



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

SISTEMA EXPERTO MULTIMEDIA PARA
DIAGNOSTICO EPIDEMIOLOGICO DEL
PALUDISMO. SISTEMA CONSULTOR
MULTIMEDIA DE PALUDISMO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION
P R E S E N T A :
JOSE MANUEL CASTRO BADILLO



DIRECTOR: DR. FELIPE LARA ROSANO

ASESOR: DR. FRANCISCO RODRIGUEZ RANGEL

CIUDAD UNIVERSITARIA, MEXICO, D. F., MAYO DE 1997.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mi Papá
Ing. José Castro Díaz
Como un homenaje
postumo a su memoria.
(q.e.p.d)

A mi Mamá
María Guadalupe Badillo de Castro
Quien con su cariño ha
sido un ejemplo de lucha y superación
constante aún en las peores adversidades.

A mi Tía
Irma Badillo Martínez
Por su cariño, consejos y
confianza que siempre me ha otorgado

A mis hermanos
Guadalupe, Gabriel y Luis
Mis mejores amigos.

Agradecimientos

Al Dr. Francisco Rodríguez Rangel

Quien sin su siempre atinada asesoría y paciencia
no hubiera sido posible el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Felipe Lara Rosano

Por su paciencia e incondicional apoyo.

A la Lic. Yuridia Tabakova Hernández

Por su amable participación
en el desarrollo de este trabajo.

A todos mis compañeros y amigos

Quienes me brindaron su apoyo
a lo largo de tantos años de estudio.

A todas las personas

que de alguna manera apoyaron o estuvieron
involucradas en el desarrollo de este trabajo.

Introducción.

Capítulo I. Paludismo.

Definición	1- 1.
Organos afectados	1- 2.
Bazo	1- 2.
Hígado	1- 3.
Médula ósea	1- 3.
Cerebro	1- 3.
Otros órganos	1- 4.
Manifestaciones clínicas	1- 4.
Fase de frío	1- 4.
Fase de hipertermia	1- 4.
Fase de sudoración	1- 4.
Diagnóstico	1- 5.
Factores primarios	1- 5.
Plasmodios	1- 5.
Clasificación	1- 5.
Ciclo vital	1- 5.
Desarrollo en el mosquito	1- 5.
Fase sexual	1- 5.
Reproducción asexual en el huésped vertebrado	1- 6.
Esquizogonia exoeritrocítica	1- 6.
Esquizogonia eritrocítica	1- 7.
Factores secundarios	1- 7.
Mosquitos anofelinos	1- 7.
Características del vector	1- 7.
Morfología	1- 8.
Anofelino adulto	1- 8.
Fisiología	1- 9.
Panorama del paludismo	1- 11.
Situación del paludismo en el mundo	1- 11.
Panorama en México	1- 11.
Incidencia de paludismo por estado	1- 15.
Chiapas	1- 18.
Oaxaca	1- 19.
Campeche	1- 20.

Capítulo II. Epidemiología.

Definición	2- 1.
Epidemia	2- 1.
Frecuencia epidémica y frecuencia no epidémica	2- 1.
Objetivos	2- 2.
Explicación de los factores locales de la enfermedad	2- 2.
Descripción de la historia de una enfermedad	2- 2.
Pronósticos administrativos	2- 3.
Relación con otras disciplinas	2- 3.
Concepto de Causa	2- 3.
Definición	2- 3.
Tipos de asociación	2- 3.
Asociación estadística	2- 3.
Asociación causal y no causal	2- 4.
Causalidad y prevención	2- 4.
Estrategias de la epidemiología	2- 5.
Colección de los hechos	2- 5.
Formulación de la hipótesis	2- 5.
Método de la diferencia	2- 6.
Método de la concordancia	2- 6.
Método de la variación concomitante	2- 6.
Método de la analogía	2- 6.
Clasificación de las personas enfermas	2- 6.
Papel de las observaciones epidemiológicas	2- 7.
Medidas de frecuencia de las enfermedades	2- 7.
Tasas	2- 7.
Razones	2- 8.
Definición de las medidas	2- 8.
Incidencia	2- 8.
Prevalencia	2- 8.
Mortalidad	2- 8.
Especificación del tiempo	2- 8.
Tiempo calendario	2- 9.
Edad	2- 9.
Fuentes de información epidemiológica	2- 9.
Origen de los datos	2- 9.
Clasificación y medición de los datos	2- 10.

Capítulo III. Inteligencia Artificial.

Definición	3- 1.
Antecedentes	3- 2.
General Problem Solver	3- 3.
Representación del conocimiento	3- 5.
Representación	3- 5.

Descripción	3- 5.
Redes semánticas	3- 6.
Ventajas	3- 7.
Limitaciones	3- 7.
Cuadros	3- 8.
Ventajas	3- 9.
Lenguajes de inteligencia artificial	3- 9.
LISP	3- 10.
Prolog	3- 11.
Aplicaciones	3- 12.
Redes neuronales	3- 12.
Procesamiento de lenguajes naturales	3- 13.
Búsqueda de palabras clave	3- 13.
Análisis sintáctico y semántico	3- 13.
Aplicaciones	3- 13.
Reconocimiento y comprensión de voz	3- 14.
Aplicaciones	3- 14.

Capítulo IV. Sistemas Expertos.

Definición	4- 1.
Antecedentes	4- 1.
Dendral4- 1	4- 1.
Mycin	4- 1.
Cadeceus	4- 2.
Prospector	4- 2.
Características	4- 2.
Arquitectura	4- 3.
Máquina de inferencia	4- 3.
Base de conocimiento	4- 4.
Reglas	4- 4.
Módulo de adquisición	4- 5.
Interfaz explicatoria	4- 5.
Herramientas de desarrollo	4- 5.
Lenguajes convencionales	4- 5.
Shells	4- 6.
Entorno operativo	4- 6.
Tipo de shell	4- 6.
Lenguaje del shell	4- 6.
Sistema de control	4- 7.
Conectividad	4- 7.
Interfaz con el usuario	4- 7.
Level Five Object	4- 7.
Multimedia	4- 8.
Definición	4- 8.
Componentes de la multimedia	4- 8.

Texto	4- 8.
Imágenes	4- 8.
Animación	4- 9.
Sonido	4- 9.
Vinculos interactivos	4- 9.
Tipos de Datos Multimedia	4- 9.
Sonido	4- 9.
Archivos wav	4- 9.
Archivos no wav	4- 9.
Imagen fija	4- 10.
PCX	4- 10.
Tagged Image File Format	4- 10.
Bitmap	4- 10.
Device Independant Bitmap	4- 10.
Graphics Interchange Format	4- 10.
Encapsulated Postscript File	4- 10.
Windows Meta File	4- 3.
Targa	4- 11.
Hewlett Packard Graphics Language	4- 11.
Joint Graphics Experts Group	4- 11.
Video	4- 11.
Compresión fractal	4- 12.
Moving Graphics Expert Group	4- 12.
Intel Digital Video Interleaved	4- 12.
Microsoft Audio Video Interleaved	4- 13.
Apple QuickTime	4- 13.
Commodore CDTV	4- 13.
H.261	4- 13.
Plataformas Multimedia	4- 13.
Plataforma PC Multimedia	4- 14.
Plataforma Integrada IBM Ultimedia	4- 15.
Plataforma Intel DVI	4- 15.
Plataforma Macintosh	4- 16.
Plataforma Amiga	4- 16.
Plataforma CD-I	4- 18.
Plataforma NeXT Multimedia	4- 18.
Sistemas de Authoring	4- 18.
Características de un Sistema de Authoring	4- 19.
Aplicaciones	4- 20.
Educación y entrenamiento	4- 20.
Mercadotecnia y ventas	4- 21.
Acceso a la información	4- 21.
Intelimedia	4- 21.
Intelimedia	4- 21.
Ventajas de la integración	4- 22.
Sistemas separados	4- 23.
Traslacional	4- 24.
Acoplamiento limitado	4- 24.

Acoplamiento estrecho	4- 25.
Integración de la hipermedia	4- 25.
Integración plena	4- 26.
Aplicaciones de la Intelimedia	4- 27.
Aspectos de la infraestructura para la integración	4- 27.
Almacenamiento	4- 27.
Recuperación	4- 27.
Análisis	4- 27.
Síntesis	4- 27.
Arquitectura de un sistema experto multimedia	4- 27.
Máquina de inferencia	4- 29.
Base de metacocimiento	4- 29.
Reglas de unificación	4- 29.
Reglas de transformación de datos	4- 29.
Reglas de visualización	4- 29.
Reglas de integración de medios	4- 30.
Libería de elementos multimedia	4- 30.
Base de conocimiento de aplicación	4- 30.
Patrones	4- 30.
Reglas	4- 30.
Medidas de similitud	4- 30.
Excepciones	4- 31.
Características/atributos/hechos	4- 31.
Máquina de visualización	4- 31.
Integrador/descompositor de medios	4- 31.
Interfaz de entrada/salida	4- 31.

Capítulo V. Desarrollo del Sistema Experto.

Objetivo	5- 1.
Módulo de diagnóstico	5- 1.
Agenda	5- 2.
S. Febril OF Metas	5- 2.
Antecedentes Personales	5- 2.
Examen físico	5- 5.
Se han realizado análisis	5- 5.
Biometría y química, Química, Biometría	5- 5.
Inferir con otros análisis	5- 7.
Solicitar examen físico	5- 7.
Solicitar análisis	5- 7.
Clase domain	5- 7.
Inferencia	5- 8.
Sistema fuera de ámbito	5- 9.
Inferir sin exploración física	5- 9.
Inferir con exploración física incorrecta	5- 9.
Inferir sin exámenes sanguíneos	5- 10.

Inferir solo con química	5- 12.
Inferir solo con biometría	5- 14.
Inferir con biometría y química	5- 15.
Inferir con otros análisis.....	5- 18.
Módulo de rastreo epidemiológico	5- 19.
Agenda	5- 19.
Tipo de entorno	5- 20.
Altura sobre el mar	5- 21.
Recabar temperatura	5- 22.
Tipo de vivienda	5- 22.
Recabar municipio of camino	5- 23.
Inferencia	5- 25.
Comenzar inferencias parciales	5- 26.
Desarrollo de los anopheles	5- 27.
Desarrollo de vivax	5- 28.
Desarrollo de falciparum	5- 29.
Riesgo tamaño de la población	5- 29.
Determinar vivienda de mayor riesgo	5- 30.
Inferencia varas, madera, bajareque, adobe y mampostería	5- 30.
Marginación de la vivienda	5- 31.
Determinar parásito que se desarrolla	5- 33.
Condiciones socio-económicas	5- 33.
Comenzar inferencias finales	5- 35.
Sin anopheles	5- 38.
Con anopheles sin parásitos	5- 36.
Con anopheles, parásitos y varios enfermos	5- 37.
Fuera de ámbito	5- 39.

Capítulo VI. Desarrollo del Sistema Consultor.

Objetivo	6- 1.
Authorware profesional	6- 1.
Objetos de authorware	6- 2.
Icono de display	6- 2.
Icono de movimiento	6- 2.
Icono de borrado	6- 3.
Icono de espera	6- 3.
Icono de navegación	6- 3.
Icono de framework	6- 3.
Icono de decisión	6- 3.
Icono de interacción	6- 3.
Icono de cálculo	6- 4.
Icono de mapa	6- 4.
Icono de película digital	6- 4.
Icono de sonido	6- 5.

Icono de video	6- 5.
Bandera de inicio	6- 5.
Bandera de fin	6- 5.
Paleta decolores para iconos	6- 5.
Sistema Consultor Multimedia para Paludismo	6- 5.
Estructura	6- 5.
Definición	6- 6.
Factores primarios	6- 8.
Factores secundarios	6- 9.
Panorama en México	6- 11.

Apéndices.

Apéndice A. Open Database Connectivity.	
Open Database Connectivity	A- 1.
Windows Open Services Architecture	A- 1.
Open Database Connectivity	A- 1.
Clase ODBC de Level Five Object	A- 3.
Apéndice B. Algunos métodos existentes para cuantificación de la pobreza.	
Métodos para cuantificación de la pobreza	B- 1.
Enfoque sectorial de Necesidades básicas insatisfechas	B- 1.
Método de las necesidades básicas insatisfechas.	B- 1.
Método de la línea de la pobreza	
Método de la medición integrada	B- 1.
de la calidad y cantidad de la vida	B- 2.
Apéndice C. Glosario	
Apéndice D. Bibliografía.	

Conclusiones.

Introducción.

La inteligencia Artificial (IA) es una de las herramientas más versátiles que ofrece la informática hoy en día. Sus aplicaciones son muy variadas, algunos ejemplos de estas aplicaciones son las redes neuronales, procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento y comprensión de voz, sistemas expertos, etc.

Una de las aplicaciones que mayor desarrollo ha tenido recientemente son los Sistemas Expertos (SE). A grandes rasgos, un SE es un sistema que trata de emular el comportamiento de un experto humano en alguna área del conocimiento. Por ejemplo, se puede desarrollar un SE para controlar emergencias en una planta de productos químicos, el cual proporcionaría las medidas que se deben tomar para reducir los daños y controlar el problema, de la misma manera que lo haría un experto en desastres químicos. La principal ventaja de los SE radica en que a diferencia de un experto humano, cuyo proceso de formación es largo y costoso, el SE puede ser distribuido masivamente, además de que tiene un alto grado de disponibilidad y confiabilidad y no se requiere de mucho entrenamiento para poder utilizarlo.

En el área de la medicina se han desarrollado diversos SE, entre los cuales se puede mencionar a MYCIN y CADECEUS entre otros. La investigación en este campo continúa ya que la principal dificultad asociada al desarrollo de SE en medicina radica en que rara vez se presenta una sola enfermedad o síndrome en el paciente, con lo que la cantidad de conocimiento que tiene que ser modelado para diseñar un SE confiable crece enormemente.

Por otro lado, la estructura del Sistema de Salud en México permite que el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Salud mantenga un constante monitoreo de las enfermedades que se presentan en el país. Tal es el caso del Paludismo, enfermedad que ha presentado una notable reducción en su incidencia, razón por la cual se torna aún más importante su vigilancia.

Actualmente, es la Subdirección General Médica la entidad encargada de la vigilancia epidemiológica de las diferentes enfermedades que se presentan en el país.

Para el caso del Paludismo, se cuenta con un equipo de médicos que se encarga de vigilar y dar seguimiento a los casos de esta enfermedad que se presentan en el país. Desafortunadamente, los recursos materiales y humanos son escasos y en algunas ocasiones insuficientes, dado el alto nivel de especialización que se requiere en el personal para que sea posible dar el seguimiento adecuado. Actualmente, cuando se detecta un brote de la enfermedad, personal especializado se desplaza a la comunidad afectada para dar el mejor tratamiento posible a los pacientes, y en base a la evaluación de diferentes aspectos ambientales y socio-económicos, proporcionar recomendaciones que conduzcan a disminuir o erradicar la presencia de la enfermedad en la comunidad.

Debido a lo anterior, surge el interés de desarrollar un SE que permita obtener un diagnóstico epidemiológico de manera rápida en cuanto se presente algún brote de esta enfermedad. Las ventajas que presenta un sistema de este tipo son varias, entre las que podemos mencionar el ahorro en recursos al evitar el desplazamiento de personal al sitio en

cuestion, rapidez en el diagnóstico y en determinar las medidas necesarias para controlar el brote, y la posibilidad de que el personal a cargo del sistema familiarice cada vez más con el padecimiento.

El Sistema aquí presentado consta de dos módulos, un Sistema Consultor Multimedia para Paludismo y el Sistema Experto para Diagnóstico Epidemiológico del Paludismo.

En el Sistema Consultor se explican los conceptos más importantes relacionados con el Paludismo, es decir, el ciclo biológico del parásito, su desarrollo en el vector y desarrollo dentro del hombre, además se presenta un panorama epidemiológico de esta enfermedad en México.

El segundo módulo es el SE en sí, el que se divide en dos etapas, una de diagnóstico y otra de rastreo epidemiológico. En la etapa de diagnóstico se comprueba que la enfermedad que se presenta en la comunidad sea realmente el Paludismo, condición indispensable para que el SE sea de utilidad. En la segunda etapa se recaban datos sobre las condiciones ambientales y socio-económicas de la población en la que se presentó el brote de la enfermedad. El resultado que proporciona el SE consiste en el tratamiento que se debe dar al paciente para su recuperación y las medidas que se deben tomar para que se controle la propagación de la enfermedad, y en el mejor de los casos se erradique de la misma.

Con el desarrollo de este Sistema se pretende cumplir un doble objetivo, el primero utilizar las nuevas tecnologías que la informática pone a nuestra disposición para que de alguna manera se impulse su uso para la resolución de problemas de toda índole, especialmente en el área médica, y desarrollar una herramienta de fácil uso, portable y amigable que sea un apoyo para el diagnóstico y control del Paludismo.

Capítulo I

Paludismo

- Definición
- Organos Afectados
- Manifestaciones Clínicas
- Diagnóstico
- Factores Primarios
- Desarrollo en el Mosquito
- Factores Secundarios
- Panorama del Paludismo

Definición.

El paludismo es una enfermedad provocada por *protozoarios*¹ que pertenecen a la clase Sporozoa, del género Plasmodium. Existen cuatro especies:

- Plasmodium malarie,
- Plasmodium vivax,
- Plasmodium falciparum,
- Plasmodium ovale.

De la cuatro especies anteriores solo las tres primeras existen en México.

El paludismo es una enfermedad aguda en su fase temprana, con tendencia a las recaídas. Se caracteriza por la presentación de accesos febriles intermitentes, *anemia* secundaria y *esplenomegalia*.

Desde el punto de vista clínico, según la periodicidad con que se presenten los accesos febriles y la mayor o menor gravedad del cuadro, se conocen tres tipos de paludismo:

- Terciario benigno (causado por P. vivax)
- Terciario maligno, pernicioso, cotidiano, estivo-otoñal, subterciano o tropical (causado por P. falciparum).
- Cuartano (causado por P. malariae).

En la prevalencia de esta *parasitosis* influyen varios factores tales como: el clima, la topografía del terreno, altura sobre el nivel del mar, susceptibilidad de la población y el estado socioeconómico de las comunidades.

Las áreas de mayor *endemidad* son aquellas que representan una temperatura media anual de 24 a 26 °C, humedad relativa superior al 60 y topografía del terreno poco accidentado, estas condiciones son las más favorables para el desarrollo del transmisor (mosquito del género Anopheles) y el ciclo sexual, esporogónico de los plasmodia en el interior del mosquito anofelino hembra; y se localizan fundamentalmente en las zonas tropicales y en menor proporción en áreas templadas de México.

Las fuentes de infección son el hombre, los mosquitos transmisores infectados y potencialmente algunos primates inferiores que actúan como *reservorios*.

Hay tres mecanismos de transmisión que son:

- 1- Inoculación de las formas infectantes por Anopheles infectados, más frecuentemente P. vivax.
- 2- Transfusiones sanguíneas con sangre de portadores sanos o enfermos
- 3- Por vía transplacentaria, más frecuentemente en P. falciparum.

Los cambios anatómicos e *histológicos* más notables y característicos son congestión y hemorragia en el hígado y el bazo, cambios degenerativos del *miocardio* y en paludismo

¹ En el Apéndice C se encuentra un glosario en el que se definen todas las palabras que se encuentran escritas en cursivas (*cursivas*).

por falciparum, obstrucción de los *capilares* y hemorragia en el cerebro, en el *miocardio*, en la *mucosa* gastrointestinal y en el riñón

Organos afectados.

La *patogenia* en el paludismo esta dada por el grado de destrucción de *eritrocitos*, la producción de *hemozoina*, dano toxico a varios tejidos, y en el paludismo por falciparum bloqueo mecanico de *capilares* por *eritrocitos* parasitados, los cuales se adhieren unos a otros y al *endotelio*. Los resultados de la anterior son *anemia*, *hiperbilirrubinemia*, dano toxico e *hipoxia* de varios organos y tejidos y cambios como resultado de la reaccion del huésped a la infeccion.

La destrucción de los glóbulos rojos y la dilucion de la sangre, conducen a la anemia y por lo tanto a una *anoxemia* generalizada, agravada por el hecho de que el mismo parásito utiliza oxigeno de la *oxihemoglobina* celular y esta constantemente desdoblado la *hemoglobina* en *hemina* y *globina*. En casos muy graves puede llegar a presentarse una interferencia con el funcionamiento de los pulmones, reduciendo todavia mas el suministro de oxigeno al cuerpo.

La *anoxemia* y probablemente algún factor en la lucha parásito huésped dañan al *endotelio vascular*, en el cerebro y en otras partes, y este dano, puede originar una permeabilidad anormal. Los vasos *capilares* y *precapilares* se dilatan y algunas veces se obstruyen por los glóbulos parasitados, retardando seriamente la circulacion de la sangre. Puede haber retención marginal de glóbulos parasitados en los vasos *capilares* más grandes, debido a las aglutininas de superficie y a los factores mecanicos. Esto ocasiona la formación de residuos, y la corriente de sangre puede interrumpirse al grado de producir shock. La corriente de la sangre irregular, la *anoxemia* y el dano al endotelio pueden causar la *anoxia* general de los tejidos, complicada con *varias* reacciones de inmunidad, por *autoantigenos* y posiblemente hasta por agentes *histotoxicos*. Al principio, los cambios del tejido son moderadamente reversibles, pero en casos agudos y continuados, tarde o temprano sobreviene la degeneracion y la *necrosis*, con lesiones permanentes y aún la muerte.

Bazo

El bazo siempre es afectado por el paludismo. Primero sufre una congestión aguda, además, gradualmente se carga de pigmento, por lo que adquiere un color muy oscuro; la multiplicación de los *macrofagos* se acelera, causando una *hipertrofia* del órgano y quedando el bazo palpable, lo que es tipico del paludismo. El bazo normal pesa aproximadamente 38 gr por cada kilogramo de peso en el cuerpo, o sea, aproximadamente 276 gr en un hombre de 72.7 kilos. En los casos palúdicos, el peso del bazo puede aumentar a 700 u 800 gr., y hasta 5.000 en los casos crónicos.

Microscópicamente el bazo revela solamente *hiperemia*, pero conforme avanza la enfermedad, el pigmento y los parásitos, en todas las fases de desarrollo, se acumulan en la pulpa, no solamente dentro de los glóbulos parasitados, sino también de forma libre, así

mismo se aglomeran dentro de numerosas células fagocitarias gigantes. Otras características frecuentes son la *hiperplasia celular*, senos dilatados y *trombosis* de los vasos *capilares* y focos locales de *necrosis tóxica* en la *masa esplénica*. En el paludismo crónico, el tejido conjuntivo del bazo puede desarrollarse considerablemente.

Higado.

El hígado también se inflama y oscurece con el paludismo. Las *células de Kupffer* aumentan de tamaño, son más numerosas y generalmente están pigmentadas. Los vasos *capilares* pueden distenderse con los *macrófagos*, glóbulos rojos parasitados y *hemozoina*.

Las transformaciones del hígado son semejantes a aquellas que se observan en el bazo; pero son menos marcadas, pues buena parte del pigmento y residuos parasitarios son eliminados por el bazo. Las lesiones hepáticas parecen ser originadas por la *anoxia* causada por la interferencia al retorno de la *sangre venosa* del hígado. Probablemente hay obstrucción activa de la *corriente venosa eferente* causada por cambios en los vasos sanguíneos, lo cual puede deberse al posible mecanismo valvular en las venas hepáticas. Los factores adicionales pueden ser coproductos del metabolismo de parásitos y posiblemente *autoantigénesis* de las *células parenquimatosas*.

Médula Osea

Los cambios en la médula ósea son del mismo carácter, pero no tan marcados como los observados en el bazo. La médula muestra una *hiperplasia eritroblástica* muy marcada, con *células monoblasticas* grandes, intensamente *basófilas*.

Cerebro.

