para su estudio como por el ejemplo:

- Lentes de aumento que permitan ver de mejor manera la imagen.
- Diascopia la cual se logra mediante la compresión de la lesión por medio de una lamina de vidrio; para eliminar la sangre acumulada en los capilares ayudando así a diferenciar la lesión.
- Luz o Lampara de Wood; la cual consiste en una fuente de luz ultravioleta de 360nm; capaz de evocar fluorescencia de diversos colores en ciertas sustancias que se encuentran sobre la piel.

2) Método de Laboratorio:

Estos consisten en exámenes mucho más detallados y precisos a nivel de estudios de células. Dentro de los que se pueden citar se encuentran:

- Exámen directo de escamas en las micosis obtenidas por un raspado que permite una mejor visualización de las esporas de los diferentes hongos.
- Cultivos para bacterias y hongos, los cuales sirven para llegar a conocer que tipo de hongos están causando la lesión.
- Biopsia cutánea; Considerado uno de los mas importantes. Permite conocer el hongo que produce la dermatosis y poder descartar así los diagnósticos diferenciales.

ANEXO II

**MICOSIS
MÚLTIPLES**

MICOSIS SUPERFICIALES

CANDIDIASIS

Candida en latín es un adjetivo que significa blanco. Es un estado o condición patológica ocasionado por un hongo del genero Candida (generalmente candida albicans).

AGENTE ETIOLOGICO:

Es causada por la levadura Candida Albicans microorganismo saprofito que en condiciones especiales se torna patógeno. Este se encuentra en el tracto gastrointestinal de la boca al recto y en la vagina.

LOCALIZACION:

1. Pliegues de la piel u ombligo
2. Vagina
3. Pene
4. Boca (afta, algodoncillo)
5. Comisuras de la boca (perlèche)
6. Matrices de las uñas

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

De acuerdo con la localización de la lesión es que se encuentran los diagnósticos diferenciales como por ejemplo la candidiasis de uñas, tiña de uñas entre otras.

POBLACION:

De acuerdo a la localización de la candidiasis que se desarrolle en el paciente afecta a toda población, como por ejemplo la candidiasis oral que afecta especialmente a bebes y personas ancianas debido a la falta de dentición.

SINTOMAS:

La candidiasis puede causar molestia o un sabor desagradable o incluso puede no tener ningún síntoma. Frecuentemente puede parecerse a manchas blancas cremosas, similares al requesón. A veces la candidiasis aparece como manchas rojas en la lengua o en la parte superior del interior de la boca. También pueden ocurrir grietas y enrojecimiento de la piel en las esquinas de la boca. La esofagitis por candida frecuentemente está asociada con dificultad al tragar y molestia. La vaginitis por candida típicamente causa una descarga blanca y espesa, molestia en la parte delantera de la vagina mientras orina, e hinchazón de los labios de la vagina. La candidiasis en los pliegues de la piel puede resultar en picazón y enrojecimiento.

SINTOMAS SEGÚN LOCALIZACION:

1.

- Erupción.
- Placas que exudan fluido transparente.
- Espinillas (barritos).
- Comezón o ardor.

2.

- Secreción blanca o amarilla de la vagina.
- Comezón.
- Enrojecimiento de la zona externa de la vagina.
- Ardor.

3.

- Enrojecimiento de la cara inferior del pene.
- Descamación de la cara inferior del pene.
- Erupción dolorosa en la cara inferior del pene.

4.

- Placas blancas sobre la lengua y en la cara interna de las mejillas.
- Dolor.

5.

- Grietas o pequeños cortes en las comisuras de la boca.

6.

- Hinchazón.
- Dolor.
- Pus.
- Uña blanca o amarilla que se separa de la matriz.

PITIRIASIS VERSICOLOR

La pitiriasis versicolor es una infección cutánea micótica frecuente caracterizada por la presencia de placas más claras u oscuras que el resto de la piel.

AGENTE ETIOLOGICO:

Es producida por el hongo *Malassezia*, que habita normalmente en la piel, que en ciertas circunstancias, como humedad y calor, puede producir esta enfermedad.

LOCALIZACION:

Las placas suelen aparecer en el pecho o en la espalda e impiden que toda la piel se broncee por igual; y rara vez afecta la piel.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Dentro de los diagnósticos diferenciales se encuentran dermatitis seborrea, vitíligo.