El paludismo puede causar lesiones cerebrales, y algunas veces los síntomas y los indicios de la implicación del sistema nervioso central se aclaran en forma tan rápida y completa, que se debe de suponer que existe una *toxemia* temporal o *anoxia* sin cambios en el tejido. Pueden encontrarse, sin embargo, tres tipos de lesiones después de la muerte:

1. Oclusión de los vasos *capilares* y *precapilares* de la *capa cortical*, hemorragias anulares alrededor de los vasos taponados y pequeñas *hemorragias petéquicas* en la *sustancia blanca subcortical* y paraventricular.
2. Cambios degenerativos en las células cerebrales con zonas focales de degeneración del tejido cerebral.
3. *Granulomas* palúdicos pequeños y raros en los que un vaso capilar central tapado se rodea por tejido necrótico, alrededor del cual se notan capas de *Células de Glia* y en el anillo exterior muchos *eritrocitos*.

Otros Organos.

Puede haber una concentración intensa de parásitos palúdicos en cualquier parte del conducto gastrointestinal, causando *edemas* locales, hemorragias y hasta *ulceraciones*

superficiales. Raramente se afectan las *fibras miocárdicas* y algunas veces en las glándulas suprarrenales hay *necrosis cortical focal*.

En ocasiones la placenta muestra gran concentración de parásitos e indudablemente pueden ocurrir infecciones trasplacentales.

Manifestaciones Clínicas.

El periodo de incubación para cada una de las diferentes especies es:

- *Vivax*: 8 a 31 días
- *Falciparum*: 7 a 27 días
- *Malaria*: 28 a 37 días

Un caso típico de paludismo en su fase aguda presenta una serie de accesos febriles intermitentes de periodicidad poco definida en las etapas iniciales de la enfermedad con tendencia a regularizarse en periodos de 48 a 72 horas de intervalo entre cada uno, dependiendo de la especie de *Plasmodium* responsable del cuadro. Cada uno de los ataques consta de tres fases: una de frío, seguida de hipertermia y finalmente una etapa de sudoración, todas las cuales tienen una duración aproximada de 10 a 11 horas.

Fase de Frío.

El paciente presenta escalofrío y a pesar del clima cálido, ropa adicional o frazadas que utilice, tiembla y se sacude violentamente; hay *cianosis* de los labios, piel seca y pálida, el pulso es débil y acelerado. Se puede presentar *cefalea*, náusea y vómito, dolores articulares, musculares y óseos. En el paludismo por *P. vivax* esta fase dura aproximadamente 40 minutos.

Fase de Hipertermia.

Gradualmente la sensación de frío insoportable cede a una de calor angustioso, la cara se abochorna, hay *congestión conjuntival*, el pulso es rápido, fuerte y galopante, a respiración es rápida, la temperatura asciende a 40 o 41 C, con frecuencia se presenta *ictericia*. Esta fase dura de 4 a 6 horas.

Fase de Sudoración.

El paciente empieza a sudar profusamente empapando sus ropas, se siente débil pero aliviado, tranquilo y cuando deja de sudar, a menudo se queda dormido, aunque puede levantarse y reanudar sus labores habituales, la temperatura puede disminuir a más de lo normal. Esta fase dura de 2 a 7 horas.

Diagnóstico.

El diagnóstico de paludismo se basa en:

- Manifestaciones clínicas, fundamentalmente en pacientes con cuadro febril de *etiología* desconocida, muy sugestivo si la fiebre se presenta cada 48 o 72 horas y se acompaña de esplenomegalia y anemia.

- Antecedentes epidemiológicos de que el paciente resida o haya permanecido cierto tiempo en áreas endémicas o con brotes epidémicos.
- Recepción de transfusiones de sangre.
- En recién nacidos, cuando la madre haya sufrido paludismo no tratado.

Factores Primarios.

Plasmodios

Clasificación.

Los parásitos palúdicos del hombre, simios, pájaros y otros vertebrados, son todos *protozoos* de la clase Sporozoa y del género Plasmodium. Existen cuatro especies reconocidas en el hombre:

- 1.- Plasmodium malariae
- 2.- Plasmodium vivax
- 3.- Plasmodium falciparum
- 4.- Plasmodium ovale

Ciclo vital.

Hasta donde se sabe, todos los plasmodios del hombre pasan parte de su existencia en huéspedes vertebrados y parte en los mosquitos. Algunos observadores han sugerido que ciertos plasmodios de lagartijas y murciélagos pueden tener otros huéspedes *artrópodos* en vez de mosquitos.

Los parásitos del paludismo tienen tres fases de desarrollo:

- 1.- La fase sexual que comienza con el crecimiento de *gametocitos* en el huésped vertebrado o continúa con la *esporogonia* en los tejidos del mosquito.
- 2.- El desarrollo eritrocítico de los esporozitos.
- 3.- La ezquizogonia asexual en los eritrocitos.

Desarrollo en el Mosquito.

Fase Sexual.

Las etapas sexuales del desarrollo de los plasmodios comienza con la formación de los gametocitos macho y hembra en el huésped vertebrado. Cuando estos son ingeridos por el mosquito, continúa el desarrollo dentro del cuerpo del insecto por un proceso de *esporogonia*, que conduce a la producción de los *esporozoitos*, que a su vez infectan al huésped vertebrado.

Cuando los gametocitos adultos van al estómago de un mosquito susceptible, tiene lugar la *gametogénesis* en el *lumen* del estómago del insecto.

En este proceso, los gametocitos hembras se vuelven macrogametos redondos, y cada gametocito macho por *exflagelación* forma de ocho a diez microgametos a modo de filamentos que se separan, intentando cada uno fusionarse con un macrogameto en un proceso de fertilización. El óvulo, fertilizado, dentro de las siguientes doce horas después

del alimento de sangre infectante, a una temperatura de 26 °C. se transforma en un *cigoto* alargado móvil, mejor llamado oocquineto o vermiculo. Este emigra a través de las paredes del estómago

del insecto, pasando a descansar en la *cubierta epitelial* y la membrana elastica exterior del estómago, en donde se convierte en un *ooquist*

Dentro de los ooquistes se desarrollan centenares de *manchas fusiformes* cromaticas de *citoplasma* y cuando estos esporozoitos miden de unas 8 a 12 micras de largo, viajan por la *hemolinfa* de la cavidad del cuerpo de insecto a las glandulas salivales, en las cuales penetran. Permanecen en las células de las glandulas y quedan libres en los conductos salivales. De esta manera, cuando el insecto inyecta saliva a su victima, los esporozoitos son inyectados a ella

Reproducción Asexual en el Huésped Vertebrado.

Esquizogonia Exoeritrocítica.

En por lo menos cinco especies de plasmodios de ave y una de saurios, existen etapas *exoeritrocíticas* durante las cuales el parásito vive en células que no son ni *eritrocitos* ni *reticulocitos*

Basados en observaciones del paludismo, se puede observar que dentro de la primera célula del huésped vertebrado se efectúa la *esquizogonia cryptozoica* con la producción de los criptozoitos o merozoitos cryptozoicos o esquizontes cryptozoicos que proceden directamente de los esporozoitos. Los criptozoitos al ser liberados pueden entrar en otras células fijas de los tejidos, células no eritrocíticas, iniciándose la nueva esquizogonia. Las progenies de la segunda y las siguientes generaciones de la esquizogonia preeritrocítica se llaman metacriptozoitos. Algunos de los metacriptozoitos, especialmente después de tres o cuatro generaciones, parece que penetran en los *eritrocitos* para iniciar la esquizogonia eritrocítica que se describe posteriormente. Los términos fanerozoito y fases fanerozoicas se aplican a todas las formas exoeritrocíticas del parásito que aparecen subsecuentemente a los parásitos eritrocíticos

Algunos esquizontes tienen muchos núcleos, pero escaso *citoplasma*, y han sido denominados microesquizontes. Producen números de micromerozoitos, que se parecen a los merozoitos. También se producen macromerozoitos en cantidades pequeñas y de mayor tamaño. Se ha sugerido que los primeros penetran en los globulos rojos y los últimos en las células de los tejidos.

Esquizogonia Eritrocítica.

Cuando se observa por primera vez el plasmodio sobre o dentro del *eritrocito*, aparece como un punto minúsculo de *chromatina*, rodeado por escaso *citoplasma*. Gradualmente toma la forma anular y se le denomina anillo o trofozoito. Cuando la *chromatina* está a punto de dividirse, el trofozoito se convierte en esquizonte. Después de iniciarse la división, los esquizontes se llaman presegmentantes hasta que la *chromatina* ha sido dividida completamente y los merozoitos han adquirido forma. Cuando ocurre esto el parásito se denomina esquizonte adulto. La esquizogonia se completa cuando los

merozoitos se han separado completamente, y el eritrocito huésped se ha desintegrado, esparciendo los merozoitos. La mayoría de estos entran en nuevos glóbulos rojos, pero algunos pueden penetrar en las células fijas de los tejidos.

Este proceso es conocido como de multiplicación asexual, que puede continuar durante días, semanas o inclusive años. Con frecuencia hay en este ciclo asexual una periodicidad característica que se manifiesta en la sintomatología cotidiana. Esto ocurre cuando el plasma sanguíneo se inunda con merozoitos, pigmento palúdico y restos de glóbulos rojos en el momento de efectuarse la esporulación o esquizogonia.

Algunos de los merozoitos que penetran en los glóbulos rojos no sufren una esquizogonia, sino que se transforman dentro de los eritrocitos en gametocitos sexuales. Los machos son llamados microgametocitos y las hembras macrogametocitos. Los gametocitos alcanzan su madurez pero no cumplen su misión en el huésped vertebrado. Si no son ingeridos por el insecto, estos gametocitos son *fagocitados* y destruidos en pocos días.

Factores Secundarios.

Mosquitos Anofelinos.

El plasmodio del paludismo humano pueden desarrollarse en casi todos los Anopheles. Los mosquitos anofelinos son, por lo tanto, los vectores biológicos, los huéspedes definitivos de *P. vivax*, *P. malariae*, *P. falciparum* y *P. ovale*.

La posición de, los mosquitos anofelinos entre los artrópodos se muestra a en la Tabla 1-1.

Características del Vector.

Para que una especie sea un vector efectivo tiene que hallarse en cantidades razonables o cerca de la habitación humana. En segundo lugar, una especie marcada por una preferencia especial por la sangre animal en vez de la humana es menos apto para propagar el paludismo humano. Por otro lado, el mosquito que no puede permanecer vivo el tiempo suficiente para completar el desarrollo sexual del plasmodio dentro de su cuerpo no puede convertirse en transmisor. Es el mosquito infeccioso y no simplemente el infectado el que es peligroso para el hombre.

Rama:	Artrópoda. <i>exoesqueleto quitinoso,</i> apéndices articulados y pares
Clase	Hexápoda, insectos, cabeza, tórax y abdomen diferenciados; tórax con tres segmentos, cada uno con un par de patas, mucha especies tienen también alas
Orden:	Diptera, moscas y mosquitos en general; generalmente un dolo par de alas en el segundo segmento torácico; balancines mezudos en el tercer segmento; piezas bucales chupadoras, huevos, larva, pupa, etapas adultas
Suborden	Nematocera, cuerpos delgados, antenas multisegmentadas, los adultos emergen de la piel de la ninfa por una incisión dorsal
Familia	Culicinae, solamente mosquitos verdaderos; y formas cercanas; alas angostas con escamas; larvas y pupas acuáticas
Subfamilia	Culicinae, solamente mosquitos verdaderos; probosis funcional que, en las hembras de casi todas las especies está adaptada para chupar sangre, venas con muchas escamas
Tribu	Tres tribus: <i>Anophele, megarhini y culicini</i> Anophelini, las trompas son rígidas, escudete generalmente redondeado; palpos largos en ambos sexos. Tres géneros: <i>Anopheles, Meigen Chagasia y Bironella</i>
Género	<i>Anopheles</i> , todos tienen escudete redondeado; la mayor parte tiene alas manchadas.

Tabla 1- 1, Posición de los Mosquitos Anofelinos entre los Artrópodos

Morfología.Anofelino Adulto.

La cabeza el tórax y el abdomen de un mosquito adulto se muestran en la figura Fig.-

1. Cada segmento abdominal consta de una placa dorsal o tergita, y una placa ventral o esternita, unidas por una membrana, la pleura. El diagrama muestra las antenas, palpos, proboscis, ojos compuestos, ala, balancines, escudete y ptas. Cada pata tiene fémur, tibia y tarse de cinco segmentos. El palpo es aproximadamente del mismo largo que la proboscis en todos los mosquitos machos y casi todos los anófeles hembras.

La parte principal visible de la trompa se llama labio y termina en un par de labelas. El labio es una vaina de las piezas bucales. Las labelas incluyen, en el labio, un par de

mandíbulas, la hipofaringe y un par de maxilas. Estas seis estructuras *quitinosas* son llamadas *estiletes* o, colectivamente, el *fascículo*, y en las hembras pueden perforar la piel y chupar la sangre. Las mandíbulas y las maxilas están dentadas y afiladas para cortar y perforar. La hipofaringe forma un tubo salival común dentro del cual se vacían los conductos de las dos glándulas salivales.

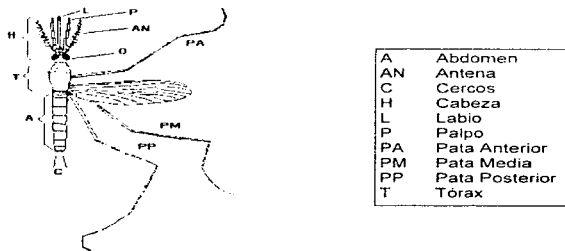


Figura 1-1. Cabeza, Tórax y Abdomen de *Anopheles* Adulto.

El conducto alimenticio de un mosquito hembra se ilustra en la figura 1-2. Existe una bomba faríngea para la succión que, unida a una posible presión capilar, extrae el líquido a través del labio. Una bomba salival fuerza la saliva hacia la hipofaringe. El intestino anterior, medio y posterior, así como el recto pueden diferenciarse. La digestión de la sangre y las fases sexuales iniciales del desarrollo del plasmodio ocurren en el intestino medio, al que también se conoce como estómago. Los oocistos y los esporozoitos se desarrollan en las paredes de ese órgano.

Fisiología.

Las larvas y pupas de anofelinos requieren oxígeno atmosférico y si no pueden obtenerlo se asfixian.

Las pupas del mosquito, aunque muy activas, no se alimentan. Las larvas viven de una dieta mixta de partículas alimenticias y gruesas y microscópicas, variando en tamaño desde unas 20 hasta 1000 micras en diámetro. Bacterias, infusorios, algas y otros materiales sin mucha selección aparente son empujados en la boca por medio de las brochas bucales.

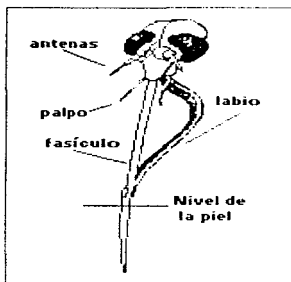


Figura 1-2. Cabeza de Mosquito.

Los mosquitos hembras se alimentan normalmente de sangre. La cantidad de sangre que toman depende en parte del tamaño de insecto y de su desarrollo. Se cita como ejemplo que el *Albimanus*, mosquito pequeño, ingiere un promedio de 0.8

a 1.3 mg. cada vez, mientras que el *quadrimaculatus* puede tomar hasta 3.2 mg. y probablemente hasta un promedio de 2.5 mg.

Las distintas especies de mosquitos pueden reaccionar en forma diferente a varios tipos de sangre, poniendo, por ejemplo, más huevos cuando se alimentan de sangre de conejo, que cuando se alimentan de sangre humana.

Los mosquitos machos adultos se alimentan normalmente con jugos de plantas. Están incapacitados para perforar la piel, pero pueden chupar sangre líquida en los laboratorios. Tanto los machos como la hembras se mantienen con una dieta de azúcar y agua. Pero mediante esta dieta, la mayor parte de las hembras no maduran sus huevecillos y para ello la sangre es necesaria, salvo en raras excepciones.

La naturaleza de la saliva del mosquito no se conoce bien, pero puede contener sustancias que estimulan la dilatación capilar o que retardar la coagulación. Hay una reacción alérgica inmediata en las personas que han sido sensibilizadas. Los individuos insensibilizados o desensibilizados no tiene la reacción usual del piqueto del mosquito.

Los mosquitos están bien equipados con órganos sensorios, por lo que parece que perciben la luz y la oscuridad, y algunas formas, grados de calor y frío, algunos grados de humedad y una cantidad de olores.

Panorama del Paludismo.

Situación del Paludismo en el mundo.

Cada año se producen en el mundo 110 millones de casos de paludismo, de los cuales más de 90 millones se producen en África al sur del Sahara. Según cálculos de la OMS, mueren de paludismo al año entre uno y dos millones de personas, en su mayoría niños menores de cinco años. Esta mortalidad corresponde en gran parte al África tropical, donde es intensa la transmisión de la enfermedad y los niños son sumamente vulnerables. El paludismo es hoy una de las enfermedades tropicales más graves y más extendidas del planeta.

A lo largo de la última década la situación planteada por esta enfermedad ha ido empeorando en diferentes regiones del mundo. Más de 2,000 millones de personas en unos 100 países viven hoy en zonas donde existe un riesgo comprobado de contraer la enfermedad. De esta población, 500 millones, sobre todo en África del sur del Sahara, viven en lugares donde el riesgo es muy elevado y casi no existen programas antipalúdicos.

En la mayoría de las zonas de Asia y América Latina en las que se dan actualmente casos de paludismo, la enfermedad se redujo considerablemente o fue erradicada durante los años sesenta y setenta. Por otro lado, la situación ha empeorado en las áreas de transición del desarrollo económico, como son las explotaciones agrícolas y minerales en selvas recién abiertas y en las zonas donde hay hostilidades, contrabando y migración de refugiados.

Panorama en México.

En México la incidencia de paludismo a mantenido una tendencia a disminuir, sin embargo aún se registran casos en las zonas tropicales del país. La mayor incidencia se presenta en los estados de Oaxaca con 5,222 casos en 1993, Chiapas con 4, 075 casos en el año de 1993, y Campeche con 552 casos en el mismo año. El resto de los estados de la República Mexicana presenta una incidencia relativamente baja y con tendencia a disminuir.

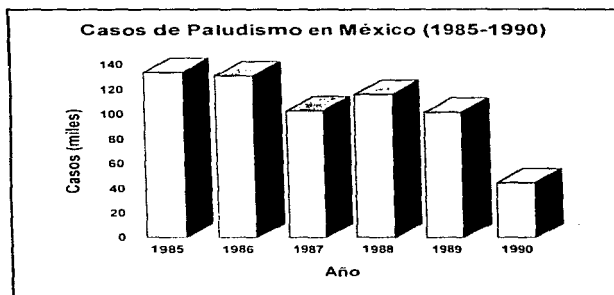
A continuación se muestran algunos datos estadísticos que ilustran la incidencia del Paludismo en México, de estos datos también se desprende la gravedad de este problema en nuestro país.

Por principio de cuentas, en la Tabla 1-1 se muestra la incidencia de Paludismo por estado en el periodo 1985 a 1990. Así mismo se presenta una gráfica en la que se muestra el total anual de casos en el país durante el periodo

Como se puede apreciar en la Tabla 1-1, la incidencia del Paludismo en México es mayor en los estados que tienen clima tropical y que se encuentran por debajo de la media nacional en cuanto a infraestructura sanitaria. La mayor incidencia por estado es en Oaxaca, seguido por Chiapas y Campeche. En el lado opuesto, se encuentran los estados de Coahuila, Tlaxcala con menos de 3 casos anuales de esta enfermedad. Es importante resaltar la gran reducción en la incidencia de esta enfermedad en los estado de Chiapas,

Oaxaca y Campeche; por otro lado, también resulta importante resaltar el aumento en la incidencia de e Paludismo en los estados de Hidalgo, Baja California Sur, Durango, San Luis Potosí y Nuevo León. En general, durante el periodo que se muestra se logró una reducción del 66.41 % de incidencia de esta enfermedad a nivel país.

En la Gráfica 1-1 se muestra el concentrado anual de los datos de la Tabla 1-2 por año, es importante resaltar que de acuerdo a los datos obtenidos, se logró reducir en más de 60% la incidencia de Paludismo de 1989 a 1990, esto en virtud de los programas de prevención implementados por la Secretaría de Salud



Gráfica 1-1. Casos de Paludismo en México.

Entidad	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Reducción 1985 vs 1990
1 Oaxaca	25,201	24,732	19,995	28,852	26,483	9,112	63.04 %
2 Chiapas	20,902	23,225	21,451	18,922	14,867	7,325	64.95 %
3 Guerrero	10,966	10,767	8,835	17,062	17,121	5,349	51.22 %
4 Michoacán	12,238	14,624	10,373	12,902	12,327	4,776	60.96 %
5 Sinaloa	12,925	12,857	10,287	10,163	8,315	6,989	45.92 %
6 Campeche	16,214	9,383	4,764	3,810	2,523	1,618	90.02 %
7 Veracruz	6,161	6,996	7,663	5,700	3,044	961	84.07 %

8	Tabasco	11,431	10,266	3,496	2,142	1,576	894	92.17%
9	Quintana Roo	7,936	5,368	2,912	2,039	2,330	1,576	80.14%
10	Nayarit	2,508	2,610	2,259	2,250	2,725	1,276	49.12%
11	Puebla	1,362	1,358	2,113	2,470	1,564	478	64.64%
12	Sonora	1,523	1,993	1,440	2,153	1,351	714	25.11%
13	Chihuahua	1,073	1,420	1,430	1,589	1,266	829	22.73%
14	Hidalgo	42	903	1,496	1,327	913	357	+ 850%
15	Jalisco	753	790	885	943	1,189	585	22.31%
16	Durango	438	348	533	840	794	445	+ 101.59%
17	Colima	651	275	319	699	868	423	35.02%
18	San Luis Potosí	111	845	622	567	554	238	+ 214.41%
19	Moravia	261	468	689	599	690	236	9.57%
20	Querétaro	169	968	515	292	142	38	- 77.10%
21	México	193	311	289	351	189	63	67.25%
22	Yucatán	432	289	130	115	143	92	78.70%
23	Zacatecas	80	125	154	98	86	49	38.75%
24	Guanajuato	0	2	176	196	119	25	
25	Tamaulipas	29	17	49	84	38	10	65.51%
26	Baja California Sur	5	2	87	29	30	19	+ 386%
27	Aguascalientes	3	2	23	13	10	4	+ 133.33%
28	Nuevo León	4	11	5	10	17	10	+ 250%
29	Baja California Norte	3	11	0	7	7	2	33.33%
30	Coahuila	0	2	0	2	0	0	
31	Tlaxcala	5	0	0	0	0	0	100%
32	Distrito Federal	94	14	0	0	0	0	100%
	Total Por Año (Miles)	134	131	103	116	101	45	68.41%

Tabla 1-1. Casos de Paludismo en México.

Por lo que respecta a la Tabla 1-2, en esta se muestra el número de localidades con casos positivos de paludismo por estado. Como se puede observar, el mayor número de localidades positivas corresponde a aquellos estados con una mayor incidencia de la enfermedad.

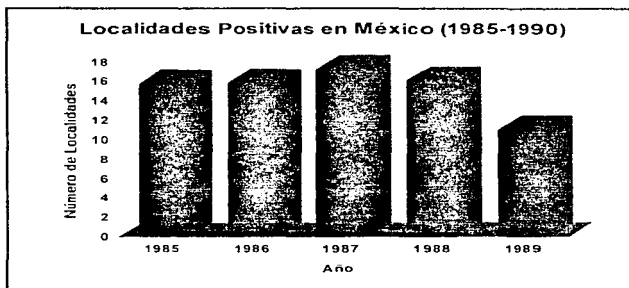
Entidad	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1 Oaxaca	1,672	2,016	1,990	2,269	2,259	1,437
2 Chiapas	2,235	2,672	2,850	2,971	2,609	1,805
3 Guerrero	1,371	1,564	1,554	2,026	2,140	1,402
4 Michoacán	1,645	1,808	1,655	1,929	2,061	1,348

Capítulo I

5	Sinaloa	1,737	1,875	1,767	1,792	1,711	1,563
6	Campeche	782	591	513	452	409	321
7	Veracruz	489	1,091	1,376	1,270	933	456
8	Tabasco	710	852	597	659	438	340
9	Quintana Roo	406	325	211	180	231	180
10	Nayarit	574	490	483	471	528	351
11	Puebla	235	268	395	424	370	182
12	Sonora	321	395	303	351	260	209
13	Chihuahua	375	157	467	499	454	343
14	Hidalgo	21	336	271	293	111	120
15	Jalisco	259	330	348	380	474	292
16	Durango	86	102	117	121	188	137
17	Colima	93	75	62	100	99	76
18	San Luis Potosí	56	194	191	219	185	96
19	Morelos	119	169	190	214	210	118
20	Querétaro	24	152	100	99	95	19
21	México	122	127	145	211	102	43
22	Yucatán	170	53	46	39	51	42
23	Zacatecas	5	52	70	50	44	35
24	Guanajuato	0	2	30	52	32	10
25	Tamaulipas	20	14	27	32	27	9
26	Baja California Sur	2	4	4	10	11	6
27	Aguascalientes	1	1	0	7	8	4
28	Nuevo León	0	2	0	2	6	6
29	Baja California Norte	2	2	0	2	2	2
30	Coahuila	0	2	0	2	0	0
31	Tlaxcala	3	0	0	0	0	0
32	Distrito Federal	1	1	0	0	0	0
	Total Por Año	14	411	16	17	16	11
	(Miles)						

Tabla 1-2. Localidades Positivas por Estado

La Gráfica 1-2 muestra el concentrado nacional de la Tabla 1-2.



Gráfica 1-2. Localidades Positivas en México.

Incidencia de Paludismo por estado y por cada 100,000 habitantes

Para finalizar la panorámica nacional de esta enfermedad, en la Tabla 1-3 se muestra la tasa de paludismo por cada 100,000 habitantes correspondiente a los periodos que se mostraron en las Tablas 1-1 y 1-2. La última columna de la tabla 1-4 muestra la disminución o aumento del riesgo relativo de contraer esta enfermedad entre 1985 y 1990.

Es importante resaltar que aunque en algunos estados este riesgo presentó un aumento muy grande, no es tan significativo en términos reales ya que, tomando como ejemplo al estado de Hidalgo en donde hubo un incremento del riesgo relativo de más del 730%, este solo representa en 1990 una tasa de 17.5%, mientras que el estado de Campeche logró una reducción de más del 90% del riesgo relativo, pero la tasa por cada 100,000 habitantes es mucho mayor que la del estado de Hidalgo, es decir, 270.40.

Capítulo I

Estado	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Riesgo Relativo 1985 vs 1990
1 Aguascalientes	0 50	0 30	3 60	2 00	1 50	0 60	70 00%
2 Baja California Norte	0 20	0 70	0 00	0 50	0 40	0 10	70 00%
3 Baja California Sur	1 80	2 50	28 70	9 20	9 16	5 60	211 11%
4 Campeche	3 111 2	1 746 30	831 80	642 70	411 50	255 40	91 74%
5 Chiapas	882 30	966 70	866 20	751 40	580 87	281 80	68 06%
6 Chihuahua	47 60	62 20	64 40	71 00	56 17	36 40	23 32%
7 Coahuila	0 00	0 10	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00%
8 Colima	157 00	14 90	77 40	166 70	203 60	97 70	38 08%
9 Distrito Federal	1 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	100 00%
10 Durango	33 40	20 70	39 00	60 70	56 60	31 30	6 29%
11 Guanajuato	0 30	0 10	5 00	5 50	3 31	0 70	0 00%
12 Guerrero	454 40	440 50	351 40	666 50	657 27	201 60	55 57%
13 Hidalgo	2 30	48 80	81 90	72 80	49 43	19 10	230 43%
14 Jalisco	15 00	15 50	17 30	18 10	22 56	11 00	26 67%
15 Mexico	1 80	2 80	2 40	3 10	1 57	0 50	72 22%
16 Michoacan	384 50	455 00	311 60	282 00	360 00	137 70	64 19%
17 Morelos	22 30	38 90	54 10	47 60	50 43	17 90	19 23%
18 Nayarit	298 70	305 30	170 50	265 90	317 85	146 50	50 82%
19 Nuevo Leon	0 10	0 30	0 20	0 30	0 53	0 30	200 00%
20 Oaxaca	986 00	983 00	790 40	1 088 8	992 21	339 10	65 61%
21 Puebla	35 70	35 40	52 90	60 70	37 78	11 40	68 07%
22 Queretaro	18 50	117 40	55 90	30 60	14 54	3 80	79 89%
23 Quintana Roo	2 441 7	1 549 30	782 10	518 40	592 46	362 70	85 12%
24 San Luis Potosi	0	0	0	0	0	0	0 00%
25 Sinaloa	5 50	44 70	31 30	28 10	26 15	11 40	93 22%
26 Sonora	583 30	563 90	444 90	429 30	342 89	281 50	51 52%
27 Tabasco	86 10	110 40	81 70	119 70	73 89	38 40	55 40%
28 Tamaulipas	900 70	790 50	263 00	157 80	113 90	66 40	92 63%
29 Tlaxcala	1 30	0 70	2 10	3 60	1 60	0 40	69 23%
30 Veracruz	0 80	0 00	0 00	0 00	0 60	0 00	100 00%
31 Yucatan	97 50	108 50	116 60	85 70	44 70	14 10	85 54%
32 Zacatecas	35 70	18 60	10 50	7 90	11 30	6 80	80 95%
33 Total por Año	6 50	10 10	12 40	7 90	6 90	3 90	40 00%
(Miles):	170 30	163 30	126 80	140 50	120 14	51 80	

Tabla 1-3. Tasa de Incidencia de Paludismo por cada 100,000 habitantes.

En la Gráfica 1-3 se presenta la gráfica de la disminución del riesgo relativo entre los años de 1985 y 1990. En esta se nota de forma clara la disminución en el riesgo en la mayoría de los estados, y un aumento en solo cinco estados (Hidalgo, Baja California Sur, Nuevo Leon, San Luis Potosi y Aguascalientes).



Gráfica 1-3. Riesgo Relativo de Contraer Paludismo 1985 vs 1990

Una vez que se cuenta con una visión general de la situación de esta enfermedad en todo el país, ahora examinaremos con mayor detalle la situación del paludismo en tres estados con gran incidencia, Oaxaca, Campeche y Chiapas.

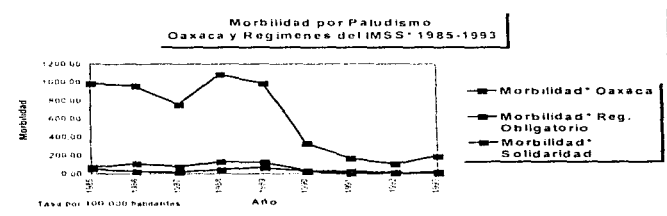
Oaxaca.

En la Tabla 1-4 muestra la incidencia de Paludismo en el estado de Oaxaca en el periodo 1985 a 1993, así como la morbilidad por cada 100.000 habitantes. Como se puede apreciar, se logró una disminución en los casos de 25.201 en 1985 a 5.222 en 1993, lo que representa una morbilidad actual de 191.0 por cada 100.000 habitantes.

Año	Oaxaca		Regimen Obligatorio		Solidaridad	
	Casos	Morbilidad* Oaxaca	Casos	Morbilidad* Reg. Obligatoria	Casos	Morbilidad* Solidaridad
1985	25 201	986.00	155	51.00	874	74.00
1986	24 732	963.00	91	29.50	1 421	114.10
1987	19 595	760.40	50	17.10	1 627	77.70
1988	24 852	1088.50	194	45.60	1 750	130.80
1989	25 483	992.20	274	68.00	1 709	124.20
1990	9 112	339.10	96	24.60	454	32.00
1991	4 615	170.70	27	6.50	332	23.30
1992	2 807	103.20	34	8.60	146	9.30
1993	5 222	191.00	74	17.40	482	31.30
* Tasa por 100 000 habitantes					ND= No Disponible	

Tabla 1-4. Incidencia de Paludismo en el Estado de Oaxaca

La Gráfica 1-4 presenta los datos de la Tabla 1-4



Gráfica 1-4. Incidencia de Paludismo en el Estado de Oaxaca

Campeche

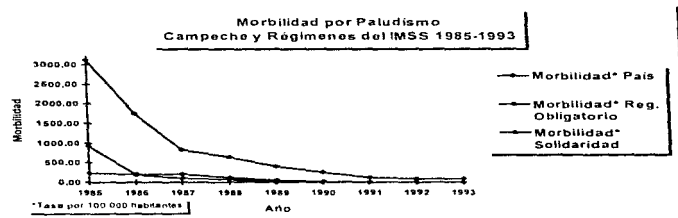
En la Tabla 1-5 muestra la incidencia de Paludismo en el estado de Campeche en el periodo 1985 a 1993, así como la morbilidad por cada 100.000 habitantes. Como se puede apreciar, se logró una disminución en los casos de 16.214 en 1985 a 552 en 1993, lo que representa una disminución en la incidencia del 96.59%. Por lo que respecta a la morbilidad, también se logró un gran avance al disminuir de 3.111.2 a 79.30 por cada 100.000 habitantes.

Año	Campeche		Regimen Obligatorio		Solidaridad	
	Casos	Morbilidad* País	Casos	Morbilidad* Reg. Obligatorio	Casos	Morbilidad* Solidaridad
1985	16.214	3.111,20	457	231,60	1.053	934,30
1986	9.383	1.746,30	381	197,10	197	182,20
1987	4.764	831,80	399	197,90	12	104,80
1988	3.810	642,70	245	116,80	81	65,50
1989	2.523	411,50	82	43,70	4	3,30
1990	1.618	255,40	25	12,90	3	2,50
1991	804	122,90	7	3,30	1	0,80
1992	584	82,10	5	2,00	1	0,80
1993	552	79,30	11	4,90	ND	ND

* Tasa por 100 000 habitantes ND= No Disponible

Tabla 1-5. Incidencia de Paludismo en el Estado de Campeche

La Gráfica 1-5 presenta los datos de la Tabla 1-5



Gráfica 1-5. Incidencia de Paludismo en el Estado de Campeche

Chiapas.

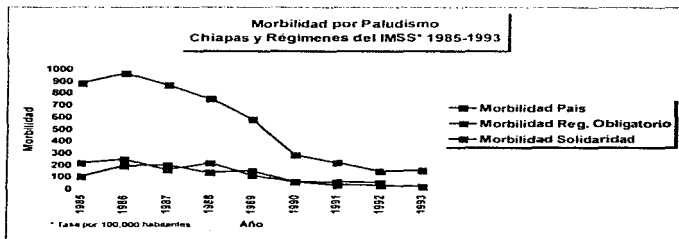
En la Tabla 1-6 muestra la incidencia de Paludismo en el estado de Chiapas en el periodo 1985 a 1993, así como la morbilidad por cada 100,000 habitantes. Como se puede apreciar, se logró una disminución en los casos de 20,902 en 1985 a 4,075 en 1993, lo que representa una disminución en la incidencia del 80.50%. Por lo que respecta a la morbilidad, también se logró un gran avance al disminuir de 882.3 a 150.0 por cada 100,000 habitantes.

Año	Chiapas		Régimen Obligatorio		Solidaridad	
	Casos	Morbilidad País	Casos	Morbilidad Reg. Obligatorio	Casos	Morbilidad Solidaridad
1985	20,902	882.3	638	216.1	1,037	101.4
1986	23,225	966.7	786	248.3	2,340	191.4
1987	21,451	866.2	532	158.5	1,475	200.2
1988	18,922	751.4	732	212.2	1,614	137.7
1989	14,867	580.9	385	112.2	1,736	154.3
1990	7,325	281.8	205	55.4	637	54.8
1991	5,792	219.5	141	36.1	717	57
1992	3,395	145.4	115	30	738	52.8
1993	4,075	150	76	18.3	ND	ND

* Tasa por 100,000 habitantes. ND = No Disponible

Tabla 1-6. Incidencia de Paludismo en el estado de Chiapas

La Gráfica 1-6 presenta los datos de la Tabla 1-7



Gráfica 1-6. Incidencia de Paludismo en el Estado de Chiapas.

Capítulo II

Epidemiología

- Definición
- Objetivos
- Explicación de los Factores Locales de la Enfermedad.
- Concepto de Causa.
- Estrategias de la Epidemiología.
- Medidas de Frecuencia de las Enfermedades.
- Fuentes de Información Epidemiológica.

Definición.

La epidemiología es el estudio de la distribución de la enfermedad y de los determinantes de su prevalencia en el hombre.

La definición indica dos áreas principales: el estudio de la distribución de la enfermedad y la búsqueda de los determinantes de la distribución encontrada. La primera, que describe la distribución de estado de salud en términos de edad, sexo, raza, geografía, etc. podría ser considerada como una extensión de la demografía al campo de la salud y de la enfermedad. La segunda comprende la interpretación de la distribución en términos de los posibles factores causales. La epidemiología trata de la frecuencia y la distribución de las enfermedades en la población.

La epidemiología no está restringida al estudio de brotes sorpresivos de enfermedades, aunque puede considerarse que el interés de la misma radica principalmente en el estudio de las epidemias, pero se debe considerar que la investigación diseñada para explicar las epidemias no puede restringirse los periodos durante los cuales la epidemia prevalece.

Epidemia.

Una epidemia es la prevalencia excesiva de una enfermedad infecciosa o no infecciosa.

En las enfermedades infecciosas y no infecciosas se puede obtener una idea de que la frecuencia de un determinado padecimiento es excesiva estudiando dicha frecuencia a lo largo del tiempo, comparándola en diferentes lugares o de un subgrupo de la población con otro. Ya no se considera como parte esencial del concepto de una epidemia el que la frecuencia excesiva se produzca dentro de un corto periodo de tiempo, ya sean semanas o días.

Frecuencia Epidémica y Frecuencia No Epidémica.

Aún cuando el interés predominante puede estar todavía enfocado a la explicación de las epidemias, el conocimiento de la frecuencia y de la distribución de la enfermedad durante las épocas no epidémicas puede ser decisivo. Lo anterior se basa en:

- 1.- Sin el conocimiento de la frecuencia no epidémica no se puede demostrar la existencia de una epidemia. Es necesario conocer la frecuencia de la enfermedad en otras poblaciones y en la misma población en otras épocas.
- 2.- El hallazgo de una frecuencia desacomodadamente baja en una determinada población y en un tiempo determinado, puede ser tan significativo para comprender las causas de las epidemias como las epidemias mismas.
- 3.- En las enfermedades crónicas que tienen prolongadas altas y bajas de la onda epidémica, puede ser difícil decir si una frecuencia dada puede ser codificada como epidémica aún cuando se tenga disponible toda la información comparativa necesaria. Es común encontrar un gradiente en las frecuencias relativas de una enfermedad en una serie de poblaciones. Mientras que la enfermedad puede ser considerada definitivamente epidémica en aquellas

poblaciones que se encuentran en el tope, cuando se les compara con las que se encuentran en el extremo inferior, la aplicabilidad del término a las poblaciones con frecuencia intermedia dependerá en gran medida del punto de vista del observador. Bajo tales circunstancias, los intentos efectuados para correlacionar apreciaciones cuantitativas de la frecuencia de la enfermedad con apreciaciones cuantitativas de las frecuencias de los factores sospechosos, son más precisos que las tentativas para correlacionar la simple dicotomía *epidemicidad-no epidemicidad*, con la dicotomía *presencia-ausencia* de los factores específicos.

Objetivos.

El propósito más importante de la epidemiología es adquirir conocimientos acerca de los mecanismos causales, que puedan constituir la base de medidas preventivas contra enfermedades que en el presente no son evitables. Esta meta implica una serie de objetivos intermedios:

- 1.- Desarrollo de hipótesis que expliquen los patrones de la distribución de la enfermedad, en función de características o experiencias humanas específicas.
- 2.- Ensayo de dichas hipótesis por medio de estudios especialmente diseñados.
- 3.- Prueba de la validez de conceptos en que se basan los programas de lucha contra la enfermedad por medio del uso de datos epidemiológicos recogidos a medida que se ejecutan los programas.
- 4.- Ayuda en la clasificación de personas enfermas en grupos que parecen tener efectos etiológicos comunes.

Explicación de los Factores Locales de la Enfermedad.

Comúnmente el epidemiólogo se interesa no solo en adquirir nuevos conocimientos acerca del origen de una enfermedad, sino en entender las causas de epidemias específicas de una enfermedad cuya naturaleza, en general, es bien conocida. Por ejemplo, se puede utilizar lo que ya se sabe de la etiología de la tifoidea para explicar y combatir un brote epidémico determinado y para formular las medidas preventivas adecuadas para una comunidad en particular.

Descripción de la Historia de una Enfermedad.

Para la epidemiología es útil conocer como varía la duración de una enfermedad y los diversos desenlaces posibles, de acuerdo con la edad, sexo, geografía y otras características. Esta información es valiosa tanto para establecer el pronóstico como para formular hipótesis acerca de cuáles son los factores específicos que pueden influir para determinar el curso de la enfermedad en un individuo.

Pronósticos Administrativos.

El conocimiento de la frecuencia de las enfermedades es útil para diferentes propósitos administrativos. Es esencial para la planeación de la atención médica. También es útil conocer la frecuencia de una enfermedad en diferentes subgrupos de la población, puesto que esto permite que los programas y estudios sean enfocados al grupo de la población con mayor concentración de casos.

Relación con Otras Disciplinas.

La epidemiología es una ciencia aplicada que se ocupa de la solución de problemas prácticos, por lo que requiere de la contribución de otras disciplinas para alcanzar sus objetivos. Algunas de las disciplinas importantes para la epidemiología son la clínica médica, la anatomía patológica y la bioestadística.

Concepto de Causa.**Definición.**

La epidemiología persigue el propósito práctico de descubrir relaciones que ofrezcan posibilidades para la prevención de la enfermedad y para este propósito se puede definir una asociación causal como la existente entre dos categorías de eventos, en la cual se observa un cambio en la frecuencia o en la cualidad de uno como consecuencia que sigue a la alteración del otro.

Tipos de Asociación.

Para comprender las derivaciones del uso del término asociación causal, es necesario describir algunas de las maneras como pueden relacionarse las categorías de eventos o circunstancias. Por categoría de cosas se comprende todas las que posean características específicas que permiten que se les clasifique juntas. En su relación recíproca, dos categorías pueden estar:

- 1.- No asociadas estadísticamente (independientes)
- 2.- Asociadas estadísticamente
 - 2.1.- Asociación no causal (secundaria)
 - 2.2.- Asociación causal.
 - 2.2.1.- Indirecta
 - 2.2.2.- Directa.

Asociación Estadística.

Si una categoría de eventos acontece en una cierta proporción x de un grupo de personas, y otra categoría en una proporción y , los dos tipos de eventos aparecen al mismo tiempo en algunos miembros del grupo, en una proporción que en realidad es igual al producto xy de las dos proporciones separadas.

La asociación estadística quiere decir que la proporción de individuos que presentan ambos eventos es significativamente más alta, o bien significativamente más baja que la proporción que se predice a base de la consideración simultánea de las frecuencias separadas de ambas categorías.

Asociación Causal y No Causal.

Las asociaciones en las que el cambio en uno de los participantes en la asociación determina alteración del otro son asociaciones causales. Existe otro grupo de asociaciones estadísticas que no satisfacen este requisito, el cual se describe como asociaciones secundarias. Las asociaciones estadísticas no causales son generalmente el resultado de la asociación de ambas categorías de eventos con una tercera

Tres tipos de consideraciones son útiles para diferenciar las asociaciones epidemiológicas causales de las secundarias:

- 1.- Secuencia en el tiempo. Para que una relación sea considerada causal, los eventos que se consideran causantes deben preceder a los que se considera que son efectos.
- 2.- Firmeza de la asociación. Cuanto mayor sea la firmeza de la asociación entre dos categorías de eventos, es más probable que la asociación sea causal.
- 3.- Relación con el conocimiento existente. Aquí entran en juego un par de consideraciones:
 - a) Una hipótesis causal basada en evidencia epidemiológica es apoyada por el conocimiento de un mecanismo celular o subcelular que la hace razonable en base a las ciencias relacionadas
 - b) La evidencia de que la distribución de una enfermedad en una población es similar a la distribución del supuesto factor causal favorece una hipótesis causal.

Causalidad y Prevención.

Se puede pensar que la etiología de una enfermedad tiene una secuencia que consta de dos partes:

- 1 - Eventos causales que ocurren antes de cualquier respuesta corporal inicial, y
- 2.- Mecanismos intracorpóreos que conducen desde la respuesta inicial hasta las manifestaciones características de la enfermedad.

Esta simplificación permite reconocer que la prevención, y por lo tanto la epidemiología, está interesada predominantemente en la secuencia de eventos que permite a tipos específicos de individuos exponerse a tipos específicos de ambientes, mientras que la terapéutica está interesada en los mecanismos corporales que finalmente dan como resultado los síntomas y signos manifiestos de la enfermedad.

Si el conocimiento de las asociaciones causales se busca predominantemente por su aplicación práctica es deseable también determinar otro aspecto: los efectos colaterales de la alteración de la causa porque así como cualquier efecto tiene causas múltiples, se puede esperar que la alteración de cualquiera de las causas tenga efectos múltiples además del que se busca, y en cualquier programa de prevención debe cuidarse que los efectos colaterales producidos por la alteración de la causa sean aceptables.

Sin embargo, es importante conocer las asociaciones causales que no ofrecen posibilidades preventivas ya sea porque la causa es inalterable o porque los efectos colaterales son inaceptables. Dicho conocimiento permite planear estudios más efectivos

enfocados hacia la identificación de asociaciones causales que si ofrezcan posibilidades preventivas.

Estrategias de la Epidemiología.

Como se explicó con anterioridad, el propósito fundamental de la epidemiología es la búsqueda de asociaciones causales entre las enfermedades y las características ambientales. En epidemiología el progreso de dicha búsqueda es el resultado de una serie de ciclos en los cuales los investigadores:

- 1.- Examinan los hechos y las hipótesis existentes,
- 2.- Formulan una hipótesis nueva o más específica, y
- 3.- Obtienen hechos adicionales para ensayar la aceptabilidad de la nueva hipótesis.

En su forma ideal, una hipótesis epidemiológica debe especificar:

- 1.- Población. Las características de las personas a las que se aplica la hipótesis.
- 2.- Causa considerada. La exposición específica al ambiente.
- 3.- Efecto esperado. La enfermedad.
- 4.- Relación entre dosis respuesta. Lapso que transcurrirá entre la exposición a la causa y la aparición del efecto.

Una hipótesis bien expresada describe cada uno de estos elementos con un alto grado de especificidad, sin embargo, en la práctica los componentes de una hipótesis epidemiológica no están bien especificados y pueden, incluso, estar implícitos.

Colección de los Hechos.

Las variables más comúnmente examinadas se pueden clasificar como descriptivas del lugar, del tiempo y de la persona. Comprenden:

- 1.- Características que describen el tiempo en que las personas se encontraron afectadas.
- 2.- Características descriptivas del lugar en que se encontró que las personas estaban afectadas.
- 3.- Características descriptivas de las personas afectadas.

Formulación de la Hipótesis.

A continuación se presentan cuatro métodos que permiten elaborar hipótesis epidemiológicas dirigidas hacia la identificación de causas que expliquen los patrones de distribución entre las poblaciones.

Método de la diferencia.

Si la frecuencia de una enfermedad varía marcadamente bajo dos circunstancias diferentes y en una de ellas se puede identificar algún factor que esté ausente en la otra, este factor o su ausencia puede ser una causa de la enfermedad.

El problema que presenta este método de formulación de hipótesis no es la imposibilidad de identificar un factor que esté presente en una circunstancia y falte en otra, sino, más bien, la multiplicidad de hipótesis que dicha sugerencia puede sugerir.

Método de la Concordancia.

Si un factor es común a un número de circunstancias diferentes que se han encontrado asociados a la presencia de una enfermedad, dicho factor puede ser una causa de la enfermedad.

Método de la Variación Concomitante.

Este método comprende la búsqueda de algún factor cuya frecuencia o fuerza varíe con la frecuencia de la enfermedad. Es una manera cuantitativa de mirar los mismos hechos que se consideran en los métodos de la concordancia o de la diferencia.

Método de la analogía.

La distribución de una enfermedad puede ser muy similar a la de alguna otra que ha sido estudiada en forma más completa y con más éxito, y esto sugiere que ciertas causas podrían ser comunes a las dos. Este método de formulación de hipótesis está en relación con el proceso de deducción, por el cual, principios epidemiológicos ya demostrados se aplican a situaciones específicas.