POBLACION:

Este tipo de enfermedad es más frecuente en la adolescencia y a principios de la edad adulta joven.

SINTOMAS:

El único síntoma de la pitiriasis versicolor suele ser la aparición de placas de color blanco o marrón claro. Las placas pueden presentar una descamación leve, pero rara vez pican o duelen. Otras características comunes de este trastorno pueden incluir las siguientes:

- Placas blancas, rosadas o marrones.
- Infección de las capas superficiales de la piel.
- Las placas empeoran con el calor y la humedad, o si el paciente se encuentra en tratamiento con esteroides.
- Las placas se vuelven más visibles en verano.

LA TIÑA:

Es otro tipo de patología superficial que de acuerdo a su localización presenta su sintomatología.

AGENTE ETIOLOGICO:

Infecciones superficiales causadas por dermatófitos, hongos que invaden tejidos muertos de la piel o sus apéndices (estrato córneo, uñas, pelo). Microsporum, Trichophyton y Epidermophyton son dermatofitos infectantes que pueden proceder de un animal (zoofílicos), de una persona (antropofílicos) o del suelo (geofílicos).

LOCALIZACION:

1. En el cuero cabelludo
2. En la barba o mentón.
3. En el tronco o cuerpo.
4. En los pliegues.
5. En las manos.
6. En los pies.
7. En las uñas.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Según la localización existen patologías diferenciales como la tinea cruris y el eritrasma.

POBLACION:

1. ocurre especialmente en los niños si es el caso de la tinea capitis
2. Se desarrolla especialmente en los hombres, si es el caso de tiña de barba.
3. Se observa en adultos, si es el caso de tinea cruris.
- 4,5,6 Es más frecuente en los hombres que en las mujeres.
7. Es más frecuente en adultos y a nivel de los pies si se trata de tinea pedis.

SINTOMAS:

Tiña en cuero cabelludo (tiña capitis):

Se observa como un área redondeada en el cuero cabelludo que presenta pérdida del cabello y de aspecto grisáceo, algunas veces muestra señales de inflamación y costras.

Tiña de la barba: cuando el hongo invade la piel de la barba y del bigote aparecen vesículas y pústulas, e incluso puede verse con las mismas características de la tiña del cuero cabelludo.

Tiña del cuerpo:

Se observan lesiones redondeadas, enrojecidas descamativas y cuyo borde se encuentra elevado. Es de anotar que el centro de la lesión se vuelve más claro que los bordes. Es más frecuente en las regiones de climas húmedos.

Tiña de la región inguinal (tiña cruris): el hongo se instala en la región del pliegue inguinal (entre los muslos y la región del pubis), generando una reacción inflamatoria que se observa como una gran placa roja, que causa intensa rasquiña, de bordes bien delimitados y bilateral. En la medida en que la lesión se va extendiendo, se observa que las lesiones más antiguas se vuelven violáceas mientras que las nuevas son rojas.

Tiña de la mano: el hongo afecta el espacio entre los dedos de las manos (espacio interdigital) y está asociado, en muchas ocasiones, a una afección de la misma naturaleza en los pies. Se observan áreas inflamadas en los espacios interdigitales de las manos, de aspecto enrojecido, fisurado y en ocasiones blancuzcas.

Tinea pedis: aquí el hongo afecta la planta de los pies y los espacios interdigitales. Definitivamente, el exceso de humedad de ésta zona influye para el

crecimiento del hongo. Se pueden ver áreas inflamadas, fisuradas, maceradas, en ocasiones con vesículas y descamación. Las lesiones se vuelven intensamente dolorosas.

Tiña de uñas: el hongo afecta la uña de tal forma, que la deteriora completamente. Usualmente comienza con una invasión en el borde libre de la uña, generando cambios en la coloración y el aspecto (las vuelve opacas y amarillentas) y termina destruyéndola (onicolisis).

MICOSIS SUBCUTANEAS

ESPOROTRICOSIS

La esporotricosis es una infección en la piel. Los jardineros que trabajan cerca del suelo y de las plantas son más propensos a contraer dicha infección. Algunas plantas como los rosales, los arbustos de bayas y el musgo, facilitan la adquisición de la esporotricosis. Usando medicamentos, la infección desaparece usualmente en 1 o 2 meses, pero puede tomar entre 6 y 7 meses para que la infección desaparezca completamente.