Clasificación de personas enfermas

Para catalogar a las personas enfermas en grupos (entidades patológicas) se utilizan dos tipos diferentes de criterios:

- Criterio de las manifestaciones. Las personas enfermas son agrupadas de acuerdo con su analogía en lo que respecta a síntomas, signos, cambios en los líquidos o en los tejidos del cuerpo, etc.
- Criterio de las causas. Aquí el agrupamiento depende de la similitud de los individuos con respecto a una experiencia especificada que se cree sea la causa de la enfermedad.

Es importante tomar en cuenta que no necesariamente existe reciprocidad entre las dos modalidades de clasificación.

Papel de las observaciones epidemiológicas.

Frecuentemente el epidemiólogo no tiene otra alternativa que basar sus estudios en entidades manifestacionales, con la esperanza de que las manifestaciones tengan nexos tan estrechos con los factores etiológicos que permitan su identificación. Los resultados de la investigación afortunada pueden revelar criterios causales, conforme a los cuales se podría revisar la clasificación de las personas enfermas. De ahí que la clasificación de las enfermedades no solo sea un requisito previo para el estudio epidemiológico sino también una de sus metas.

Aún cuando se desconozcan los factores causales directos, los criterios epidemiológicos pueden ser usados para clasificar o subclasificar grupos de personas con enfermedades manifestacionales peculiares. Algunas veces, las observaciones epidemiológicas ayudan a señalar una subcategoría de pacientes que también son identificables a la luz de criterios manifestacionales más refinados.

Las características epidemiológicas pueden ser suficientes para justificar la separación de entidades patológicas, aun cuando no se hayan observado diferencias manifestacionales.

Ocasionalmente, la evidencia epidemiológica sugiere que puede ser útil condensar dos categorías en una sola, por lo menos con el propósito de efectuar investigaciones posteriores de la etiología, pero es menos frecuente que la evidencia epidemiológica sugiera la utilidad de fundir en una dos categorías que la de dividir las en subgrupos.

Medidas de Frecuencia de la Enfermedades.

Tasas.

Una tasa es la frecuencia de una enfermedad o de una característica, expresada por unidad de tamaño de la población o del grupo en que se observa la enfermedad o la característica. Se requiere de tres puntos de información para que una tasa tenga utilidad para la epidemiología:

- El número de personas afectadas.
- La población en que se observaron las personas afectadas. Comúnmente la población en que se observaron las personas afectadas es llamada población relacionada o población de referencia.
- Una especificación del tiempo.

Tanto el número de personas como la población en donde se observaron las personas afectadas deben ser definidos en términos similares, si uno se restringe a ciertos grupos de edad, sexo o raza, el otro deberá ser restringido de la misma manera. Cuando la población afectada incluye solo a las personas capaces de contraer o sufrir la enfermedad se le conoce como población expuesta al riesgo.

Razones.

La razón expresa el número de personas afectadas en relación con el número de personas no afectadas, en vez de utilizar a la población total.

Una razón proporcional expresa el número de casos de una enfermedad en relación con el total de casos de todas las enfermedades y no en relación a la población.

Definición de las Medidas.

Incidencia.

La incidencia de una enfermedad es el número de casos de dicha enfermedad que aparecen durante un periodo especificado. La tasa de incidencia

es este número por unidad especificada de población. En términos epidemiológicos, incidencia significa la frecuencia de eventos durante un periodo.

Prevalencia.

La prevalencia instantánea de una enfermedad es la frecuencia de la enfermedad en un punto designado en el tiempo. Referida a una población especificada, en un tiempo también especificado, la tasa de prevalencia instantánea es la proporción de dicha población que presenta la enfermedad en ese particular instante.

Mortalidad.

Las tasas de mortalidad miden la frecuencia de eventos, y por consiguiente, se parecen a la tasa de incidencia ya que requieren especificación del periodo durante el cual se han encontrado las defunciones.

Es necesario distinguir dos tasas descriptivas de la muerte:

- 1.- La tasa de mortalidad específica por enfermedad, y
- 2.- La tasa de letalidad específica por enfermedad.

En ambas el número de personas afectadas es el mismo, pero la población en que se observaron las personas afectadas es diferente. En una tasa de mortalidad, la población en que se observaron las personas afectadas es la población total dentro de la cual ocurrieron las muerte, mientras que en una tasa de letalidad se restringe a las personas con la enfermedad. De esta manera, la tasa de mortalidad expresa la frecuencia con la cual mueren por una enfermedad los miembros de una población general, mientras que la tasa de letalidad expresa la frecuencia de la muerte de los individuos afectados por dicha enfermedad.

Especificación del tiempo.

Para las tasas de incidencia las observaciones se hacen en un punto en el tiempo, mientras que para las tasas de prevalencia se cuentan los eventos durante un periodo.

Existen varias maneras de especificar el tiempo.

Tiempo calendárico.

Para medir la frecuencia de una enfermedad se deben contar todos los casos de esta enfermedad que aparecen desde el primero de enero de un año hasta el 31 de diciembre del mismo año, y relacionar este número con la población existente a mediados del año para obtener la tasa de incidencia anual. Esta es la manera más frecuente de especificar el comienzo y el fin de un periodo de observación.

Edad

Otra manera de especificar el tiempo consiste en el empleo de la edad cronológica de la población. La edad cronológica se utiliza comúnmente en situaciones en las cuales existe interés acerca de una enfermedad que se presenta poco después del nacimiento.

Fuentes de Información Epidemiológica.

El primer paso en el estudio epidemiológico de un fenómeno o de una situación es la obtención de los datos que se necesitan para describirlo y analizarlos para tomar una decisión respecto a cómo intervenir. Por esto, la precisión y la calidad de los mismos, así como un estricto proceso de registro y colección de la información influyen de manera importante en la precisión de los resultados del estudio.

La definición adecuada y operacional de los conceptos, términos y mediciones que van a ser objeto de recuento, clasificación y análisis es fundamental para obtener datos válidos.

Con frecuencia, la epidemiología utiliza información demográfica que proviene de los censos, registros y encuestas.

En muchas ocasiones, la información que se obtiene a partir de las fuentes anteriormente mencionadas contiene errores que no pueden ser corregidos por técnicas estadísticas. La mayoría de estos errores son introducidos por el observador, el recolector y el registrador de la información. A veces por el uso de instrumentos inadecuados, a veces por subjetivismo, a veces por imprecisiones en las definiciones, pero pocas veces de manera intencional.

El observador puede introducir dos tipos de errores: el error aleatorio y el error sistemático. La manera de controlar estos errores es planificar bien las observaciones y las mediciones y ejecutarlas estando conscientes de la posibilidad de estos errores.

La precisión y la imprecisión en las medidas es otro factor a considerar para evitar errores esporádicos y sistemáticos: cuando las observaciones no difieren mucho entre sí, la medida es precisa; en el caso contrario es imprecisa.

Origen de los datos.

Por lo general, la información que se utiliza en epidemiología se obtiene de diferentes fuentes.

- Documentación y registros existente. Por ejemplo, el Registro Civil, el Seguro Social, Hospitales, etc.)
- Censo, de donde se pueden obtener datos sobre demografía, medio ambiente, vivienda, actividad económica, etc.
- Encuestas epidemiológicas, utilizadas para obtener información que no se encuentra en registros ya existentes.

La información que se obtiene a partir de las fuentes anteriores se utiliza con fines diversos, que se resumen en dos caminos interrelacionados:

- Investigación epidemiológica, y
- Vigilancia epidemiológica de la comunidad.

Esto se presenta de forma esquemática en la Figura 2-1.

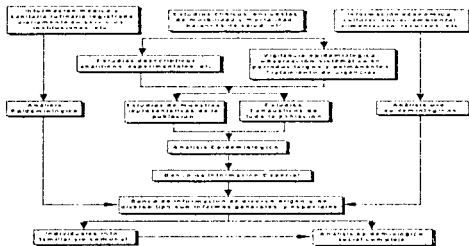


Figura 2-1. Fuentes y Tratamiento de Información Epidemiológica

Clasificación y Medición de los Datos.

La epidemiología trabaja con poblaciones y grupos de personas o de objetos de naturaleza muy variable, en las que cada caso u objeto posee características y atributos que pueden o no estar relacionados con un riesgo, con una enfermedad, con la muerte, etc. de tal manera que se pueden constituir características de interés epidemiológico.

Para un individuo, una característica es una cualidad general, permanente o no, que distingue a una persona (edad, ocupación, etc.); el atributo es una cualidad inherente a esta persona (sexo, grupo sanguíneo, etc.).

Para los fines de la investigación epidemiológica o de la intervención en salud es siempre necesario cuantificar la información.

La observación implica cierta complejidad que se supera a través de la medición y la clasificación:

- En la primera etapa se clasifican las personas o los objetos estudiados en relación a sus características y atributos; es la etapa de la cualificación.

- En una segunda etapa se establece una relación entre los objetos estudiados de acuerdo a la intensidad con que se presenta la característica y/o atributo en cuestión.
- En la tercera etapa se mide la intensidad del atributo en una escala numérica.

La medición es, en realidad, la clasificación de los casos o de las situaciones según reglas lógicas y según las características y atributos de los casos. Esta clasificación puede hacerse en términos de categorías o en valores numéricos (escalas continua y discontinua).

El concepto de escalas de medición se refiere a los criterios para definir las categorías en las que se agrupan las observaciones individuales. La escala de medición incluye varios niveles:

- Escala o nivel nominal. Es el nivel más elemental y simple; es una escala determinada por la presencia o ausencia de una característica o atributo.
- Escala o nivel ordinal. Este nivel se diferencia del anterior en que se pueden establecer graduaciones entre las observaciones.
- Escala numérica. En este caso el orden es numérico, con un límite superior y otro inferior para cada categoría en que se subdivide la variable.

Capítulo III

Inteligencia Artificial

- Definición.
- Antecedentes.
- Representación del Conocimiento.
- Lenguajes de Inteligencia Artificial.
- Aplicaciones.

Definición.

La Inteligencia Artificial (IA) es una de las áreas de estudio de la computación con múltiples y muy variadas aplicaciones y que difícilmente puede ser definida. En efecto, a diferencia de otras disciplinas como la química o la física, la IA no tiene una definición única, y cada autor propone su propia definición. A continuación se muestran algunas definiciones encontradas en la bibliografía consultada.

- "La IA es la ciencia de hacer que las máquinas hagan cosas que requerirían de inteligencia si las hiciera el hombre".- Minsky ,1968
- "La meta del trabajo en la IA es construir máquinas que realicen tareas que normalmente requieren inteligencia humana."- Nils J. Nilsson, *Problem Solving Methods in Artificial Intelligence*
- La meta de la investigación en la IA es "(...) construir programas para computadora que muestren comportamiento que llamaríamos *inteligente* si lo observáramos en seres humanos"- Edward A. Feigenbaum y Julian Feldman, *Computers and Thoughts*
- "(1) ¿El programa utiliza un modelo del ambiente en el que desarrolla la tarea?
(2) ¿El programa utiliza un este modelo para llevar a cabo planes de acción que se ejecutarán en el ambiente de la tarea?
(3) ¿Estos planes incluyen muestreo directo del ambiente de la tarea de tal manera que guían la ejecución a lo largo de las ramas condicionales del plan?
(4) ¿El programa puede formular un plan cuando la ejecución conduce a estados del ambiente que no fueron predichos en el modelo?
(5) ¿El programa es capaz de utilizar un registro de fallas y éxitos del pasado para revisar y extender el modelo inductivamente?"

" Si las respuestas a todas estas preguntas son afirmativas, entonces el programa representa indudablemente un ejercicio de IA. Si solo algunas de las respuestas son afirmativas, entonces se trata de un ejercicio parcial de IA. Si todas las respuestas son negativas, entonces estamos tratando con un ejercicio común de proceso de datos, automatización industrial, análisis numérico, reconocimiento de patrones o algo similar; estos programas pueden ser listos, generalmente en un nivel suprahumano, pero no se puede calificar su operación como inteligente."- Donald Michie, "*Formation and Executions of Plans by Machine*", tomado de Findler y Meltzer, *Artificial Intelligence and Heuristic Programming*

- "La IA es el estudio de las ideas que habilitarían a las computadoras a hacer cosas que hacen que las personas parezcan inteligentes.... Las metas centrales de la IA son hacer a las computadoras más útiles y entender los principios que hacen posible a la inteligencia"- Patrick Windston, *Artificial Intelligence*

Antecedentes.

Los antecedentes de la IA se remontan al inicio del desarrollo de la computación digital en la década de los 50's. En esta década John van Newmar y Alan Turing trabajaron en el desarrollo de la primera computadora digital y especularon sobre la posibilidad de simular e incluso sobrepasar la inteligencia humana con máquinas.

Durante esta década, la idea central era en el sentido de que la manera de hacer a las máquinas inteligentes era simulando al cerebro. Los investigadores tomaron un enfoque de *abajo hacia arriba*, asumiendo que al unir una gran red de neuronas artificiales y someterlas a un esquema de entrenamiento adecuado era posible construir un sistema inteligente. En otras palabras, se pensaba que si era posible modelar al cerebro, la inteligencia surgiría como una consecuencia inevitable.

Esta perspectiva evitó que los investigadores analizaran procesos mentales de alto nivel, tales como el pensamiento, el entendimiento, el habla, etc. lo cual simplificó el problema, sin embargo este enfoque tenía dos serias desventajas:

- El hardware disponible en ese momento no era capaz de soportar redes de neuronas artificiales lo suficientemente grandes para semejar algo como la inteligencia humana.
- La psicología y el funcionamiento del cerebro no era, ni es aún bien entendido.

En los años 60's los investigadores se dieron cuenta de que la construcción de cerebros no era una estrategia viable, por lo que apareció un nuevo enfoque, un enfoque de *arriba hacia abajo*, según el cual las computadoras, los humanos y otras criaturas eran tratados como especies procesadoras de información. Los mecanismos del sistema nervioso ya no preocupaban debido a que un programa puede ser ejecutado en diferentes sistemas sin importar el hardware.

Los principales investigadores de esta nueva tendencia fueron Allen Newell y Herbert Simon de la Universidad Carnegie-Mellon. Ellos argumentaban que el nivel correcto de descripción para la solución de problemas humanos estaba en términos de comparar, almacenar y manipular símbolos. Estaban interesados en el tipo de comportamiento racional en el cual quien resuelve un problema toma una descripción simbólica del mismo y sistemáticamente transforma los elementos de esa descripción en una secuencia de pasos para llegar a un nuevo estado, la solución.

Estos investigadores esperaban encontrar los principios generales de inteligencia que fueran comunes a todas las formas de resolución racional de problemas, tales como decisiones de negocios, juegos, etc. y que pudieran ser llevados a cabo por humanos o computadoras.

Este enfoque fue exitoso para juegos y rompecabezas, pero no funcionó cuando se aplicó a problemas con los cuales las personas se enfrentan diariamente.

Un ejemplo de estos sistemas es el General Problem Solver (GPS).

General Problem Solver (GPS).

Al GPS se le daba un ambiente de tareas para un problema en particular, en términos de rutinas para combinar pares de objetos, rutinas para aplicar operadores a objetos y rutinas para determinar si un operador se podía aplicar a un objeto. Estos objetos eran estructuras de símbolos que también podían ser considerados como estados o soluciones.

GPS comenzaba a trabajar poniéndose metas, detectando diferencias entre el estado actual y la meta, y encontrando entonces operadores que redujeran esas diferencias (la técnica utilizada para este fin se conoce como *means-end*). Cada problema generaba subproblemas hasta que un subproblema de los generados podía ser solucionado en un solo paso. El sistema procedía mediante la solución de los subproblemas hasta que alcanzaba la meta o se rendía.

GPS tenía tres métodos principales:

- 1 - Transformar un estado en otro
- 2 - Reducir la diferencia entre dos estados
- 3 - Aplicar un operador a un objeto o estado

Los métodos anteriores se podían llamar unos a otros, incluso a ellos mismos. Las repeticiones infinitas se evitaban manteniendo una lista de estados ya encontrados. GPS también utilizaba una técnica llamada *Planeación*, la cual abstraía de dos objetos A y B nuevos objetos A' y B' eliminando la mayoría de los detalles, después intentaba convertir A' en B', y si esto era posible, usar la solución simplificada para guiar el trabajo sobre el problema completo.

La siguiente etapa en la investigación de la IA fue el abandono de la meta de la inteligencia general. Al observar que los expertos humanos son competentes en su campo debido a un gran respaldo de conocimiento especializado, un equipo encabezado por Edward Feigenbaum en la Universidad de Stanford empezó a desarrollar el primer Sistema Experto.

Un Sistema Experto (SE) o un Sistema Basado en Conocimiento es una representación de un experto humano. Esta reducción del enfoque permitió a los diseñadores de SE alcanzar resultados impresionantes. Entre los SE más representativos que se desarrollaron en este periodo se cuentan DENDRAL, MYCIN y Prospector. En el Capítulo IV se explicarán con amplitud las características de estos y otros sistemas que se desarrollaron durante esta época.

Los sistemas anteriores, aunque diferentes entre sí, compartían algunas características que hoy son básicas para el desarrollo de SE. La más importante de ellas era la división entre conocimiento y razonamiento. Debido a lo anterior, los SE actuales se componen de dos partes fundamentales:

- La base de conocimiento, y
- La máquina de inferencia.

La base de conocimientos contiene una representación simbólica de las reglas y conocimientos que usa el experto, organizadas de tal manera que la máquina de inferencia

realice deducciones a partir de ellas. La máquina de inferencia consiste de cualquier tipo de búsqueda y procedimientos de razonamiento que sean necesarios para sacar conclusiones a partir de este. En el siguiente capítulo se hablará ampliamente de estos y otros elementos de un SE.

La IA todavía se basa en gran medida de las técnicas y conocimientos obtenidos a partir de los SE de los años 70's, pero durante la década de los 80's los SE como tales han dejado de ser el punto central de investigación de la IA. En los 80's el punto principal de investigación de la IA ha sido el aprendizaje de las máquinas.

La codificación y adquisición del conocimiento es una labor difícil y que consume mucho tiempo, por lo que es natural pensar en automatizar el proceso de adquisición del conocimiento, o asistirlo con una máquina.

En la década de los 90's, los investigadores y estudiantes de la IA se están alejando de el paradigma basado en conocimiento simbólico de los años 70's, y en cambio, continúan por la tendencia de los 80's hacia la neurocomputación.

Actualmente existe una carrera entre los Estados Unidos y Japón para convertirse en el líder de la neurocomputación.

El retorno de esta tendencia de la IA, la cual fue abandonada en los años 50's se debe en primera instancia a que el hardware disponible hoy en día es mucho más poderoso que lo que se disponía en aquellos años. Actualmente es posible construir redes neuronales con cientos de miles de elementos de procesamiento que se acercan, y en algunos casos superan la complejidad de los sistemas nerviosos de los insectos, los moluscos y algunas otras criaturas simples.

La siguiente generación de computadoras será la quinta. Edward Feigenbaum y Pamela McCorduck escribieron un libro titulado "La Quinta Generación" en el cual discuten las líneas de desarrollo que se siguen en Japón para la construcción de la computadora de quinta generación. A continuación se muestran algunas de las características que, según estos investigadores, tendrán las computadoras de esta generación.

- La quinta generación de computadoras tendrá procesadores ultra rápidos.
- Además de realizar cálculos ordinarios, distribución de datos y operaciones lógicas, los nuevos procesadores serán capaces de razonar utilizando vastas cantidades de información.
- La información disponible para las computadoras de quinta generación será actualizada continuamente, reinterpretada y adaptada para adecuarse a circunstancias que cambian constantemente. Pero la característica más revolucionaria es que esta vasta cantidad de información estará disponible para el usuario en cualquier momento y en cualquier forma en que la requiera.
- No se necesitará de conocimientos especiales para utilizar computadoras de quinta generación. Los usuarios podrán especificar sus necesidades de la misma

manera en la que lo harían con un humano. Esto es, las solicitudes se podrán realizar mediante el lenguaje natural.

- Las computadoras de quinta generación serán capaces de establecer una conversación, mostrar imágenes, modelar conceptos y aceptar y transmitir mensajes escritos a mano o mediante un teclado.

Como se puede observar, estas computadoras incorporarán muchas de las características que están siendo investigadas actualmente, tales como reconocimiento y comprensión de lenguaje natural, redes neuronales y búsquedas inteligentes de información.

Representación del Conocimiento.

Para hablar de la representación del conocimiento es necesario definir dos conceptos importantes, la representación y la descripción.

Representación.

Una representación es un conjunto de convenciones acerca de cómo describir un tipo de cosas.

Descripción.

Una descripción utiliza las convenciones de la representación para describir algo en particular.

Al evaluar si una representación es adecuada para la solución de un problema se deben considerar los siguientes puntos:

- Las buenas representaciones hacen las relaciones y los objetos importantes explícitos.
- Exponen las restricciones claramente.
- Ponen a los objetos y a sus relaciones juntos.
- Eliminan detalles irrelevantes.
- Son transparentes y completas.
- Son concisas
- Son rápidas de entender.

Una representación consiste de las siguientes partes:

- 1.- Una parte léxica que determina cuales símbolos son permitidos en el lenguaje de la representación.
- 2.- Una parte estructural que describe a las restricciones sobre como se pueden acomodar los símbolos.
- 3.- Una parte procedural que especifica procedimientos de acceso que permiten la creación de descripciones, su modificación y contestar preguntas mediante su uso.
- 4.- Una parte semántica que establece la manera de asociar significado con las descripciones.

Capítulo III

Los sistemas de IA utilizan al menos dos partes fundamentales. Una Base de Conocimiento y una Máquina de Inferencia, conceptos que se explicarán con amplitud en el siguiente capítulo.

Una vez que se tiene el conocimiento que se desea representar este necesita ser organizado. Este conocimiento puede ser organizado de diferentes maneras, pero siempre de tal forma que un programa de inferencia sea capaz de accederlo y en su caso, proporcionar conclusiones.

En general, existen dos tipos diferentes de representación del conocimiento:

- Aquellas que se utilizan en el análisis
- Aquellas que se utilizan para programar.

Las primeras se usan generalmente para ayudar al análisis en las etapas de adquisición del conocimiento y en el establecimiento del campo de estudio. Un ejemplo de estas son las Redes Semánticas, los Scripts, las Listas, los Árboles de Decisión y las Tablas de Decisión.

Por lo que se refiere a las segundas, el código de los sistemas basados en conocimiento se representa por medio de Cuadros (*Frames*) o Reglas de Producción.

Redes Semánticas.

El concepto de Redes Semánticas fue creado por Ross Quillian en 1968. Fue diseñado como un modelo psicológico de la memoria asociativa humana.

Las redes semánticas consisten de nodos que representan objetos, lazos que representan las relaciones entre los objetos y etiquetas que representan relaciones específicas.

Los nodos están conectados unos a otros por medio de lazos etiquetados. En el diagrama los nodos son representados como círculos, elipses o rectángulos y los lazos son flechas que apuntan de un nodo a otro.

En resumen, una red semántica es una representación en la cual:

- Lexicológicamente hay nodos, lazos y etiquetas de los lazos específicas para la aplicación.
- Estructuralmente, cada lazo conecta a un nodo con otro.
- Semánticamente, los nodos denotan entidades específicas a la aplicación.

Una de las propiedades importantes de las Redes Semánticas es la propiedad de Herencia Jerárquica. Esto es, debido a que las Redes Semánticas son básicamente una jerarquía, varias de las características de algunos nodos heredan las características de otros.

En la figura 3-1 se muestra un ejemplo una red semántica.

Ventajas.

- Las Redes Semánticas ofrecen flexibilidad para agregar nuevos nodos y lazos a una definición según se necesite.
- La representación visual es fácil de entender.
- Los nodos de las Redes Semánticas pueden heredar características de nodos con los cuales tiene una relación "es un", por lo que las redes semánticas simplifican diferentes tareas.
- Debido a que los nodos de una Red Semántica tienen la habilidad para heredar relaciones a otros nodos, una red puede proporcionar la habilidad para razonar y crear relaciones entre nodos no ligados.
- Las Redes Semánticas funcionan de forma similar a como los humanos almacenan la información.

Limitaciones.

- No existe un estándar para la definición de nodos o relaciones entre los nodos.
- La capacidad de heredar las características de un nodo a otro ofrece dificultades potenciales, con excepciones.
- La percepción de la situación por el dominio experto puede colocar los hechos relevantes en puntos inapropiados de la red.
- El conocimiento procedur¹ es difícil de representar en una Red Semántica, debido a que la secuencia y el tiempo no se representan explícitamente.

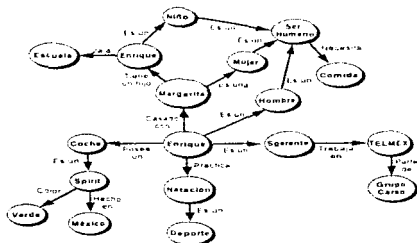


Figura 3-1. Representación del Conocimiento Mediante una Red Semántica

¹ Conocimiento Procedural: Conocimiento sobre procedimientos para resolución de problemas. Considera la forma en que las cosas trabajan bajo diferentes circunstancias. Incluye secuencias paso a paso e instrucciones del tipo "¿Cómo Hacerlo?". Puede incluir explicaciones. El Conocimiento Procedural involucra la respuesta automática a un estímulo.

Cuadros.

Un cuadro es una red de nodos y relaciones. Los niveles más altos del cuadro representan a los atributos que siempre son verdaderos sobre la situación, y por lo tanto permanecen fijos. Los niveles siguientes tienen "Terminales" o "Huecos", los que deben ser llenados con instancias específicas o con datos. Cada terminal puede especificar condiciones que requieren subcuadros más pequeños. Grupos de cuadros relacionados pueden estar ligados a fin de formar un sistema de cuadros. Las transformaciones entre cuadros pueden ser disparadas dependiendo de la información que contengan los huecos.

Se puede mejorar la eficiencia mediante la especificación de valores por default para los huecos en situaciones típicas. Estos valores por default pueden ser modificados mediante un procedimiento de cancelación.

En la figura 3-2 se muestra un ejemplo de un cuadro para describir una habitación. Nótese como cada hueco puede contener otro cuadro así como la jerarquía que resulta del diagrama.

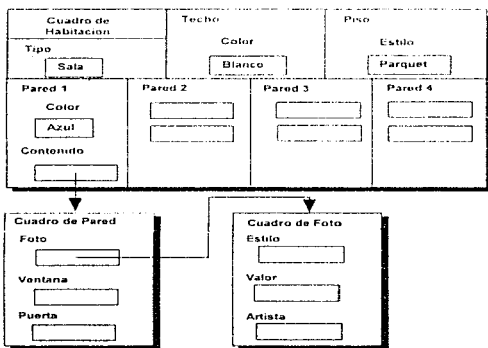


Figura 3-2. Representación de una Habitación mediante un Cuadro

Ventajas:

- Diferentes objetos pueden compartir un mismo cuadro.
- Los cuadros ofrecen una jerarquía natural a través de la estructura de los subcuadros.
- El programa puede proporcionar valores por default y estos pueden ser sobrescritos por el usuario a medida que se disponga de la información.
- Los cuadros se prestan fácilmente a realizar búsquedas. Una vez que se encuentra el cuadro apropiado, es fácil seguir adelante con la búsqueda de la información.
- Si la validez de un cierto cuadro es puesta en duda por nueva información de que se disponga, el sistema puede saltar a otro cuadro más apropiado.
- Si se requiere de más información, se puede utilizar un hueco *IF-NEEDED* para activar un procedimiento relacionado que llene este hueco. Este *Procedural Attachment* está estrechamente relacionado con el concepto de Demons².

Lenguajes de Inteligencia Artificial.

Aunque por lo general es posible escribir cualquier programa en cualquier lenguaje, resulta evidente que la creación de sistemas de IA se facilita en gran medida mediante el uso de lenguajes que proporcionen ciertas características para el manejo de datos y para el control de los mismos.

Algunas de las características más importantes con que debe contar un lenguaje de IA son las siguientes:

- Una variedad de tipos de datos capaces de describir los varios tipos de información que un sistema de gran tamaño requiere.
- Habilidad para descomponer al sistema en unidades pequeñas y de fácil comprensión, de tal manera que sea relativamente fácil hacer cambios a una parte del sistema sin modificar al resto del mismo.
- Estructuras de control flexibles que faciliten tanto la recursividad como la descomposición en paralelo del sistema.
- Habilidad para comunicarse con el sistema de manera interactiva, tanto durante su desarrollo como durante su uso.
- Habilidad para producir un código eficiente de tal manera que la eficiencia del sistema sea aceptable.
- En particular, facilidades para manipular listas.
- Patrones de reconocimiento para identificar datos y determinar el control del sistema.
- Facilidad para realizar algún tipo de deducción automática y para almacenar una base de afirmaciones que proporcionen la base para la deducción.
- Capacidad de construir estructuras de conocimiento complejas.
- Mecanismos mediante los cuales el programador pueda proporcionar conocimientos adicionales que puedan ser utilizados para enfocar la atención del sistema a donde se puedan obtener las mejores conclusiones.

² Un Demon es un procedimiento que se activa en cualquier momento durante la ejecución de un programa, dependiendo de las condiciones que se evalúen en el Demon mismo.

- Habilidad para entremezclar procedimientos y estructuras de datos declarativos de la forma en la que mejor se adapten a una tarea en particular.

Desafortunadamente, ningún lenguaje proporciona todas estas características. Algunos son mejores en algunas que en otras.

A continuación se describen brevemente algunos lenguajes de IA.

LISP.

El nombre de LISP viene de *List Processor* (Procesador de listas), y se trata de uno de los lenguajes de propósito general más antiguos. Este lenguaje fue desarrollado por McCarthy en el MIT en 1958. Las aplicaciones de LISP incluyen el desarrollo de SE, procesamiento de lenguaje natural, robótica, etc.

LISP está enfocado a la programación simbólica, es decir, el programador puede definir términos como liquidez y financiamiento. Aunque los valores no tienen significado en LISP, este puede manipular estos símbolos y sus relaciones. Los programas en LISP también son capaces de modificarse a ellos mismos.

LISP es el lenguaje de Inteligencia Artificial más ampliamente usado para el desarrollo de aplicaciones en este campo debido a su flexibilidad para la creación de programas de IA. Este lenguaje es tan importante, que se han desarrollado máquinas especiales para implementarlo, estas máquinas son conocidas como Máquinas LISP.

LISP se encuentra disponible como intérprete y como compilador. Existen varios dialectos de LISP dependiendo de la plataforma que se utiliza y estas, por lo general, no son compatibles entre sí, por lo que no hay portabilidad entre aplicaciones desarrolladas en máquinas diferentes.

LISP es un lenguaje muy útil para el desarrollo de sistemas de IA debido a las siguientes características:

- Su estructura de datos principal es la lista, la cual es sumamente útil para representar el conocimiento en los sistemas de IA.
- Una colección de hechos relacionada con un solo objeto puede ser fácilmente representada en la lista propietaria que está asociada al átomo (celda de memoria) que representa al concepto.
- La estructura de control más común es la recursividad, que es muy apropiada para ciertas tareas de solución de problemas.
- Debido a que los datos y los procedimientos se encuentran representados como listas es posible integrar conocimiento declarativo y procedural en una sola estructura como una lista propietaria.
- La mayoría de los sistemas desarrollados en LISP corren de manera interactiva.

LISP permite que el programador represente objetos tales como reglas y redes en la forma de *listas* (secuencias de números, caracteres o incluso listas). Las listas que se representan pueden ser divididas o unidas a fin de crear nuevas listas.

Actualmente existen múltiples variantes de LISP, entre las que se cuentan Common LISP, InterLISP, MacLISP, FranzLISP (para Unix), etc

Prolog.

Este lenguaje de programación fue creado durante los años 70's en Francia y es muy popular en Europa, incluso más que LISP. Prolog también ha sido adoptado por los japoneses como lenguaje primario para la creación de su Quinta Generación de Computadoras basadas en IA

Cada relación en un programa en PROLOG está compuesta de un grupo de cláusulas. El intérprete de PROLOG trata de encontrar pruebas de la verdad de cada una de las relaciones especificadas.

Prolog representa enunciados lógicos como enunciados de programación. La prueba de un teorema utilizando estos enunciados puede entenderse como una manera de ejecutarlos. De esta manera, la lógica puede ser utilizada como un lenguaje de programación.

Prolog tiene incorporadas estructuras para la creación de bases de datos y tiene un motor de inferencia listo para ser ejecutado. Todo lo que se debe hacer es decirle al programa las reglas en que ha de basarse y el encontrará el camino para dar la información apropiada. Es por estas razones que Prolog es ideal para la implementación de SE, ya que no es necesario escribir rutinas de reconocimiento de patrones, búsqueda, etc.

Debido a que un programa en Prolog no es otra cosa que una serie de enunciados lógicos, este se puede entender sin considerar la forma en la que se ejecuta, en contraste con los lenguajes tradicionales que deben ser entendidos proceduralmente.

Algunas variantes de Prolog son MProlog, Arity Prolog y Turbo Prolog.

Aplicaciones.

Redes Neuronales.

Una Red Neuronal (RN) es una estructura de procesamiento de información paralela y distribuida, formada por elementos de procesamiento interconectados mediante canales unidireccionales de información denominados conexiones. Cada elemento de procesamiento tiene una conexión de salida con diferentes ramas (tantas como sea necesario) portadoras de la misma señal. Esta señal de salida será de un tipo matemático cualquiera. Todo procesamiento que se hace en un elemento debe ser completamente local, por ejemplo, dependerá solo de los valores actuales de las entradas al elemento y de posibles valores almacenados en memoria local

De forma general, una RN consta de tres componentes:

- 1.- Una topología organizada de elementos de proceso interconectados.
- 2.- Un método de codificación de información
- 3.- Un método de recuperación de información.

Los elementos de proceso son los componentes de las RN donde se realizan todos o la mayor parte de los cálculos. Estos son también conocidos bajo el nombre de nodos o neuronas.

En la figura 3-3 se muestra el esquema de una neurona típica.

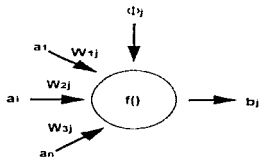


Figura 3-3. Esquema de una Neurona Típica

Las señales de entrada llegan del entorno exterior o de las salidas de otras neuronas y forman un vector de entradas $A = (a_1, \dots, a_i, \dots, a_n)$, donde a_i es el nivel de actividad de la neurona i -ésima o una entrada. Asociado con cada par de neuronas interconectadas existe un valor ajustable llamado peso. El conjunto de pesos asociados a las entradas de la neurona j -ésima, forman un vector $W_j = (w_{1j}, \dots, w_{ij}, \dots, w_{nj})$, donde w_{ij} representa la fuerza de conexión entre la neurona a_i y la b_j . Algunas veces existe un parámetro adicional ϕ_j modulado por el peso w_{0j} asociado con el conjunto de entradas. La función de este término es ser utilizado como umbral mínimo a superar por la neurona para su activación. Los pesos w_j , los valores de las neuronas A , y el posible parámetro ϕ_j , son utilizados para determinar el valor de salida b_j . Este cálculo se realiza por lo general mediante el producto escalar del vector A por el vector W_j restando el valor del umbral, y aplicando al resultado la función $f()$

$$b_j = f(A \cdot W_j - w_{0j} \phi_j)$$

Procesamiento de Lenguajes Naturales.

El Procesamiento de Lenguajes Naturales (PLN) se refiere a la comunicación con una computadora mediante un lenguaje natural en vez de utilizar comandos, sintaxis o menús especiales. Los programas basados en IA permiten a la computadora entender y producir lenguaje natural. Mediante el PLN es mucho más fácil comunicarse con la computadora. El PLN también puede ser aplicado como una herramienta de productividad

en diferentes tipos de aplicaciones, que van desde realizar un resumen de noticias hasta la traducción de un lenguaje a otro.

El PLN es actualmente la aplicación más grande de la IA después de los Sistemas Expertos.

Todo lo que a continuación se exponga, da por hecho que la introducción de las frases es mediante el teclado de una computadora.

Actualmente, se utilizan principalmente dos métodos para el PLN:

- La Búsqueda de Palabras Clave³
- El Análisis Sintáctico y Semántico

Búsqueda de Palabras Clave.

Los primeros sistemas de PLN utilizaron la Búsqueda de Palabras Clave, en este método el programa de PLN busca en la frase proporcionada palabras clave o frases clave. Una vez que se reconoce a una de estas el programa responde con una respuesta específica y predeterminada.

Análisis Sintáctico y Semántico.

Otro enfoque que se ha dado al problema de PLN es desarrollar un análisis detallado de la sintaxis⁴ y la semántica⁵ de la frase que se proporciona, de esta manera se puede determinar con precisión el significado y la estructura de la frase de entrada.

Los sistemas que llevan a cabo este análisis no son muy poderosos ya que existen demasiadas palabras y muchos posibles significados así como un número gigantesco de formas de expresar una misma idea.

No obstante lo anterior, los Sistemas de Análisis Sintáctico y Semántico proporcionan mejores resultados que los Sistemas de Búsqueda de Palabras Clave, sobre todo si los primeros se restringen a un dominio en particular, por ejemplo las finanzas.

Aplicaciones.

Los Sistemas de PLN han sido utilizados en diferentes áreas, las más importantes son las interfaces de PL, traducción de un idioma a otro, análisis gramatical y manejo de documentos.

Reconocimiento y Comprensión de Voz.

El propósito de Reconocimiento y Comprensión de Voz (RCV) es hacer posible la comunicación hablada entre las computadoras y las personas.

³ El término en inglés para este método es *Keyword Search*

⁴Sintaxis: Manera en la que las palabras se unen para formar enunciados

⁵Semántica: Significado del lenguaje. Relación entre las palabra y los enunciados.

El Reconocimiento de Voz (RV) es el proceso mediante el cual la computadora reconoce la voz humana. Cuando un sistema de RV es combinado con un Sistema de Procesamiento de Lenguaje Natural el resultado es un sistema que no solo reconoce la voz humana sino que la entiende

La principal ventaja de un sistema de este tipo es que libera las manos y los ojos del usuario para que este pueda realizar otras tareas.

Aplicaciones.

Algunas líneas aéreas utilizan sistemas controlados por voz para ordenar el equipaje según su destino. El encargado coloca el equipaje sobre una banda y proporciona el destino mediante un micrófono, entonces el equipaje es enrutado al lugar correcto mediante otra banda.

El control de inventarios es otra buena aplicación ya que las personas que lo realizan deben tener las manos y los ojos libres a fin de manipular los objetos

que se están inventariando. La voz permite que los objetos sean identificados y contados oralmente lo que ahorra una considerable cantidad de tiempo en captura mediante teclado.

Otra aplicación importante del reconocimiento de voz son los sistemas militares, por ejemplo el control de armas. Si se contara con sistemas de reconocimiento de voz lo suficientemente confiables, los pilotos podrían controlar los complejos instrumentos de los aviones de guerra actuales mediante órdenes habladas en vez de volar con un copiloto.

El reconocimiento de voz se puede utilizar para hacer dictados. Esta aplicación es útil en el caso de un radiólogo que debe examinar cientos de placas y posteriormente proporcionar sus conclusiones. Mediante un sistema de dictado se ahorraría todo el tiempo invertido en teclear y sería más productivo al enfocar toda su atención en el diagnóstico en vez de teclear. En general, el reconocimiento de voz es ideal para situaciones en las que normalmente se utiliza la voz en vez de un teclado, por ejemplo, hacer reservaciones, cancelaciones o consultas en un hotel o en una línea aérea.

El reconocimiento de voz también hace accesibles las bases de datos mediante el teléfono, ya que solo sería necesario llamar a la base de datos y preguntar por la información que se necesite, la cual sería proporcionada a través del teléfono utilizando un sintetizador de voz.

Capítulo IV

Sistemas Expertos

- Definición.
- Antecedentes
- Características
- Arquitectura
- Herramientas de Desarrollo.
- Multimedia
- Intelimedia.
- Arquitectura de un Sistema Experto Multimedia.

Definición.

El concepto de los Sistemas Expertos (SE) apareció en el año de 1970 cuando los investigadores de IA abandonaron o pospusieron la búsqueda de máquinas inteligentes y se enfocaron a resolver problemas del mundo real. De esta manera, los SE son una de las primeras aplicaciones de la IA.

En forma general, un SE esta basado en un extenso cuerpo de conocimiento sobre una área específica. En general, este conocimiento está organizado como una colección de reglas específicas que permiten al sistema obtener conclusiones a partir de ciertas premisas.

En forma más simple, se puede decir que un SE es un programa de computadora que intenta simular el comportamiento de un experto humano en una cierta área del conocimiento.

Antecedentes.

Los SE han sido un campo ampliamente investigado dentro del dominio de la IA, y han existido diversos desarrollos, cada uno de los cuales aportó importantes avances para los subsecuentes. A continuación se describen algunos de los trabajos más relevantes.

Dendral.

DENDRAL es un sistema que infiere estructuras moleculares a partir de información proporcionada por una espectrografía de masa. Este proyecto fue desarrollado a partir de 1965 y es importante porque origino la idea fundamental de los SE, la Ingeniería del Conocimiento.

DENDRAL codifica el conocimiento heurístico¹ de los expertos químicos en forma de reglas que controlan la búsqueda para encontrar la estructura molecular, haciendo posible obtener una respuesta satisfactoria en corto tiempo. DENDRAL también introduce el concepto de control de búsqueda dirigido por datos. Las reglas son capaces de inferir restricciones en la estructura molecular, lo cual reduce la búsqueda.

Mycin.

Este sistema proporciona consejos para el diagnóstico y la terapia de enfermedades infecciosas. El conocimiento de MYCIN esta representado en términos de reglas de producción que incorporan ciertos factores, los cuales facilitan el razonamiento probabilístico. Este sistema utiliza encadenamiento hacia atrás.

¹ De acuerdo a Marvin Minski, la heurística es cualquier método o truco utilizado para mejorar la eficiencia de un programa que resuelve un problema.

Cadecus.

Este es un sistema de consulta médica que trata de hacer diagnósticos en el área de la medicina interna. El programa presenta una ejecución cercana a la de un experto humano en un 85%, por lo que su base de conocimiento es una de las más grandes en cualquier SE. El problema del diagnóstico es complejo ya que el paciente por lo general presenta más de una enfermedad, lo que hace que el número posible de combinaciones sea enorme. Por esta razón, el conocimiento de este sistema está representado en forma de árbol, lo que hace que el programa razone de manera dinámica.

La estrategia que el sistema utiliza para dar un resultado en un lapso de tiempo razonable es construir modelos de enfermedades conforme avanza en el diagnóstico, para después recortar el árbol de enfermedades en áreas que correspondan a los síntomas del paciente. Este sistema combina razonamiento dirigido por datos y por hipótesis. En un principio, los datos que proporciona el paciente son utilizados para predecir hipótesis y, estas son usadas para predecir otras manifestaciones que deben ser confirmadas o utilizadas para cambiar la hipótesis.

Prospector.

Este sistema tiene una estructura similar a la de MYCIN y proporciona consejos para encontrar yacimientos minerales a partir de datos geológicos. El conocimiento está representado en forma de redes. El sistema contiene un Módulo de Adquisición de Conocimiento (MAC) que facilita la adquisición de todo tipo de conocimiento. El MAC pide datos de forma continua al usuario hasta que todas las partes de la nueva estructura están completas. Este proceso es dirigido por una gramática externa que puede ser cambiada sin demasiada dificultad, lo que hace a Prospector y a su módulo MAC fáciles de modificar conforme el primero evoluciona.

Características.

Algunas de las características más importantes de un SE son las siguientes:

- Un SE está limitado a una sola área del conocimiento. Debido a que el conocimiento es tan vasto es imposible tener dominio sobre todas sus áreas, por lo que es indispensable que los SE se enfoquen a una sola área del conocimiento, a fin de lograr la mayor consistencia posible en sus procesos deductivos.
- Debe de ser capaz de razonar con datos poco precisos. En la vida real, los hechos que se presentan tienen cierto grado de incertidumbre, por lo que es necesario que los SE sean capaces de interpretar datos con estas características.
- Debe ser capaz de explicar su proceso de razonamiento de forma comprensible. Debido a que algunos casos los SE tienen explicaciones en situaciones de alto riesgo (como el control de derrames en una planta de productos químicos), o en situaciones en las que está en juego la vida de una persona (por ejemplo en los SE en los que se decide el mejor tratamiento para

una enfermedad, o SE de primeros auxilios), es indispensable que el SE que se usa sea capaz de dar una justificación de la recomendación o conclusión a la que ha llegado, ya que la mayoría de los usuarios querrieran saber porqué se da esa recomendación en particular y no otra. Además, esto puede ayudar al usuario a comprender los procesos de razonamiento de un humano, y con el tiempo puede llegar a ser capaz de obtener conclusiones tan válidas como las del mismo experto.

- El conocimiento no se encuentra codificado de manera fija en los procesos deductivos. En vista de que el conocimiento se encuentra en un proceso de constante evolución y mejora, los SE deben ser capaces de cambiar o actualizar el conocimiento que contienen a fin de reflejar estos cambios en sus conclusiones, sin embargo, debe ser posible incorporar estos cambios de manera relativamente sencilla sin tener que modificar de manera significativa al SE.
- Está diseñado para crecer constantemente. Al tiempo que el conocimiento se actualiza, también aparecen nuevos conceptos, y por esta misma razón es necesario que el SE pueda incorporar los avances en su área de manera sencilla y sin necesidad de hacer grandes modificaciones en su estructura.
- Proporciona consejos como resultados finales. El propósito fundamental de un SE es solucionar un problema que requeriría de la presencia de un humano para resolverlo, por lo que una característica de gran importancia es que el resultado que proporcione sean consejos o patrones de conducta que conduzcan la solución al problema que se presentó.

Arquitectura.

Las partes esenciales de un SE son:

- Máquina de Inferencia.
- Base de Conocimiento.
- Reglas.
- Módulo de Adquisición.
- Interfaz Explicatoria.

Máquina de Inferencia.

La inferencia es el proceso de desplegar la evidencia a fin de llegar a nuevas conclusiones. Un mecanismo de inferencia consiste de métodos de búsqueda y razonamiento que permiten al sistema encontrar soluciones, y si es necesario, proporcionar justificación de sus respuestas. Hay dos estrategias de razonamiento: encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia adelante involucra trabajar hacia adelante a partir de la evidencia (o síntomas) hacia las conclusiones (o diagnósticos). En un sistema basado en reglas, esto significa relacionar las condiciones IF con los hechos, posiblemente en un

orden predeterminado. El encadenamiento hacia adelante es fácil de programar y es aplicable en casos en los cuales todos los datos van a ser seleccionados.

El encadenamiento hacia atrás trabaja a partir de una hipótesis y hacia una evidencia. El sistema escoge una hipótesis y busca datos para aceptarla o refutarla. Puede ser programado de manera recursiva, y por lo general conduce a un diálogo más natural en los sistemas de tipo consulta.

En la práctica, la mayoría de los sistemas utilizan una mezcla de ambos tipos de encadenamiento.

Base de Conocimiento.

La base de conocimiento almacena información sobre el dominio para el que se desarrolló el SE, sin embargo, la información en una base de conocimiento no es una colección pasiva de registros y campos como en una base de datos convencional. Por el contrario, contiene una representación simbólica de las reglas de juicio y de la experiencia del expertos organizada de tal manera que permite a la máquina de inferencia realizar deducciones lógicas basadas en la base de conocimiento.

Los dos problemas principales al desarrollar una base de conocimiento son la representación del conocimiento y la adquisición del mismo.

El problema de la representación del conocimiento se refiere a la decisión de cómo codificar el conocimiento de tal manera que la computadora lo pueda utilizar. En general, se deben representar los siguientes elementos:

- Términos del dominio: El vocabulario utilizado por los expertos.
- Relaciones estructurales: Las interconexiones de las entidades que lo componen.
- Relaciones causales: Las relaciones causa efecto entre los componentes.

El trabajo principal del ingeniero del conocimiento es seleccionar los medios adecuados para almacenar dicha información simbólicamente. Se han desarrollado cuatro métodos principalmente:

Reglas.

El método más común de representar el conocimiento en los SE son las reglas de producción. Las reglas son condiciones específicas constituidas por dos partes que contienen pequeña cantidad de conocimiento.