AGENTE ETIOLÓGICO:

Esta infección de la piel es causada por un germen llamado *sporothrix schenckii*. El hongo vive en los desperdicios, en la hierba, en los materiales de jardín descompuestos y en la madera. Una espina, una astilla o cualquier otro objeto punzante puede perforar su piel y causar la infección. Esta infección no se contagia de una persona a otra.

LOCALIZACION:

Este tipo de micosis se desarrolla frecuentemente en miembros superiores, especialmente en el dorso de manos, miembros inferiores.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Infecciones por *Mycobacterium marinum*, Tularemia úlcero-glandular.
tuberculosis verrugosa, carcinoma espinocelular, cromomicosis

POBLACION:

Se ve en pacientes inmunosuprimidos, alcohólicos crónicos.

SINTOMAS:

Al principio, usted puede observar una pequeña protuberancia (bulto) movable que se forma debajo de la piel. Este, crece muy despacio, adquiere color rosado violáceo y luego, se convierte en una úlcera abierta. A los pocos días o semanas, puede aparecer en su brazo, un chichón más oscuro. Las úlceras no producen dolor a menos que, se encuentren infectadas. Aunque es muy raro, la infección puede extenderse a sus pulmones y provocarle tos complicándose en un grado más.

CROMOMICOSIS

Micosis crónica granulomatosa producida por hongos dematiaceos, que afecta la piel y los tejidos blandos.

AGENTE ETIOLOGICO:

Fonsecae pedrosoii

Fonsecae compactum

Cladosporium carrionii

Rhinocladiela aquaspersa

Phialophora verrucosa

Son hongos que en el cultivo dan colonias negras, aterciopeladas.

LOCALIZACION:

La topografía usualmente se muestran en manos o pies.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Es diagnóstico diferencial la esporotricosis de placa fija, el carcinoma espinocelular y la tiña.

POBLACION:

Se da en áreas tropicales o subtropicales, es más frecuente en hombres, en campesinos. Se adquiere por una astilla contaminada por esporas.

SINTOMAS:

Aparece una lesión primaria en forma de una pápula pequeña que aumenta de tamaño. Luego se produce una infección que presenta prurito que puede llevar a una úlcera.

MICETEMA

Es conocida por la formación de granulomas crónicos cuya característica sobresaliente es la presencia de fístulas interconectadas entre sí, las cuales secretan material purulento y gránulos de diferente tamaño y color.

AGENTE ETIOLÓGICO:

Enfermedad infecciosa crónica causada por hongos del grupo de los actinomicetos aerobios (actinomicetomas).

LOCALIZACION:

Este tipo de patología hace su aparición especialmente en los pies, las piernas, rodillas y las manos, especialmente en los pies de gente humilde campesina.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Es diagnóstico diferencial la cromomicosis.

POBLACION:

El micetoma es más frecuente en hombres, en campesinos. También es más frecuente entre la tercera y cuarta década de la vida. Su distribución geográfica se da en aquellos países que están cerca del trópico de cáncer: México, Centroamérica, Senegal, Venezuela, Sudán, India, Somalia, Tailandia, etc. Se da en países donde presentan una estación lluviosa corta y una estación seca larga.

SINTOMAS:

Caracterizado por un aumento del volumen que deforma el área afectada. En su superficie se aprecian nódulos, abscesos, fístulas y fibrosis que contribuye a darle una consistencia firme. Afecta principalmente las extremidades inferiores, particularmente el pie.

MICOSIS PROFUNDAS O SISTÉMICAS

HISTOPLASMOSIS

Afecta principalmente órganos que poseen tejidos retículo endotelial.

AGENTE ETIOLÓGICO:

Histoplasma Capsulatum es un hongo dimórfico, que tiene como hábitat, el suelo especialmente aquellos contaminados con excretas de murciélagos y aves.

LOCALIZACION:

Se localizan inicialmente en los pulmones, en un buen número de casos la infección cursa en forma asintomática o con síntomas catarrales leves.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

A veces se desarrolla un proceso pulmonar crónico, con cavitaciones que puede ser confundido con la tuberculosis u otras enfermedades pulmonares.

POBLACION:

Esta enfermedad afecta sobre todo a niños de corta edad, personas muy debilitadas por enfermedades crónicas o neoplásicas(cancerosas); en pacientes con tratamientos con drogas inmunosupresoras, esteroides, y citotóxicos.