Las dos partes de una reglas son una premisa y una conclusión, o un antecedente y una consecuencia. La primera parte de la regla establece una situación o premisa, y la segunda parte indica una acción o una conclusión. Estas reglas son fáciles de entender y utilizar y la mayor parte de los campos del conocimiento se representan fácilmente mediante este formato.

una enfermedad, o SE de primeros auxilios), es indispensable que el SE que se usa sea capaz de dar una justificación de la recomendación o conclusión a la que ha llegado, ya que la mayoría de los usuarios querrian saber porqué se da esa recomendación en particular y no otra. Además, esto puede ayudar al usuario a comprender los procesos de razonamiento de un humano, y con el tiempo puede llegar a ser capaz de obtener conclusiones tan válidas como las del mismo experto.

- El conocimiento no se encuentra codificado de manera fija en los procesos deductivos. En vista de que el conocimiento se encuentra en un proceso de constante evolución y mejora, los SE deben ser capaces de cambiar o actualizar el conocimiento que contienen a fin reflejar estos cambios en sus conclusiones, sin embargo, debe ser posible incorporar estos cambios de manera relativamente sencilla sin tener que modificar de manera significativa al SE.
- Está diseñado para crecer constantemente. Al tiempo que el conocimiento se actualiza, también aparecen nuevos conceptos, y por esta misma razón es necesario que el SE pueda incorporar los avances en su área de manera sencilla y sin necesidad de hacer grandes modificaciones en su estructura.
- Proporciona consejos como resultados finales. El propósito fundamental de un SE es solucionar un problema que necesitaría de la presencia de un humano para resolverlo, por lo que una característica de gran importancia es que el resultado que proporcione sean consejos o patrones de conducta que conduzcan la solución al problema que se presentó.

Arquitectura.

Las partes esenciales de un SE son:

- Máquina de Inferencia.
- Base de Conocimiento.
- Reglas.
- Módulo de Adquisición.
- Interfaz Explicatoria.

Máquina de Inferencia.

La inferencia es el proceso de desplegar la evidencia a fin de llegar a nuevas conclusiones. Un mecanismo de inferencia consiste de métodos de búsqueda y razonamiento que permiten al sistema encontrar soluciones, y si es necesario, proporcionar justificación de sus respuestas. Hay dos estrategias de razonamiento: encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás.

El encadenamiento hacia adelante involucra trabajar hacia adelante a partir de la evidencia (o síntomas) hacia las conclusiones (o diagnósticos). En un sistema basado en reglas, esto significa relacionar las condiciones IF con los hechos, posiblemente en un

orden predeterminado. El encadenamiento hacia adelante es fácil de programar y es aplicable en casos en los cuales todos los datos van a ser seleccionados.

El encadenamiento hacia atrás trabaja a partir de una hipótesis y hacia una evidencia. El sistema escoge una hipótesis y busca datos para aceptarla o refutarla. Puede ser programado de manera recursiva, y por lo general conduce a un diálogo más natural en los sistemas de tipo consulta.

En la práctica, la mayoría de los sistemas utilizan una mezcla de ambos tipos de encadenamiento.

Base de Conocimiento.

La base de conocimiento almacena información sobre el dominio para el que se desarrolló el SE, sin embargo, la información en una base de conocimiento no es una colección pasiva de registros y campos como en una base de datos convencional. Por el contrario, contiene una representación simbólica de las reglas de juicio y de la experiencia del experto organizada de tal manera que permite a la máquina de inferencia realizar deducciones lógicas basadas en la base de conocimiento.

Los dos problemas principales al desarrollar una base de conocimiento son la representación del conocimiento y la adquisición del mismo.

El problema de la representación del conocimiento se refiere a la decisión de cómo codificar el conocimiento de tal manera que la computadora lo pueda utilizar. En general, se deben representar los siguientes elementos:

- Términos del dominio: El vocabulario utilizado por los expertos.
- Relaciones estructurales: Las interconexiones de las entidades que lo componen.
- Relaciones causales: Las relaciones causa efecto entre los componentes.

El trabajo principal del ingeniero del conocimiento es seleccionar los medios adecuados para almacenar dicha información simbólicamente. Se han desarrollado cuatro métodos principalmente:

Reglas.

El método más común de representar el conocimiento en los SE son las reglas de producción. Las reglas son condiciones específicas constituidas por dos partes que contienen pequeña cantidad de conocimiento.

Las dos partes de una reglas son una premisa y una conclusión, o un antecedente y una consecuencia. La primera parte de la regla establece una situación o premisa, y la segunda parte indica una acción o una conclusión. Estas reglas son fáciles de entender y utilizar y la mayor parte de los campos del conocimiento se representan fácilmente mediante este formato.

Debido a que cada regla representa una pequeña cantidad del conocimiento, se necesita una gran cantidad de ellas para representar el conocimiento de un dominio determinado.

La ventaja principal de las reglas es que facilitan la creación, modificación y mantenimiento de la base de conocimiento, dado que el conocimiento se encuentra modularizado.

Modulo de Adquisición.

La adquisición de conocimiento es uno de los principales cuellos de botella en el desarrollo de SE, ya que en la práctica los expertos obtienen sus conclusiones en base a razonamientos y procesos subconscientes difíciles de explicar.

Se ha trabajado mucho en el desarrollo de herramientas de software que permitan al SE deducir su propio conocimiento a partir de ejemplos preclasificados.

Incluso si el sistema no es capaz de realizar todo el trabajo por sí mismo, es útil si puede refinar su base de conocimiento durante un periodo de aprendizaje o durante su uso.

Interfaz Explicatoria.

Una de las características importantes que deben estar presentes en un SE es que sea capaz de justificar sus conclusiones en caso de que esto sea requerido. Esto es importante ya que en los casos en los que se juega con la vida y la muerte o las ganancias y las pérdidas es esencial que el sistema sea capaz de explicar su razonamiento.

Herramientas de Desarrollo.

En general, un SE puede ser desarrollado utilizando cualquiera de los lenguajes de programación en prácticamente cualquier computadora. Sin embargo, actualmente existen herramientas de software que facilitan enormemente el desarrollo de un SE. Dentro de esta categoría se incluyen a los lenguajes de programación con Inteligencia Artificial, y programas especialmente diseñados para ayudar al desarrollo de SE llamados Shells.

Lenguajes Convencionales.

Los SE han sido desarrollados utilizando casi cualquier lenguaje de programación importante, tales como Fortran, Basic, Pascal, C, etc.

Una de las necesidades más importantes a ser cubierta durante el desarrollo de un SE es la velocidad de procesamiento debido a que los procesos de búsqueda y relacionamiento de patrones son lentos, y la herramienta de desarrollo debe ser capaz de realizarlos de manera eficiente. Por ejemplo, los intérpretes tales como Basic no son adecuados ya que son lentos y no son apropiados para programas largos. Los compiladores tales como Pascal, Fortran y C son mucho mejores ya que crean un código más eficiente y rápido.

Si se utiliza un lenguaje de programación convencional todas y cada una de las partes del SE deben ser desarrolladas por separado, es decir, se debe desarrollar un formato para la base de conocimiento, las estrategias de control para la máquina de inferencia deben ser determinadas y programadas, etc., lo anterior representa un reto muy grande, incluso para programadores experimentados

Shells.

Los Shells de SE son colecciones de programas que permiten al usuario crear un SE sin utilizar un lenguaje de programación. Es debido a estas nuevas herramientas que el desarrollo y uso de un SE haya tenido tanta expansión recientemente.

Un Shell de SE es un SE completamente implementado, pero sin la base de conocimiento. El Shell contiene una máquina de inferencia, una interfaz de usuario y una interfaz explicatoria y tiene, por lo general una forma fácil de proporcionarle el conocimiento.

Los Shells para SE surgen de las primeras investigaciones realizadas en el campo de los SE. El SE MYCIN fue el precursor de estos, pues a máquina de inferencia y otros programas estaban separados de la base de conocimiento, de tal manera que la base de conocimiento médico pudiera ser removida y reemplazada por alguna otra en otro campo del conocimiento.

Los Shells para SE se encuentran disponibles para la mayoría de las plataformas de desarrollo, así como para minicomputadoras y mainframes.

Las características de los Shells se enumeran a continuación

Entorno Operativo.

Esto se refiere a tipo de computadora y sistema operativo en los cuales puede funcionar el shell. Esos datos deben ser proporcionados por el fabricante, y se debe de incluir, además, lista de productos adicionales que se requieren, tipo de unidades de disco, memoria RAM necesaria, espacio en disco duro, etc.

Tipo de Shell.

En la descripción del Shell se indicará si se trata de uno basado en reglas o de inducción. Esto es importante, ya que cada tipo permite diferentes formas de representación del conocimiento. Los basados en reglas, por ejemplo, representan el conocimiento por medio de marcos de referencia y redes semánticas.

Lenguaje del Shell.

Este aspecto se refiere al lenguaje de programación mediante el cual está implementado el shell. La mayoría de estos están desarrollados en Pascal o C.

Sistema de Control.

El sistema de control se refiere al método de búsqueda usado por la máquina de inferencia. La mayoría de los shells utilizan encadenamiento hacia atrás o hacia adelante, aunque actualmente la mayoría incorpora ambos tipos de encadenamiento.

La estrategia de control se refiere a la manera en la que se maneja la incertidumbre. La mayoría de los sistemas basados en reglas utilizan factores de certidumbre, aunque existen algunos que utilizan lógica difusa.

Conectividad

Una característica de gran importancia es la capacidad del shell de intercambiar datos con otros productos de software, tales como hojas de cálculo, o bases de datos.

Interfaz con el Usuario

La interfaz con el usuario representa todo el proceso de comunicación entre el usuario y la máquina, y es por esto que resulta de gran importancia que el shell tenga capacidad de implementar presentaciones agradables y sencillas para el usuario final.

Level Five Object (L5o).

Level Five Object (L5o) es un shell orientado a objetos para desarrollo de SE que funciona bajo ambiente Windows 3.x. La versión más reciente es la versión v3.6.1. L5o es desarrollado por la compañía Information Builders, utilizando lenguaje C como herramienta de implementación.

Algunas de las características más importantes de L5o son:

- Ambiente de desarrollo completamente orientado a objetos
- Implementa manejo de bases de datos orientado a objetos mediante ODBC².
- Las clases del sistema ya construidas permiten un rápido desarrollo aplicaciones y prototipos ya que proporcionan una gran variedad de herramientas lógicas y objetos.
- Se trata de un shell que utiliza reglas del formato If-Then
- Incorpora ambiente de programación visual.
- Contiene un generador automático de código
- Permite múltiples estrategias de inferencia con encadenamiento hacia adelante y hacia atrás.
- Permite el manejo de incertidumbre sobre los datos que se proporcionan.
- El ambiente de depuración es de tipo simbólico
- La versión 3.6.1 incorpora los *Add on Packs*, que son una colección de objetos que permiten, entre otras funciones, incorporar audio, realizar funciones complejas con fechas como puede ser la administración de proyectos, incorporar ayuda con formato de Windows, etc.
- El lenguaje de programación de L5o se llama *Production Rule Language (PRL)*, y es posible importar código de programas escrito en PRL.
- L5o incorpora conectividad con las siguientes plataformas:
 - PC: Focus, Dbase, Lotus, SQL server, ASCII
 - Macintosh: Foxbase, dBase/Mac, HyperCard.
 - Unix: Focus, Oracle
 - IBM Mainframe: Focus, DB2, SQL/DS, VSAM

² ODBC son las siglas en inglés de la arquitectura para Conectividad Abierta a Bases de Datos u *Open Database Connectivity*. Esta arquitectura se explica en el Apéndice.

Además, L5o incluye capacidad de comunicación con prácticamente cualquier programa que corra bajo Windows v3 x, ya que incorpora el protocolo de comunicaciones DDE (Dynamic Data Exchange) como una clase del sistema. La limitante que presenta esta versión es que solo puede funcionar en modo de cliente

- L5o proporciona portabilidad entre diferentes plataformas:
 - MS-DOS, OS/DOS
 - Macintosh
 - IBM Mainframe. MVS y VM
 - DEC/VAX-VMS
 - Unix

Multimedia.

Definición.

La Multimedia (MM) se refiere a programas de software que utilizan más de un método para transmitir información al usuario, por ejemplo texto y sonido. Recientemente, MM significa más que la integración de texto y gráficas, ahora implica sonido, video e imágenes animadas. Utilizar esta tecnología en una PC implica ver ventanas que contienen de manera simultánea texto, imágenes fijas, imágenes en movimiento y audio. La MM mejora la experiencia de la enseñanza al involucrar a varios sentidos a la vez.

Hipermedia.

La Hipermedia (HM) se define como un tipo de sistema de información MM que liga dos o más tipos de datos de una manera asociativa y no lineal a través de una aplicación. La HM se caracteriza por:

- Contener varias estructuras de información en donde los nexos son evidentes.
- Ser un tipo de MM. y
- Permitir que la información sea ligada por asociación.

Componentes de la MM.

Texto

El texto es la forma básica de comunicarse con el usuario y es siempre utilizado en las aplicaciones MM.

Imágenes.

Se refiere a imágenes fijas, tales como una fotografía o una gráfica. Es una manera muy poderosa de ilustrar la información.

Animación.

Se refiere a imágenes en movimiento o videos. Este elemento es aún más poderoso que la imagen fija y es especialmente útil para explicar conceptos que involucran movimiento.

Sonido.

El sonido refuerza substancialmente el entendimiento de la información que se presenta de otra forma. Por ejemplo, el sonido puede enfatizar aspectos de un video o de

una animación ya que nos permite prestar atención a las imágenes sin distraernos en leer. Además, a veces es imposible explicar algunos conceptos sin la ayuda del sonido, por ejemplo, el rugido de un león, por lo que la incorporación del sonido nos permite transmitir información que no se podría transmitir de otra manera

Vínculos Interactivos.

Una parte integral de la MM es su naturaleza interactiva. Los vínculos Interactivos relacionan los objetos que se presentan al usuario con alguna acción, que puede ser explicativa, reproducir algún video o sonido, etc. Estos vínculos Interactivos en conjunto con la información a la que hacen referencia son conocidos como hipermedia. Además, estos vínculos permiten al usuario tener acceso a la información de manera no lineal.

Tipos de Datos Multimedia.

Sonido.

Como parte del sonido, se pueden almacenar datos que contengan voz, música o cualquier otro tipo de sonido. Existen dos tipos diferentes de archivos de sonido: los que almacenan la información en forma de onda y son conocidos como archivos *wav* (de *wave*, onda), y los que utilizan un formato diferente y son conocidos como *MIDI* (*MIDI*, *Musical Instrument Digital Interfaz* = Interfaz Digital para Instrumentos Musicales).

Archivos *.wav*.

Un archivo de forma de onda almacena la información necesaria para reconstruir la forma de onda que produce un sonido dado. Debido al volumen de información almacenado, los archivos de forma de onda son grandes, sin embargo, el sonido que almacenan se escucha de manera muy similar en diferentes tipos de equipo, la única diferencia es la calidad del sonido.

Archivos *no .wav*.

Los archivos *MIDI* almacenan instrucciones en vez de formas de onda. Los archivos *MIDI*, por lo general, almacenan solamente música. Debido al tipo de datos que almacena este tipo de archivos, no es posible reproducirlos utilizando la bocina de la computadora, es necesario contar con un sintetizador³, ya sea una tarjeta de audio que soporte *MIDI* o una tarjeta que se comunique con un sintetizador externo.

Imagen Fija.

Los actuales equipos de cómputo nos permiten presentar imágenes con una calidad sorprendente, baste mencionar que actualmente es posible presentar más de 16 millones de colores. Además, una imagen es mucho más descriptiva que varias hojas de texto, y presenta todos los detalles importantes sin necesidad de mayores explicaciones. Hay varias maneras de obtener imágenes: imágenes de *clip-art*, imágenes obtenidas mediante *scanner*, imágenes de distribución gratuita o imágenes realizadas por uno mismo.

En todos los casos anteriores, las imágenes pueden estar almacenadas en diferentes formatos, los cuales se listan a continuación:

³ Sintetizador: Dispositivo que puede responder a comandos *MIDI* y crear sonidos.

PCX

Este formato ya tiene tiempo de estar en el mercado, pero ya es poco común. Se han hecho varios cambios a él, agregando más colores y mayores resoluciones. No es uno de los formatos soportados por default en Windows.

TIFF (Tagged Image File Format)

Este formato es bastante común en aplicaciones de *desktop publishing* y casi todos los paquetes lo soportan. Las versiones más recientes de este formato incluyen compresión de imágenes.

BMP (Bitmap)

Este formato apareció con Windows 3.0. Es un formato sin compresión, por lo que no es muy útil para imágenes de alta resolución.

DIB (Device Independent Bitmap)

Este es otro formato específico de Windows. Este formato es similar al bmp.

GIF (Graphics Interchange Format)

Se trata de un formato comprimido que fue desarrollado para su uso en CompuServe. La mayoría de las imágenes disponibles en CompuServe están en este formato.

EPS (Encapsulated Postscript File)

El origen de este formato se encuentra en la industria editorial. Almacena las imágenes utilizando código Postscript. El propósito de este formato es lograr que se impriman imágenes en equipo que utiliza Postscript.

WMF (Windows Meta File)

Este es un formato asociado con Windows, y no es muy común. Se trata de un formato vectorial⁴.

TGA (Tarqa)

Este fue el primer formato popular para imágenes de 24 bits. El nombre viene de la tarjeta de video Targa, que fue la primera tarjeta de color real.

HPGL (Hewlett Packard Graphics Language)

Este formato es utilizado por los plotter que fabrica Hewlett Packard, aunque actualmente existen emulaciones para otros dispositivos.

JPEG (Joint Graphics Experts Group)

Este es un formato de reciente creación diseñado por la Organización Internacional de Estándares (ISO) para obtener una máxima compresión. JPEG utiliza un tipo de compresión llamado *Lossy Compression* el cual pierde algunos datos al realizar la

⁴ Actualmente existen dos maneras de almacenar imágenes: los formatos de píxeles y de vectores. En los formatos de píxeles cada uno de estos tiene cualidades (por ejemplo, color y brillo) asociadas con él, por lo que entre más grande es una imagen, el archivo es más grande. Las imágenes vectoriales no están compuestas de píxeles, están formadas por instrucciones usadas para reconstruir los objetos que forman a la imagen. Por ejemplo, un círculo está descrito en términos de centro, radio y grueso de línea.

compresión de la imagen, pero se supone que estos datos no son fácilmente notables por el ojo humano. Mediante la utilización de este algoritmo de compresión es posible obtener ratios de compresión de hasta 80:1. A fin de facilitar la implementación de este estándar, algunos fabricantes ya están desarrollando chips JPEG.

Video

Las imágenes de video como las que se ven en la televisión se conocen en inglés como *full-motion video*. Esta señal es analógica y en los E.U.A., Canadá, México y el resto de los países latinoamericanos la señal televisiva sigue el estándar NTSC (National Television Standard Committee).

Para obtener un verdadero video *full motion*, se deben desplegar 30 cuadros por segundos (fps). Si tomamos en cuenta que cada cuadro requiere de 720 KB, tenemos que un solo segundo de video consume un poco menos de 22 MB, un minuto casi 1.3 GB de información, y una hora casi 78 GiBytes!!!!. Consideremos ahora que la capacidad de un CD-ROM es de 630M, a una velocidad de transferencia de 150 KB/s. por lo que en teoría solo sería capaz de almacenar 30 segundos de video y se tardaría alrededor de 5 segundos en desplegar un solo cuadro.

Por las razones anteriores, se han desarrollado diferentes tecnologías para compresión de video con las cuales se ahorra espacio de almacenamiento, se incrementa la velocidad de acceso y son además, la única manera de obtener video digital de buena calidad. Todas las técnicas de compresión toman ventaja de la redundancia digital de una imagen de video, en la cual se transmite la misma información de manera repetida. Puede haber redundancia entre los píxeles de una pantalla en donde los píxeles adyacentes tienen el mismo color. Cuando hay movimiento, es muy probable que solo suceda en una pequeña parte de la pantalla, por lo que también se da una redundancia considerable entre cuadros adyacentes.

Otra oportunidad que se presenta para compresión es que no es necesario presentar más de lo que el usuario pueda ver. Un ejemplo de esto es la retención de colores del ojo humano, lo que se traduce en que no es necesario proporcionar valores diferentes de color para cada píxel de la imagen.

Las técnicas de compresión tienen cinco categorías, las cuales se conocen como simple, interpolativa, predictiva, codificación con transformaciones y codificación estadística. Es posible utilizar más de una técnica en la misma imagen para tomar ventaja de todas las redundancias.

La compresión de video se mide por cuatro criterios básicos: ratio de compresión, calidad de la imagen, velocidades de compresión y descompresión y el hardware y software necesarios para obtenerlos.

El hardware de compresión y descompresión solo es necesario para el desarrollo de las aplicaciones, ya que los usuarios finales solo necesitan descomprimir datos.

Compresión Fractal

Las técnicas de compresión fractal dimensional (fractales) son capaces de alcanzar ratios de compresión de hasta 10,000:1. Esto es posible ya que los fractales tienen un contenido de información muy pequeño y se pueden especificar como expresiones relativamente simples. La compresión fractal se obtiene a través de funciones matemáticas que describen una secuencia de transformaciones de una imagen, y que cuando se aplica de manera repetida, convergen en un fractal único.

Los algoritmos de compresión fractal pueden implementarse mediante software o microchips, y cuando se aplican a un CD-ROM normal, este puede almacenar hasta 7 horas de video *full motion*. Un ejemplo de un sistema de compresión fractal que ya se encuentra en el mercado es el Sistema P OEM que puede alcanzar rangos de compresión de 2,456:1 y proporcionar imágenes de diferentes tamaños y resoluciones.

MPEG (Moving Graphics Experts Group)

La ISO desarrolló el estándar MPEG para compresión de video digital. Este estándar ya ha sido adoptado por IBM, JVC, Phillips, Sony y otros fabricantes. El algoritmo MPEG permite la compresión de varios cuadros al grabar únicamente las diferencias de un cuadro a otro. Utiliza una técnica de compresión conocida como Transformada Discreta del Coseno, la cual utiliza un algoritmo matemático muy complejo para eliminar los datos redundantes en secciones cuadradas de píxeles.

Intel Digital Video Interleaved (DVI)

Este formato proporciona video *full motion* y audio de alta calidad en forma comprimida en CD-ROM's. IBM adoptó al DVI como su estándar para desplegar video en su plataforma IBM Ultimedia. DVI se basa en un chip específico de Intel por lo que se trata de un formato propietario.

La técnica de compresión que utiliza es similar a la de MPEG. El método de compresión de Intel se llama RTV 2.0 (Real Time Video) y se incorpora en el software AVK (Kernel de Audio y Video) de su línea de productos DVI.

DVI proporciona diferentes niveles en la calidad del video y audio comprimidos, pero si se requiere de video de alta resolución con audio de alta calidad la compresión llega a tomar tanto tiempo y llega a ser tan compleja que debe ser realizada por supercomputadoras especiales.

Microsoft Audio Video Interleaved (AVI)

El formato AVI es un una estructura especial de archivos comprimidos diseñada para permitir que se reproduzca video con sonido sincronizado a partir de CD-ROM's. La información de video y de audio se encuentra intercalada (alternada en bloques) en el CD-ROM para minimizar el tiempo de espera que se tendría si se tuvieran tracks diferentes para el video y el audio. De manera similar al DVI, el formato AVI guarda solo las diferencias entre cuadros sucesivos. La velocidad de transferencia de los CD-ROM's limita el tamaño de la imagen a una de 160 x 120 píxeles máximo.

Apple QuickTime.

El formato QuickTime utiliza técnicas de compresión y descompresión mediante software, pero puede usarse en combinación con dispositivos de hardware para incrementar el desempeño. QuickTime es el método oficial de Apple para desplegar animaciones y video en las computadoras Macintosh, por lo que se ha convertido en un estándar MM *de facto*.

Commodore CDTV.

Los CD-ROM's con este formato utilizan una versión propietaria de los formatos CD+Graphics y CD-MIDI, y solo pueden ser leídos por el reproductor CD-10000 CDTV de Commodore, el cual se basa en el hardware de las computadoras Amiga.

H 261 o PX64.