SINTOMAS:

Poco después de infectarse, muchas personas tendrán síntomas parecidos a los de una gripe, incluyendo una fiebre leve y tos. Generalmente éstos desaparecen y la persona infectada frecuentemente no busca cuidado médico. De vez en cuando las personas que tienen una infección primaria contraen una urticaria. Es posible que la histoplasmosis cause una variedad de síntomas incluyendo pérdida de peso, debilidad y nódulos de linfáticos inflamados. Estos síntomas no son específicos y también pueden ocurrir con muchas otras enfermedades.

BLASTOMICOSIS:

Es una infección poco común causada por la inhalación de un hongo, que se encuentra en la madera y el suelo.

AGENTE ETIOLOGICO:

Levaduriforme Blastomyces, que reside en las maderas en descomposición y en el suelo.

LOCALIZACION:

Afecta principalmente a los pulmones.

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Enfermedades bronquiales, histoplasmosis.

POBLACION:

La enfermedad es más frecuente en los hombres y está geográficamente limitada a las áreas centro-sur y centro-oeste de los Estados Unidos y Canadá y el factor de riesgo clave es la exposición al suelo.

SINTOMAS:

Es posible que la infección pulmonar no produzca síntomas, pero cuando la infección se disemina, puede aparecer la lesión de piel o lesiones óseas y puede afectar al sistema urogenital (vejiga, riñón, próstata, testículos). Dentro de los síntomas más comunes se encuentran:

- tos (el esputo puede ser marrón o sanguinolento) y dificultad respiratoria.
- Sudoración.
- Fiebre fatiga molestia, incomodidad o sensación de malestar general.
- Dolor en el pecho.
- Pérdida de peso.

ACTINOMICOSIS

Es una enfermedad que se caracteriza por la aparición de granulomas y fístulas.

AGENTE ETIOLÓGICO:

Son muchos los microorganismos que pueden causar esta enfermedad el más frecuente es *Actinomyces israelii* que es una bacteria gram positiva, anaeróbica, filamentosa.

LOCALIZACION:

Hay cuatro manifestaciones clínicas importantes:

- a) Cervico-facial
- b) Torácica
- c) Abdominal
- d) Pélvica

DIAGNOSTICO DIFERENCIAL:

Diagnóstico diferencial: Fístula odontogénica.

POBLACION:

La enfermedad es más frecuente en mujeres y en la tercera, cuarta y quinta década de la vida.

SINTOMAS:

En todos los casos puede haber fiebre, pérdida de peso, astenia, adinamia y malestar general.

PARACOCCIDIODOMICOSIS

Consiste en una enfermedad granulomatosa, crónica, de las mucosas, piel, ganglios linfáticos, pulmones y otros órganos.

AGENTE ETIOLÓGICO:

El agente es conocido como paracoccidioides brasiliensis cuyo habitat posiblemente sea la vegetación o el suelo. Aunque no se conoce exactamente la vía de penetración al organismo; la alta incidencia de la enfermedad pulmonar hace presumir que el mecanismo de entrada sea la inhalación.

LOCALIZACION:

Se dice que es mucho más común en los hombres que en las mujeres y entre ancianos.

Para el caso juvenil (aguda) afecta el sistema reticulo-endotelial.

Para el caso adulto (crónica) aparecen lesiones en las mucosas, particularmente en las encías, invadiendo el paladar, piso de la boca y posteriormente pilares de la laringe y orofaringe.

POBLACION:

Afecta a la edad juvenil menor de 30 años y adultos de edad media; en casos extremos y raros ancianos.

SINTOMAS:

Formación de granulomas dolorosos, presencias de fiebres.

CRIPTOCOCOSIS

La criptococosis es una micosis sistémica producida por un hongo. Antes era rara y afectaba a pacientes con alguna enfermedad de base que producía una alteración de la inmunidad celular (neoplasias, lupus eritematoso sistémico, trasplantes de órgano sólido o médula ósea, tratamiento con corticoides u otra medicación inmunosupresora, diabetes, sarcoidosis, etc.). Por el contrario, en los pacientes con sida, es la micosis sistémica más frecuente.

AGENTE ETIOLOGICO

Es un hongo de levadura uniforme encapsulado denominado *Cryptococcus neoformans*.