En diciembre de 1990 el Comité Consultivo para Teléfonos y Telégrafos Internacionales (CCITT) adoptó como estándar internacional de compresión de video para la transmisión de imágenes a través de redes digitales a velocidades de 64 KBps a 2.048 KBps al que se conoce como H 261 o px64. La implementación de este estándar permite la interoperatividad de los sistemas de video conferencia de diferentes vendedores. Este estándar se basa en el algoritmo DTC, que también se utiliza en los estándares JPEG y MPEG.

Plataformas Multimedia.

Existen actualmente varias plataformas en las que se pueden correr aplicaciones MM, cada una de las cuales hace uso de estándares de compresión, pero utilizan diferente tipo de hardware y de sistema operativo. Además, estos últimos no son compatibles entre diferentes plataformas. Un ejemplo de estas plataformas son Apple Macintosh, Commodore Amiga, Philips CD-I, Intel DVI, IBM, Computadoras NeXT y PC's con Windows y CD-ROM. Estas plataformas son incompatibles entre sí, y una aplicación que se desarrolla en una de ellas no puede ser utilizada en otra.

Debido a lo anterior, los fabricantes de software y hardware para MM formaron la *Interactive Multimedia Association* (IMA), cuya meta es establecer estándares de software y hardware que sean aceptados por todas las partes involucradas. Actualmente, IMA busca desarrollar aplicaciones que sean compatibles con múltiples plataformas MM. El primer problema que se identificó fue el problema de la incompatibilidad y la inconsistencia entre aplicaciones y hardware; otro aspecto de importancia que tomó IMA fue el problema de intercambio de datos (video, sonido, etc.) entre diferentes plataformas. Inicialmente IMA está trabajando en estándares para sistemas basados en DOS, OS/2, Macintosh y Unix.

Plataforma PC Multimedia (MPC).

Uno de los primeros resultados de esta asociación fue el desarrollo de la plataforma Multimedia PC (MPC), desarrollada por Microsoft y respaldada por IMA.

El estándar MPC fue establecido por Microsoft, y fue adoptado por AT&T, CompuAdd, Creative Labs, Fujitsu, Headland Technology, NEC, etc.

Este estándar se estableció inicialmente como una configuración 80286 a 10 MHz, pero se vio que esta capacidad era bastante limitada, por lo que a principios de 1992 se hizo un *upgrade* de este estándar a un sistema 80386SX a 16 MHz. Este estándar se detalla en la Tabla 6-1

CPU	16 MHz 80386SX
Memoria	2 MB
Almacenamiento	Disco duro de 40 MB Unidad de disco de 1 44 MB CD-ROM con Audio digital
Video	VGA
Audio	Subsistema de audio digital MIDI-in/MIDI-out
Software	DOS v5.0 Windows con Multimedia extensions ⁵

Tabla 6-1. Especificaciones Mínimas Plataforma MPC

Plataforma Integrada IBM Ultimedia

La plataforma de IBM, Ultimedia, es mucho más poderosa que el estándar MPC. Aunque se encuentra basada en la plataforma OS/2, es capaz de correr software para MPC siempre y cuando se cambie el sistema operativo a DOS v5.0 y Windows. Las características principales de esta plataforma se muestran en la Tabla 6-1.

Aunque la plataforma IBM Ultimedia es lo suficientemente poderosa para cumplir con las especificaciones MPC, IBM no garantiza que todo el software MPC pueda correr en ella, ni tampoco acepta el estándar MPC, ya que considera que es demasiado limitado para realizar aplicaciones serias. Las características de esta plataforma se describen en la Tabla 6-2.

⁵ Microsoft desarrolló las Multimedia Extensions (MME) para Windows para proporcionar a MS-DOS y Windows una mayor capacidad MM. Las MME proporcionan una interfaz a nivel de sistema para realizar animaciones, controlar dispositivos, reproducir archivos MIDI y proporcionar audio CD. Los desarrolladores solo tienen contacto con la capa a nivel de sistema, la cual se comunica con el hardware y las rutinas de bajo nivel que lo controlan. Las MME también incluyen utilitarias para el usuario final, tales como una reloj de alarma, un panel de control extendido, un controlador para reproducir CDs, una grabadora de sonido, etc.

Las MME son la base de la plataforma MPC y se utilizan también en la plataforma IBM Ultimedia

CPU	20 MHz, 386 SLC
Memoria	4 MB
Almacenamiento	Disco duro de 80 MB, SCSI Unidad de disco de 2.88 MB CD-ROM XA, compatible con DVI
Video	XGA
Audio	Muestreo de 16 bits MIDI-out Compresión y descompresión ADPCM de 16 bits CD-ROM XA
Software	DCS v5.0 OS/2 v2.0 Windows con Multimedia extensions

Tabla 6-2. Especificaciones Mínimas Plataforma IBM PS/2 Ultimedia

Plataforma Intel DVI

DVI es la marca de la familia de procesadores i750 cuyo propósito es comprimir y descomprimir video en tiempo real a una tasa de 30 fps. La ventaja del DVI es que es programable, lo que permite el uso de diferentes algoritmos de compresión tales como el JPEG y en MPEG.

El esquema de compresión DVI permite compresiones de hasta 160:1, lo que significa que se pueden almacenar hasta 72 min de video *full-screen* en solo un CD-ROM. Además, permite a los usuarios manipular el video, y tiene capacidades de ser conectado en red.

Los productos DVI son vendidos bajo la marca ActionMedia 750. En el futuro, Intel planea desarrollar productos i750 que incluyan los algoritmos de compresión JPEG, MPEG y CCITT. Las especificaciones mínimas de esta plataforma se muestran en la Tabla 6-3.

CPU	25 MHz 386, 64 MB cache
Memoria	4 MB
Almacenamiento	Disco duro de 40 MB, SCSI Unidad de disco de 1.2 MB CD-ROM
Video	VGA Tarjeta digitalizadora ActionMedia 750 Tarjeta de Despliega ActionMedia 750 2 MB VRAM
Audio	Muestreo de 14 bits Tasa de muestreo variable.

Software	DOS v4.0 o v5.0 Sistema para soporte de video OS/2 1.3 o v2.0 Windows 3x.
----------	--

Tabla 6-3. Especificaciones Mínimas Plataforma Intel DVI

Plataforma Macintosh.

Algunas personas consideran a Macintosh como la plataforma MM original debido a que su arquitectura incluye Interfaz de Usuario Gráfica (GUI), chip para audio interconstruido y soporte mediante hardware para la coordinación de imágenes y sonido. Macintosh no fue diseñada originalmente como una plataforma MM, pero incluso los modelos más simples proporcionan los elementos para desarrollar aplicaciones MM.

Macintosh tiene a un grupo llamado *Media Integration Group* (Grupo de Integración de Medios) cuya tarea es diseñar la arquitectura que haga que sea más fácil construir y usar aplicaciones MM. Uno de los productos desarrollados por este grupo es QuickTime.

QuickTime apareció en los sistemas operativos System 6.0 y 7.0. Su función es manejar formatos MM, compresión y dispositivos periféricos. Se trata de una arquitectura para integración dinámica de medios. Permite capturar video en tiempo real, comprimiéndolo de acuerdo al estándar JPEG, también ofrece una variedad amplia de tamaños de ventanas, velocidades de reproducción y anchos de banda que permite a los usuarios desarrollar aplicaciones de acuerdo a sus necesidades. En la Tabla 6-4 se muestran las especificaciones mínimas para esta plataforma.

CPU	Macintosh II Family (68030)
Memoria	5 MB RAM
Almacenamiento	Disco duro de 100 MB Unidad de disco de 1.44 MB CD-ROM compatible con Macintosh
Video	Monitor Apple RGB: <ul style="list-style-type: none"> • Radius • Raster Ops • SuperMac
Audio	Capacidad para procesamiento de sonido interconstruida Interfaz MIDI
Software	Sistema 6.0 y 7.0 Hypercard QuickTime

Tabla 6-4. Especificaciones Mínimas Plataforma Macintosh

Plataforma Amiga.

La computadora commodore Amiga fue diseñada en 1985 para integrar tecnologías de computadoras y de video. Proporciona capacidades gráficas interconstruidas, audio, multitareas y procesamiento avanzado. La plataforma Amiga 3000 esta diseñada para producir senales de video RGB analógicas y digitales comparables a la señal de video NTSC. Agregando algunos productos, es posible hacer que Amiga sea compatible con MS-DOS, OS/2 y Macintosh.

Otra plataforma Amiga, la Commodore Dynamic Total Vision, incluye un CD-ROM que es capaz de reproducir CR-ROM's, audio CD, Gráficas CD y MIDI CD. Está diseñada para competir con los productos CD-I. Las características de esta plataforma se presentan en la Tabla 6-5

Otra plataforma Amiga, la Commodore Dynamic Total Vision, incluye un CD-ROM que es capaz de reproducir CR-ROM's, audio CD, Gráficas CD y MIDI CD. Está diseñada para competir con los productos CD-I. Las características de esta plataforma se presentan en la Tabla 6-5

CPU	16 MHz, 32 bits, Motorola MC 68030
Memoria	1 MB RAM
Almacenamiento	Disco duro de 40 MB Unidad de disco de 1,22 MB
Video	RGB con salidas analógicas y digitales Monitor VGA
Audio	Sonido estereo interconstruido Dispositivo convertidor de voz en texto (en inglés)
Software	AmigaDOS 2.0 Emuladores para MS-DOS, OS/2 y Macintosh

Tabla 6-5. Especificaciones Minimas Plataforma Amiga 3000

Plataforma CD-I.

Phillips desarrolló en conjunto con Sony y Matsushita la plataforma CD-I de acuerdo a un estándar conocido como el *Libro Verde*⁶. Esta plataforma se encuentra basada en el procesador Motorola 68000 y un sistema operativo propietario. CD-I es una especificación publicada, por lo que varios fabricantes desarrollan productos que cumplen con este estándar.

La plataforma CD-I permite la integración de datos, gráficas, audio y video en el mismo disco. La plataforma CD 1910 CD-I es capaz de reproducir todos los CD's de 3.5

⁶ En este estándar especifica a un sistema operativo llamado CD-RTOS y la organización del disco. Permite que datos y audio comprimido se encuentren intercalados en el mismo track.

pulgadas, es decir, Photo CD, CD+Graphics, CD's de audio y discos CD-I. Sin embargo, las plataformas de desarrollo son caras y los sistemas de authoring son bastante limitados.

Plataforma NeXT Multimedia.

Algunas personas consideran a las estaciones de trabajo NeXT Cube como las primeras computadoras MM. Se basa en el procesador Motorola 68040 a 25 MHz, con por lo menos 8 MB de memoria y video, audio y CD-ROM interconstruidos. Debido a que es un sistema basado en Unix, es posible desarrollar sistemas más robustos.

Sistemas de Authoring.

El desarrollo de una aplicación MM interactiva presenta un problema de integración a nivel de software: el desarrollador debe estar preparado para combinar diferentes tipos de datos, tales como texto, gráficas, animación, sonido y video de manera transparente y de manera tal que la secuencia de la presentación pueda ser escogida aleatoriamente de acuerdo a la interacción que tenga con el usuario final.

Como se puede apreciar, el software es el factor más crítico para manipular e integrar elementos MM. Los sistemas de Authoring son herramientas de software de alto nivel que permiten a los creadores de aplicaciones MM concentrarse en el diseño del sistema, y manejar de manera automática muchas funciones de integración.

Se han desarrollado diferentes herramientas de authoring, entre las cuales se cuentan sistemas de authoring, shells para authoring, hipermedia, procesadores lineales, lenguajes de authoring y lenguajes de programación de propósito general. Las ventajas y desventajas de estos sistemas se describen brevemente en la Tabla 6-6.

Un sistema de authoring es un conjunto de rutinas y utilerías de software integradas con una interfaz muy amigable del tipo GUI y capacidad de manejar automáticamente diferentes tipos de entradas de datos, tanto analógicas como digitales. La posibilidad que ofrecen de manipular texto es comparable a la de algunos procesadores, muchos incluyen capacidad para hacer gráficas y para realizar animaciones, las cuales también pueden compararse con paquetes especialmente diseñados para tales propósitos.

Los sistemas de authoring cuentan con la posibilidad de manejar video y audio en combinación con las correspondientes tarjetas de video y de audio, las cuales pueden proporcionar compresión y variar la velocidad de los elementos que manejan. También incluyen funciones para establecer condiciones, establecer ramificación e interactividad con el usuario, etc.

Herramienta	Ventajas y limitaciones
Sistemas de Authoring	Herramienta de alto nivel con ramificación sofisticado que proporciona gran flexibilidad en el diseño y elimina la programación.
Shell para Authoring	Programa para presentaciones predeterminadas que requiere identificar el tipo de datos que se va a usar, así como su contenido. No tiene gran flexibilidad pero puede ser utilizado como una herramienta de bajo costo para desarrollar prototipos.
Hipermedia	Concepto simple y poderoso cuyo origen esta en el hipertexto. No es útil para incorporar características de MM sofisticadas.
Procesadores Lineales	Enfoque específico para crear aplicaciones interactivas con videodisco controladas por funciones de tiempo. Requiere la creación de todo el contenido MM por separado.
Lenguaje de Authoring	Proporciona un conjunto de comandos específicos para la creación de aplicaciones MM y es extremadamente flexible. Requiere de habilidad para programar y puede no ser completamente compatible con algunos sistemas operativos.
Lenguajes de Programación	Flexibilidad ilimitada de diseño y la mejor eficiencia para la implementación, pero requiere de habilidades considerables para programación, y tener la habilidad de transmitir los conceptos de diseño al grupo de desarrollo. Los cambios grandes pueden involucrar la reprogramación de varios módulos, por lo que este enfoque es poco atractivo desde el punto de vista de costos.

Tabla 6-6. Herramientas de Authoring.

Características de un Sistema de Authoring.

Un sistema de authoring contiene por lo general una interfaz de usuario bastante amigable, interfaz internas para aceptar la entrada de diferentes tipos de datos, posibilidades de importar y exportar texto y gráficas, herramientas para dibujar, hacer animaciones y manipulaciones de video, varias funciones de interactividad, etc. De hecho, se pueden contar más de 60 características deseables en un sistema de este tipo, pero casi ningún producto las incluye a todas.

Por lo que se puede apreciar, un sistema de authoring es un producto de software muy complejo que por lo general requiere de una capacidad de almacenamiento de varios megabytes y de una plataforma para desarrollo bastante rápida.

En la Tabla 6-7 se muestra una breve descripción de cada una de las características deseables en un sistema de authoring.

Característica	Descripción
Interfaz de usuario	WYSWYG, GUI, Diagramas de flujo integrados, Menús
Interfaz para entradas externas	Videodiscos, VCR, CD-ROM, Cámara digital, Casette de audio, Tarjeta sintetizadora de audio, Digitalizador de video, Tarjeta para video, Sintonizador de TV
Opciones para manipulación de texto	Importación de archivos ASCII, diferentes estilos, fuentes, búsqueda de palabras, párrafos, pantallas de alta resolución.
Opciones graficas	Primitivas, dibujo a mano libre, dibujo basado en vectores, cambio de escala, rotación, sobreposición de texto, cortado y pegado, librerías de imágenes (<i>clip art</i>), edición de colores, importación de imágenes con diferentes formatos, captura de pantallas.
Características de animación	2-D, 3-D, efectos de transición, animaciones externas.
Opciones de audio	Sonidos de computadora, fuentes analógicas, fuentes digitales, interfaz MIDI, tarjeta digitalizadora de audio, edición digitalizada de audio, síntesis de voz
Opciones de video	Video <i>full-screen</i> , ventanas de video, búsqueda en videodiscos aleatoria, múltiples entradas de video, sobreposición de video y gráficas
Funciones del sistema	Ramificación, tiempo límite, block de notas, calculadora, creación de aplicaciones con runtime, herramientas de edición/depuración, mantenimiento de bases de datos gráficas, botones de navegación, variables, ayuda, impresión, documentación, ligas externas.
Controles para el usuario final	Teclado, mouse, pantalla sensible al tacto, light pen, trackball, joystick, reconocimiento de voz

Tabla 6-7. Características Deseables en un Sistema de Authoring.

Aplicaciones.

La incorporación de MM a la vida cotidiana a traído consigo un sin número de aplicaciones para esta tecnología, algunas de las cuales se comentan a continuación:

Educación y Entrenamiento.

Una de las mejores aplicaciones de la MM es la educación, ya que es extremadamente útil para atraer la atención de los estudiantes y es muy versátil para introducir y explicar nuevos conceptos e ideas. Mediante la utilización de la MM el usuario puede acceder a la información que sea de su interés de manera inmediata.

Por otro lado, la flexibilidad en la manera de presentar la información hace que aquellos usuarios que estén más avanzados puedan saltar de inmediato a estos conceptos, mientras que los principiantes puedan repasar cuantas veces necesiten y al ritmo que mejor les convenga los conceptos básicos.

De la misma manera en que la MM es útil en la educación, también es útil en la para el entrenamiento de personal. Actualmente muchas compañías han desarrollado aplicaciones MM sobre políticas, procesos de manufactura, etc. El Entrenamiento Asistido por Computadora (CAT, *Computer Aided Training*) tiene muchas ventajas: no tiene horarios rígidos, permite que el empleado interrumpa su entrenamiento si es necesario realizar otras tareas y continuar en cuanto le sea posible. La misma aplicación puede servir para niveles básicos, intermedios o avanzados. Se puede proporcionar entrenamiento de la misma calidad aún en los lugares más remotos.

Mercadotecnia y Ventas.

Debido a que la MM es tan efectiva para comunicar información, muchas compañías han encontrado que es una poderosa herramienta de mercadotecnia. Por ejemplo, una compañía de bienes raíces puede desarrollar una aplicación en la que se muestren a los clientes las propiedades que pueden comprar. Aunque la misma información se puede presentar en papel, la MM presenta la ventaja de que proporciona acceso aleatorio e instantáneo, y es posible filtrar la información para que el cliente vea solo lo que le interese.

Otra área en la que la MM es útil, es para proporcionar información en lugares desatendidos o mediante kioscos, por ejemplo en aeropuertos, exhibiciones, tiendas, hoteles, etc. Este tipo de aplicaciones tienen que ser de uso intuitivo y fácil, y deben de proporcionar la información de manera concreta y específica.

Acceso a la Información.

La MM proporciona una manera muy efectiva de distribuir información masivamente, de manera cómoda y rápida. Además, proporciona diferentes formas de buscar la información. Actualmente existen enciclopedias, diccionarios, directorios, etc. en forma de CD-ROM.

Intelimedia.

La integración de los SE y los Sistemas Multimediales tiene el potencial de resolver muchos problemas que aún no han podido serlo, ya que la unión de estas tecnologías proporciona interfaces de usuario inteligentes, sensitivas al contexto y proporciona acceso inteligente a la información. Estas aplicaciones se hacen inteligentes mediante la incrustación de la capacidad de razonamiento que tiene un SE en una aplicación MM.

En la figura 4-1 se muestran diferentes niveles de integración que puede tener la IA y la MM.

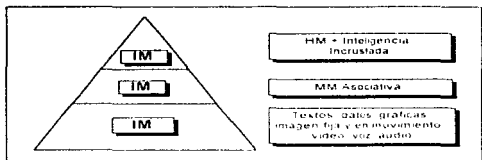


Figura 4-1. Jerarquía de la Robustez de los Sistemas con Integración de medios

Ventajas de la Integración.

Aunque tanto los SE como la MM se utilizan para transferir conocimiento, cada una de estas tecnologías lo hace desde perspectivas diferentes. Los SE proporcionan consejos a los usuarios a partir del conocimiento que tienen almacenado, mientras que la MM proporciona una presentación mejorada del conocimiento. De esta manera, estas tecnologías tienen el potencial de complementarse una a la otra y superar las limitaciones que presentan por separado.

Los beneficios que ofrece la integración dependen del tipo y orientación del sistema con el que se esté tratando.

Las tendencias actuales de integración son:

- SE soportados por SMM,
- SMM soportados por SE, y
- Sistemas Complementarios

Estos modelos de arquitectura se muestran en la figura 4-2.

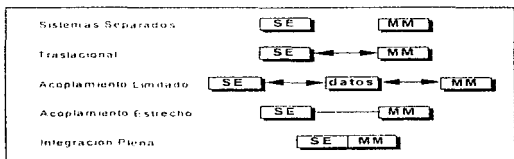


Figura 4-2. Modelos de Arquitectura del Software

A continuación se explican brevemente los niveles de integración que se pueden lograr entre estas dos plataformas.

Sistemas Separados (Standalone).

En este caso se trata de dos aplicaciones desarrolladas por separado y que corren de manera independiente, una de estas aplicaciones es un SE y la otra un Sistema Multimedia (SMM). Este enfoque esta dejando de ser utilizado, aunque todavía existen algunos desarrollos de este tipo.

La figura 4-3 identifica varios modelos de SMM y SE separados. Las formas 3a y 3b ilustran el uso independiente de SE y SMM. Estos sistemas eran desarrollados en el pasado. La forma 3c es traslacional.

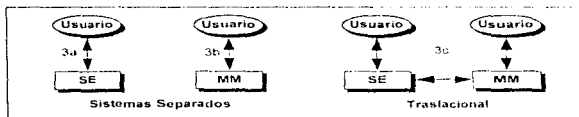


Figura 4-3. Fase 1, Sistemas Separados.

Las ventajas de esta plataforma incluyen la disponibilidad de herramientas de desarrollo en el mercado, facilidad y velocidad de desarrollo. Las desventajas son la falta de integración entre el SE y el SMM, necesidad de doble mantenimiento y falta de sinergia.

Traslacional.

El nivel traslacional es una variación del desarrollo y uso por separado de SE y SMM. Bajo este esquema una aplicación se desarrolla utilizando una herramienta y posteriormente es migrada a otra. Las ventajas de este esquema incluyen la disponibilidad de herramientas en el mercado para su desarrollo, facilidad y velocidad de desarrollo y mantenimiento. Las desventajas son la redundancia en el desarrollo y la posibilidad de que la migración no sea posible así como una sinergia limitada.

Acoplamiento Limitado (Loose Coupling).

Este esquema se refiere a una aplicación que ha sido descompuesta en módulos de SE y SMM separados. La comunicación intermodular es a través de un archivo de datos de enlace. Durante su uso, el SE utiliza algún medio para exportar datos a una base de datos externa que es utilizada por el SMM para la adquisición de datos; o el SE toma datos del SMM para utilizarlos en la base de conocimiento. Este es el estado actual del desarrollo de sistemas híbridos.

La integración de la MM de la figura 4-4 representa el estado actual del desarrollo de estos sistemas. En la figura 4a el SE llama a programas ejecutables externos. Esta forma de integración permite el acceso a varios tipos de medios a la vez.

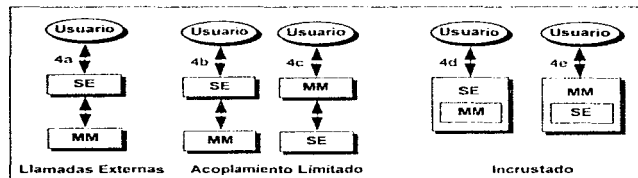


Figura 4-4. Fase 2, Integración de Multimedia

Los modelos acoplamiento limitado de las formas 4b y 4c permiten el dominio de una de las dos tecnologías. En estos diseños el concepto de llamadas externas permite el paso de datos de forma bidireccional.

Las formas 4d y 4e representan diseños incrustados que resultan en una integración más transparente de la MM y los SE que lo que se puede obtener mediante llamadas externas.

Las ventajas de este enfoque incluyen una sinergia mejorada y facilidad de uso debido a que existen herramientas en el mercado, simplicidad de desarrollo y poco mantenimiento. Las desventajas son un pobre desempeño debido al constante intercambio de datos entre los sistemas, propagación de errores y mantenimiento complicado.

Acoplamiento Estrecho (Tight Coupling).

Esta arquitectura consiste en módulos ligados, pero separados. La aplicación está descompuesta en módulos independientes. La descomposición modular elimina la dependencia en archivos intermedios y proporciona una integración transparente. La comunicación intermodular se lleva a cabo mediante paso directo de parámetros o de datos. Este enfoque es especialmente práctico cuando un pequeño conjunto de SE se requiere.

Integración de la MM.

Los modelos de integración que ligan dos o más medios de manera asociativa en el mediano plazo se muestran en la figura 4-5. Las formas 5a y 5b representan los modelos de acoplamiento estrecho. Estos sistemas toman las ventajas de los lazos integrados en los sistemas HM. Se supone que esta es la tendencia en el mediano plazo.