LOCALIZACION:

La infección se adquiere por inhalación de las levaduras desecadas existentes en la naturaleza. Cuando el criptococo llega a los alvéolos pulmonares se desencadena una respuesta de la inmunidad celular y humoral del huésped, que en condiciones normales es suficiente para controlar la infección.

Debido a que los pacientes más susceptibles a la infección por este hongo presentan una alteración de la inmunidad celular o humoral, el microorganismo no es eliminado por los mecanismos de defensa apropiados cuando penetra en las vías respiratorias. Así, progresa hacia el pulmón y se disemina por vía hematógena hasta el sistema nervioso central (SNC), siendo ésta la localización más frecuente, produciendo cuadros de meningitis o meningoencefalitis.

POBLACION:

Las manifestaciones clínicas variarán en función del tipo de enfermo. La aparición de la enfermedad suele ser aguda en pacientes con sida, en tratamiento con corticoides o que sufren neoplasias hematológicas, mientras que en los restantes suele presentarse de una forma más crónica.

SINTOMAS:

La mayoría de los pacientes presenta signos inespecíficos de fiebre, malestar general y cefalea. Los hallazgos físicos tampoco aportan mucho, porque los signos meníngeos son poco frecuentes, al igual que los signos neurológicos focales o las convulsiones. Es importante que el médico mantenga una alta sospecha de esta enfermedad para poder así llegar al diagnóstico.

A**Alergeno:**

Sustancia capaz de inducir un estado alérgico.

Atelectasia:

Pérdida del volumen aéreo del pulmón.

C**Carcinoma broncogénico:**

Cáncer a nivel los broncos.

Corticoides:

Hormona producida por la corteza renal.

D**Dimórfico:**

Susceptible de presentarse bajo dos formas diferentes.

E**Endocardio:**

Membrana interna de las cavidades del corazón.

Eritema:

Inflamación superficial de la piel caracterizada por manchas rojas.

F**Fibrobroncoscopía:**

Examen diagnóstico que se utiliza para detectar enfermedades como aspergilosis que atacan las partes internas del pulmón.

G**Ganglios:**

Nódulos intercalados en el trayecto de los nervios o de los vasos linfáticos que desempeñan diversas funciones fisiológicas.

Granulocitopenia:

Aumento de los glóbulos blancos.

H**Halo Radiolúcido:**

Círculo que suele aparecer alrededor de una lesión radiográficamente.

Hemática:

Vía sanguínea

Hemoptisis:

Hemorragia de mucosa pulmonar

L**Linfoma:**

Grupo de neoplasias que se originan en los sistemas retículo endotelial y linfático.

M**Macrófagos:**

Células que se encuentran en la sangre y los tejidos que destruyen las bacterias y cuerpos nocivos o inútiles para el organismo.

Miocardio:

Músculo del corazón.

N**Necrosis isquémica:**

Muerte irreparable del tejido por falta de oxígeno.

Neoplásia:

Formación de un tejido en alguna parte del cuerpo cuyos elementos sustituyen a los de los tejidos normales.

Neumoconiosis:

Enfermedad propia del pulmón.

P**Pleura:**

Membrana externa que recubre la superficie del pulmón.

R**Retículo endotelial:**

Tejido que reviste interiormente las paredes de algunas cavidades orgánicas, que no comunican con el exterior.

S**Saprófitas:**

Dícese de los microbios que viven en el organismo a expensas de materias en putrefacción y que pueden dar lugar a enfermedades.

Sarcoidosis:

Enfermedad caracterizada por pápulas, placas, nódulos o tumores.

T

Trombosis:

Obstrucción de las vías sanguíneas.

Tropismo vascular:

Movimiento total o parcial de las vías sanguíneas determinado por el estímulo de agentes químicos o físicos.

U

Urogenital:

Sistema conformado por las vías urinarias.

ENTREVISTA PARA OBTENCIÓN DEL CONOCIMIENTO DEL DERMATÓLOGO

Objetivo

Obtener los conocimientos, experiencia e inferencia dermatológica del médico experto para la elaboración del modulo de la base del conocimiento del prototipo de Sistema Experto.

1. ¿Cuáles son los tipos de micosis?

2. ¿Qué es la micosis superficial?

3. ¿Qué es la micosis subcutánea?

4. ¿Qué es la micosis profunda?

5. ¿Cuáles son las más comunes?

6. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de la micosis superficial?

7. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de la micosis subcutánea?

8. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes de la micosis profunda?

9. ¿Cuáles son los síntomas para cada enfermedad antes descritas?

10. ¿Qué hongos producen cada enfermedad.?

11. ¿Cuál es la población afectada para cada enfermedad?

12. ¿Cuál o cuáles son los diagnósticos diferenciales.?

13. ¿Cuál es su localización (área del cuerpo)?

14. ¿Qué tipo de micosis se da con mayor frecuencia?

15. ¿Existen síntomas específicos que permitan diferenciar una enfermedad de otra de un mismo tipo de micosis?

16. ¿A que población afecta la blastomicosis?

17. ¿Tiene algún diagnostico diferencial la blastomicosis?

18. ¿Qué tipos de aspergilosis existen?

19. ¿Cuáles son sus síntomas?

20. ¿A que población afecta?

21. ¿Cuáles son los síntomas de la cromomycosis micosis subcutánea?

B

Base de Conocimientos:

Información con antecedentes bibliográficos dentro de un dominio o subdominio.

Base de Hechos:

Base de datos con Información heurística proporcionada por un experto.

BNF:

Notación Backus Naur Form, utilizada en programación.

H

Heurística :

Búsqueda o investigación de documentos o fuentes históricas, arte de descubrir o inventar.

I

Inferencia :

Deducción de una cosa a partir de otra, conclusión.

I.A. :

Forma de razonar o concluir de manera artificial. Ciencia que estudia el razonamiento humano.

M

Micosis Múltiples:

Enfermedades de la piel referentes a las patologías de Micosis superficiales, Micosis Profundas y Micosis.

Motor de Inferencia:

Modulo artificial de búsqueda de soluciones y respuestas en un Sistema Experto.

R

Reglas :

Reglas, concepto definición de diseño para sistemas de conocimiento y experiencia para resolver problemas de dominios definidos.

CONCLUSIONES

1. La investigación del shell adecuado debe ser cuidadosamente realizada, debido a que de esto depende el cumplimiento de las metas de desarrollo planteadas; contando con características tales como flexibilidad, accesibilidad en el mercado, rapidez en el desarrollo, apoyo bibliográfico (manuales, ejemplos, guías de desarrollo etc.) para documentarse técnicamente sobre el mismo y sobre todo capacidad para representar el conocimiento. Además proveer herramientas que permitan al desarrollo de los sistemas con interfaces gráficas para que proporcionen un entorno amigable al usuario.
2. La representación del conocimiento basada en las reglas de producción es la técnica más rápida y comprensible en comparación a otras técnicas, debido a la sencillez con que se estructura la misma.
3. Es importante poseer las bases teóricas para una mejor comprensión de la estructura, funcionamiento y construcción de aplicaciones de este tipo y entender los alcances y limitaciones que existen al trabajar con estas tecnologías al momento de la construcción de las mismas.
4. Al trabajar con inteligencia artificial en aplicaciones sobre sistemas expertos, se debe de dejar a un lado el concepto de programación convencional estructurada y adoptar el concepto de programación declarativa no procedural.

RECOMENDACIONES

- ◆ Proveer a la biblioteca Rafael Meza Ayu con bibliografía, actualizada y especializada, sobre Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos.
- ◆ Seguir impulsado trabajos de investigación sobre Los Sistemas Expertos, para apoyar en el futuro la materia de sistemas expertos dentro del pensum de ingeniería en computación.
- ◆ Apoyar otras ramas de la inteligencia artificial en las cuales la ingeniería en computación, sea un elemento importante para el desarrollo de dichos proyectos, tales como, Robótica, Procesamiento de lenguaje, Etc.
- ◆ Utilizar de referencia el presente trabajo de graduación, para documentarse sobre algunos de los métodos utilizados en la representación del conocimiento, así como también los métodos de búsqueda que se pueden utilizar para trabajar con este y la metodología que se puede seguir para diseñar y desarrollar sistemas expertos.
- ◆ Fomentar técnicas para la obtención del conocimiento, con profesionales en áreas específicas,.
- ◆ Estudiar la posibilidad de adoptar Visual Prolog como herramienta de desarrollo en inteligencia artificial y principalmente en sistemas expertos.
- ◆ Realizar investigaciones sobre otros lenguajes orientados a la inteligencia artificial además de Prolog y Lisp, y que tengan la posibilidad de crear interfaces graficas.