La forma 5c representa a la integración complementaria. En estos sistemas cada tecnología realiza una tarea independiente y no presenta resultados al otro sistema.

La forma 5d es otra posibilidad de diseño en el mediano plazo. Se trata de un híbrido que combina las características de los diseños incrustados (5d y 5e) tight coupling (5a y 5b) y la integración complementaria (5c) en un contexto HM.

Las ventajas de este nivel de integración son una notable mejora en el desempeño de la aplicación y la posibilidad de desarrollar sistemas medianamente robustos. Entre las desventajas se encuentran la falta de herramientas para su desarrollo en el mercado y procesamiento de datos y parámetros redundante.

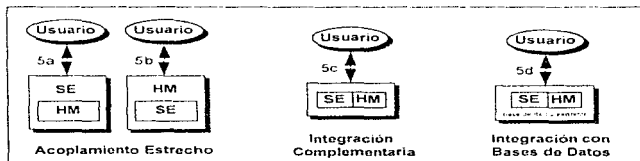


Figura 4-5. Fase 3, Integración de Hipermedia

Integración Plena.

En la integración plena ambos sistemas están ligados integralmente. Los elementos del SE y del SMM trabajan al unisono, comparten representaciones de datos y de conocimiento, ofrecen comunicación a través de su estructura dual y permiten realizar razonamiento cooperativo. Con esta arquitectura el intercambio interactivo entre los sistemas ocurre en tiempo real y de manera transparente. Esta arquitectura representa la máxima integración posible entre ambas plataformas y se conoce como Sistemas Intelimidia (SIM). En el largo plazo, los sistemas híbridos serán de este tipo.

Los SIM son sistemas en los que se integra completamente el conocimiento y la HM a través del uso de inteligencia incrustada. Estos sistemas permiten acceso distribuido y multiusuario a todas las formas de MM y poseen asociación y lazos inteligentes y sin restricción entre los elementos.

La integración en el futuro de la IM tiene varias características:

- Permite al programador y a los usuarios compartir diferentes tipos de representación del conocimiento y de la información.
- Ofrecen comunicación vía la naturaleza dual de sus estructuras y.
- Soportan completamente al desarrollo cooperativo.

La forma 6a de la figura 4-6 es un modelo completamente integrado que permite la integración total de manera autónoma e independiente. Otro modelo de integración (6b) soporta interfaces directas a una base de datos inteligente. La forma 6c representa un modelo ideal que proporciona al desarrollador y al usuario un amplio rango de funciones. Este sistema incluye un sistema de reconocimiento de lenguaje natural y una interfaz de realidad virtual.

Las ventajas son un excelente desempeño, la posibilidad de desarrollar sistemas robustos y no existe redundancia en el procesamiento de parámetros o de datos. Las desventajas son que requieren de programadores muy experimentados y capacitados a fin de obtener estos niveles de integración, además de que es necesario tener un modelo completamente desarrollado antes de comenzar el desarrollo del sistema, otras desventajas incluyen aspectos de especificaciones y diseño un gran tiempo de desarrollo, falta de herramientas comerciales y una gran complejidad en su mantenimiento.



Figura 4-6. Fase 4, Integración de Intelimedia.

Aplicaciones de la IM.

Las aplicaciones de la IM son Sistemas Tutoriales Inteligentes, Simulación y Entrenamiento, Desarrollo de Recursos Humanos, Manejo de Inventarios, Control de Calidad y otros.

Aspectos de la Infraestructura para la Integración de SE y MM.

El principal reto en la integración de SE con la tecnología MM es entender los requerimientos nuevos y especializados que los nuevos tipos de datos requieren en los procesos que se pretende que realicen. Los medios de representación adecuados para los datos que las nuevas aplicaciones necesitan son un nuevo requerimiento en el diseño de una arquitectura para integrar SE y tecnología MM.

Almacenamiento.

Los MM requieren de gran capacidad de almacenamiento. El razonamiento sobre datos MM utilizará varios componentes de datos, de aquí que los SIM se beneficiarán de tecnologías de almacenamiento eficiente, de tal manera que cuando se requiera de algún

dato, todos los datos relacionados con este sean recuperados en el mínimo de accesos al disco.

Recuperación.

La categorización o clasificación de datos es muy importante para su recuperación. Las técnicas de recuperación de datos generalmente utilizan árboles de clasificación, así que cuando la recuperación de información se realiza mediante árboles se conoce como basada en clasificación.

La recuperación basada en clasificación para datos MM debe utilizar lógica difusa debido a que este tipo de datos es muy rico en su contenido de información, por lo que cada objeto de este tipo puede tener varias clasificaciones.

Análisis.

El análisis se refiere al proceso utilizado para identificar y extraer los atributos relevantes de un conjunto de datos MM. El análisis se incluye bajo una perspectiva infraestructural debido a que afecta a la categorización de forma significativa. Diferentes objetos MM requerirá de diferentes herramientas analíticas.

Síntesis.

La mayoría de los SE actuales utilizan letras, números o graficas para presentar sus conclusiones. Con la tecnología MM se podrán desarrollar SE que tomen datos de diferentes tipos, aplicarán razonamiento y después sintetizarán una salida que puede ser muy diferente a los tipos de datos proporcionados.

Arquitectura de un SE Multimedia.

En la figura 4-7 muestra la posible arquitectura de un SE Multimedia. Esta arquitectura aun no es desarrollada plenamente ya que representa enormes retos tecnológicos, como pueden ser capacidad de almacenamiento, velocidad de acceso, velocidad de procesamiento, comunicación entre diferentes bases de datos distribuidas geográficamente, etc.

Máquina de Inferencia.

La máquina de inferencia para un SE Multimedia (SEMM) deberá ser capaz de manejar bases de conocimiento que contengan diferentes tipos de datos. Algunos de estos datos serán números, otros serán patrones y muchos más serán no numéricos. El conocimiento sobre datos MM contendrá además ambigüedades (Eg.: información incompleta, vaguedad, etc.). Debido a que la máquina de inferencia deberá ser sensitiva a diferentes tipos de contexto, incertidumbre y medios, estará formada de un conjunto de procesos de razonamiento. La primera parte maneja al conocimiento que se encuentra en forma de patrones, la segunda parte manejará al conocimiento que se encuentra en forma de reglas y la tercera parte será un manejador de excepciones que será capaz de tratar con conocimiento no numérico. El proceso de razonamiento en los tres niveles deberá proporcionar además el manejo de incertidumbre.

La primera capa de la máquina de inferencia utilizará redes neuronales. Contendrá un conjunto de máquinas de entrenamiento basadas en redes neuronales. Los usuarios deberán decidir el tipo de red neuronal que mejor se aplique a un problema específico e invocar el tipo deseado de máquina de entrenamiento.

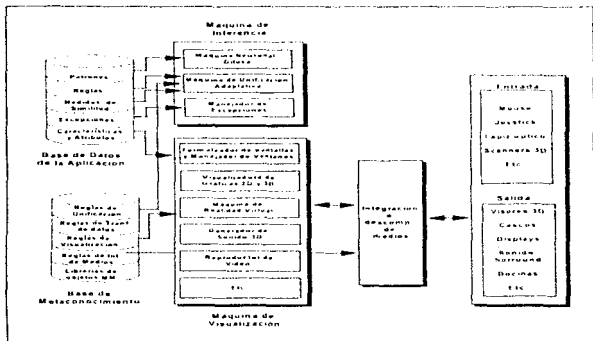


Figura 7. Arquitectura de un SE para aplicaciones Multimedia

La segunda capa de la máquina de inferencia manejará reglas. Estas reglas pueden ser utilizadas tanto para razonar como para proporcionar explicaciones y utilizarán un proceso de unificación con incertidumbre.

El manejador de excepciones es útil cuando el proceso de razonamiento involucra cálculos no numéricos, además manejará las excepciones que no fueron procesadas en las dos capas anteriores. Esta capa puede ser utilizada para manejar nuevas evidencias y razonamientos que hayan surgido después de haber entrenado a la red neuronal de la primera capa. Cuando se acumula suficiente material como excepción se puede iniciar un nuevo entrenamiento de la primera capa y desechar las evidencias que se encuentran en la tercera.

Dado que es muy probable que la base de conocimiento para aplicaciones MM sea incompleta y contenga diferentes niveles de incertidumbre la máquina de inferencia no se detendrá en la primera unificación ya que este primer resultado puede ser difuso, por lo que la máquina de inferencia presentará un rango de unificaciones al usuario.

Las tres capas de la máquina de inferencia pueden correr en cascada o en paralelo, dependiendo del tipo de aplicación y de plataforma, aunque no es estrictamente necesario que las tres capas de la máquina de inferencia estén presentes en todos los sistemas de este tipo.

Base de Metaconocimiento.

La base de metaconocimiento almacena conocimiento que es común para todas las aplicaciones. Esta contendrá por lo menos los siguientes componentes

Reglas de Unificación.

Este módulo contendrá reglas que correspondan a diferentes tipos de medios, incertidumbre y contexto. también contendrá reglas sobre el tipo de inferencia que se debe usar dependiendo del la existencia de incertidumbre o no. Esta sección también contendrá diferentes estrategias para la resolución de conflictos entre diferentes expertos.

Reglas de transformación de datos.

Habrà diferentes tipos de transformación de datos, por ejemplo, transformación analógica-digital. También se almacenarán aquí algoritmos para la extracción de características que se utilicen en el análisis .

Reglas de Visualización.

Estas también pueden ser llamadas reglas cognitivas para la presentación de la interfaz de usuario. Este bloque contendrá módulos de usuario, módulos de discurso y reglas que relacionan estos módulos con diferentes contextos. El módulo de usuario serán utilizados para decidir el tipo de vocabulario que puede ser usado para el discurso. El modelo de tareas asistirá en la adecuada selección del diseño de la interfaz de usuario.

Reglas de Integración de Medios.

La tecnología multimedia tiene componentes sonoros y visuales. Las reglas de integración de medios son reglas que definirán la sincronización espacial y temporal de diferentes tipos de datos. La sincronización temporal contendrá reglas para el diseño de videoclips (sincronización de video y audio), secuencias de animación, etc. Las reglas de sincronización espacial contendrán reglas para la organización en pantalla de la salida presentada al usuario.

Librería de Elementos MM.

Este depósito consistirá de varias colecciones de objetos multimedia que puedan ser combinados fácilmente para propósitos de representación.

Base de Conocimiento de Aplicación.

Esta parte del sistema contiene conocimiento que es específico para una aplicación. Este elemento contendrá la siguiente información, específica para una aplicación:

Patrones

Estos son patrones de decisión exhibidos por un experto y están representados en una red neuronal como sus nodos de entrada y salida. Los nodos de entrada representarán diferentes características requeridas para tomar una decisión. Los patrones necesitan ser separados de las reglas debido a que pueden ser alimentados en una red neuronal directamente.

Reglas

Habrà varios tipos de reglas almacenadas en la base de conocimiento de la aplicacion

- El primer grupo es para representar la semantica de una aplicacion
- Un segundo grupo representará la culturización
- Un tercer grupo capturarà la jerarquización de características
- Otro grupo representará la personalización
- El quinto grupo será para la síntesis
- Un sexto grupo se utilizará para almacenar eventos o hechos relacionados.

Este contendrá conocimiento sobre la resolución (niveles de comprensión permitidos) y la granularidad (el más bajo nivel de detalle) hasta el cual se deben almacenar los datos de la aplicación. También contendrán reglas para localizar las características a fin de facilitar la lectura del disco y llevar a cabo recuperación adelantada de datos

Medidas de Similitud

Una medida de similitud para una característica define el rango en el cual una muestra de la característica puede ser considerada similar a la muestra de referencia de la misma característica.

Excepciones

Las excepciones contendrán el conocimiento de la aplicación que será utilizado por el manejador de excepciones de la máquina de inferencia.

Características/Atributos/Hechos

Estos son los datos o hechos que corresponden a una aplicación.

Máquina de Visualización

Este módulo contendrá submódulos para el procesamiento de la interfaz entre el usuario y la máquina. Estos subcomponentes serán tanto para entrada como para salida y habrá uno para cada tipo de dato. Estos no son dispositivos de entrada/salida sino utilerías, tales como controladores, interfaces de usuario, máquinas de construcción, compresión y descompresión, editores gráficos, etc. Cuando se visualizan elementos individuales, estos son pasados al integrador de medios para formar una presentación compuesta

La máquina de visualización tomará las conclusiones de SE y aplicará diferentes tipos de reglas de visualización (sensibilidad al usuario, modelos de tarea y discurso, contexto) para preparar una presentación adecuada a los usuarios. En el caso de datos proporcionados por el usuario, será responsable de dirigir estas a la base de conocimiento de la aplicación y a la máquina de inferencia. Cuando la información se deba almacenar, aplicará varias reglas de comprensión, almacenamiento, etc. tal y como lo especifica la base de conocimiento. La máquina de visualización también contendrá los drivers y otras utilerías requeridos por los dispositivos de entrada/salida.

Integrador/Descompositor de Medios.

Este módulo tiene dos funciones. Primero tomara los diferentes medios que corresponden a las conclusiones a las que llega el SE y aplicara reglas de sincronización espacial y temporal. Su segunda función es tomar a un objeto de entrada multimedia y descomponerlo de acuerdo a las reglas de transformación almacenadas en la base de metaconocimiento

Interfaz de Entrada/Salida.

Estos son en realidad los dispositivos de entrada/salida. Estos incluirán guantes, cascos montados en la cabeza y cualquier otro tipo de dispositivo que permita al usuario interactuar dentro del sistema.

Capítulo V

Desarrollo de un Sistema Experto Multimedia para Diagnóstico Epidemiológico de Paludismo

- Sistema Experto Multimedia para Diagnóstico Epidemiológico de Paludismo.
- Módulo de Diagnóstico.
- Módulo de Rastreo Epidemiológico.

Objetivo.

El propósito del Sistema Experto Multimedia para Diagnóstico Epidemiológico de Paludismo (SEMDEP) es diagnosticar los casos de Paludismo que se presenten en una comunidad, y hacer el rastreo epidemiológico de estos casos a fin de evitar que la enfermedad se propague dentro y fuera de la comunidad.

SEMDEP consta de dos módulos:

- Módulo de diagnóstico
- Módulo de rastreo epidemiológico

Módulo de Diagnóstico.

El propósito de este módulo es identificar cuando en una comunidad se presenten efectivamente casos de Paludismo, así como indicar las acciones necesarias para lograr el restablecimiento del paciente, o en algunos casos, proporcionar sugerencias sobre los pasos a seguir para obtener un mejor diagnóstico.

Este módulo utiliza encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás e incertidumbre para realizar la inferencia.

En forma general, este módulo recaba datos sobre cuatro aspectos de los antecedentes del paciente:

- Presencia de Síndrome febril.
- Factores de riesgo a que ha estado expuesto el paciente
- Resultado de la exploración física que se realizó al paciente
- Resultados de los exámenes sanguíneos que se hayan realizado al paciente.

La estrategia que se utiliza es recabar datos siguiendo el árbol que dicta la agenda, y cuando se llega a alguna de las metas se dispara un proceso de inferencia que pondera la incertidumbre de cada uno de los antecedentes que se hayan obtenido. En algunos casos, se obtienen antecedentes que disparan *demons* que detienen la inferencia en curso o disparan otra inferencia, por lo que en algunas ocasiones no se llega necesariamente a alguna de las metas establecidas en la agenda.

En la figura 5-1 se muestra la estructura general de SEMDEP.

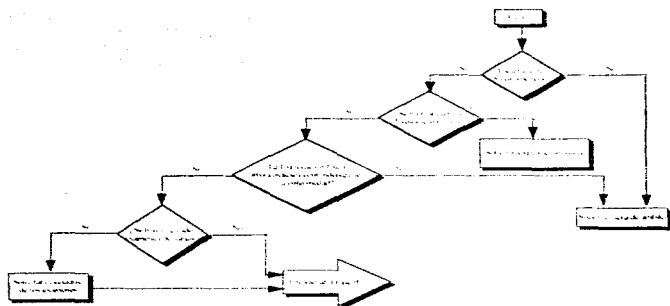


Figura 5-1. Estructura del Módulo I de SEMDEP

Agenda.

La estructura de la agenda es la siguiente:

1. S Febil OF Metas
 - 1.1. Antecedentes personales ok OF Metas
 - 1.1.1. Examen físico OF Metas
 - 1.1.1.1 Resultado exploración física OF Metas
 - 1.1.1.1.1 Se han realizado análisis OF Resultado de los análisis
 - 1.1.1.1.1.1 Biometría y química OF Metas
 - 1.1.1.1.1.2 Química OF Metas
 - 1.1.1.1.1.3 Biometría OF Metas
 - 1.1.1.1.1.4 Infern con otros Análisis
2. Solicitar examen físico OF Metas
3. Solicitar análisis OF Metas
4. Fuera de ámbito OF Metas

S. Febil OF Metas

Verifica si el paciente presenta síndrome febril, lo cual es una condición indispensable para que se pueda pensar que se encuentra enfermo de Paludismo. Esta meta puede ser alcanzada con cuatro diferentes niveles de certidumbre, 100%, 90%, 80% o 50%, o bien, tomar el valor de falso. Si este atributo toma valor de falso se considera que el problema se

encuentra fuera del ámbito del SEMDEP, y la sesión es terminada. La matriz de decisión para este atributo se muestra en la Matriz 5-1.

	Síndrome Febril 100% Certidumbre	Síndrome Febril 90% Certidumbre	Síndrome Febril 80% Certidumbre	Síndrome Febril 50% Certidumbre
Fiebre mayor a 39 °C	■	■	■	■
Fiebre menor a 39 °C	□	□	□	□
Duración de la fiebre de 2 a 8 Hrs	■	■	■	■
Duración de la fiebre menor a 2 Hrs	□	□	□	■
Escalofríos de 10 a 30 min	■	■	■	■
Escalofríos leves	□	□	□	■
Sensación de alivio	■	■	■	■
Nauseas	□	□	□	□
Vomito	□	□	□	□
Debilidad	■	■	■	■
Dolores musculares	□	□	□	□
Dolores articulares	□	□	□	□
Pulso acelerado	■	■	■	■
Sudoración profusa	■	□	■	■

■ = Condición indispensable

□ = Condición necesaria

Matriz 5-1. Matriz de Decisión para el atributo S Febril OF Metas

Antecedentes Personales.

Al llegar a esta meta, solo se recaban datos respecto a los factores de riesgo a que ha estado expuesto el paciente, por lo que los atributos correspondientes a cada uno de los factores de riesgo solo pueden tomar dos valores, certidumbre de 100% si el paciente ha estado expuesto a este factor, o certidumbre de 50% en caso contrario.

Los factores de riesgo son los siguientes:

Antecedente	Atributo relacionado (Clase: Antecedentes personales)
Lugar de residencia	Lugar de residencia Riesgo lugar de residencia
Existe un brote epidémico de Paludismo en el lugar de residencia	Brote epidémico
El paciente ha visitado alguna zona con alta incidencia de Paludismo	Viajes recientes
Existen otras personas con los mismos síntomas que convivan con el paciente	Riesgo lugar visitado
Existen mosquitos en la vivienda	Otros enfermos
El paciente ha recibido alguna transfusión sanguínea en los últimos seis meses	Mosquitos en la vivienda
Origen de la transfusión sanguínea	Transfusión sanguínea
	Riesgo en el origen de la transfusión

En etapas posteriores de la inferencia se determina la certidumbre de todos los factores de riesgo a que ha estado expuesto el paciente de acuerdo a la matriz de decisión que se muestra en la Matriz 5-2. Esta certidumbre es asignada al Atributo Evaluación Factores de riesgo de la Clase Metas metas.

	1. Lugar de residencia	2. Brote epidémico	3. Viajes recientes	4. Riesgo lugar visitado	5. Otros enfermos	6. Mosquitos en la vivienda	7. Transfusión sanguínea	8. Riesgo en el origen de la transfusión	9. Evaluación Factores de Riesgo
1. Lugar de residencia									
2. Brote epidémico									
3. Viajes recientes									
4. Riesgo lugar visitado									
5. Otros enfermos									
6. Mosquitos en la vivienda									
7. Transfusión sanguínea									
8. Riesgo en el origen de la transfusión									
9. Evaluación Factores de Riesgo									

Certidumbre alta (seguro)

 Certidumbre media

Matriz 5-2. Matriz de Decisión para el atributo Evaluación Factores de Riesgo

Examen físico

Esta meta comprueba que los datos recabados en la exploración física proporcionen indicios de alguna enfermedad que afecta al bazo. Los datos que se recaban son los siguientes:

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Exploración física)
Presencia de ictericia en la conjuntiva	Ictericia en la conjuntiva
Presencia de signos de anemia	Signos de anemia
Presencia de esplenomegalia	Esplenomegalia

En etapas posteriores de la inferencia se determina la certidumbre de todos los síntomas que se detectan en la exploración física de acuerdo a la matriz de decisión que se muestra en la Matriz 5-3. La certidumbre que se obtiene de la exploración física es asignada al Atributo Evaluación exploración física de la Clase Metas metas.

	Evaluación Exploración Física 100% incertidumbre	Evaluación Exploración física 90% incertidumbre	Evaluación Exploración física 80% incertidumbre	Evaluación Exploración física 70% incertidumbre	Evaluación Exploración física 70% incertidumbre
Esplenomegalia					
Ictericia en la conjuntiva					
Signos de anemia					

Condición indispensable
 Condición necesaria

Matriz 5-3. Matriz de Decisión para el atributo Exploración Física OF Metas

Se han realizado análisis.

Esta meta permite que la inferencia continúe a los diferentes tipos de análisis que se tienen si se han realizado análisis en la sangre del paciente, en caso contrario la inferencia se detiene y se evalúan los elementos disponibles hasta el momento.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Resultado de los análisis)
Se han realizado análisis sanguíneos	Se han realizado análisis

Biometría y química, Química, Biometría.

En cada una de estas metas se obtienen los resultados de cada tipo de análisis, siempre y cuando se hayan realizado. Los datos que se recaban son los siguientes:

Capítulo V

Antecedentes Química Sanguínea	Atributo relacionado (Clase: Resultados química sanguínea)
Glicemia venosa	Valor glicemia venosa
Glicemia capilar	Valor glicemia capilar

Antecedentes Biometría hemática	Atributo relacionado (Clase: Resultados biometría hemática)
Eritrocitos	Valor eritrocitos
Hemoglobina	Valor hemoglobina
Eosinófilos	Valor eosinófilos
Linfocitos	Valor linfocitos
Monocitos	Valor monocitos

La certidumbre de los datos que proporcionan estos análisis se evalúa de acuerdo a las matrices de decisión de la Matriz 5-4. La certidumbre que se obtiene de la evaluación de los resultados de estos análisis se asigna a los Atributos Evaluación química y Evaluación biometría de la Clase Metas metas.

	Química Sanguínea 100% Certidumbre	Química Sanguínea 75% Certidumbre
Glicemia venosa		
Glicemia capilar		

= Condición indispensable
 = Condición necesaria

	Biometría Hemática 100% Certidumbre	Biometría Hemática 90% Certidumbre	Biometría Hemática 80% Certidumbre	Biometría Hemática 70% Certidumbre	Biometría Hemática 60% Certidumbre
Valor eritrocitos					
Valor hemoglobina					
Valor eosinófilos					
Valor linfocitos					
Valor monocitos					

Matriz 5-4. Matrices de Decisión para los Atributos Química sanguínea OF Metas y Biometría hemática OF Metas

Inferir con otros Análisis

Esta meta se dispara en caso de que se hayan realizado exámenes sanguíneos que no sean ni Biometría Hemática ni Química Sanguínea.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: domain)
Se han realizado análisis sanguíneos que no son ni química sanguínea ni biometría hemática	Inferir con otros análisis

Solicitar examen físico

La función de esta meta es solicitar que se lleve a cabo la exploración física antes de continuar con la sesión. Esto es necesario ya que el único antecedente que se tiene antes de la exploración física es la presencia de Síndrome febril.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Metas)
Solicitar que se realice el examen físico	Solicitar examen físico

Solicitar análisis

Al llegar a este punto de la inferencia ya se cuenta con los antecedentes de Síndrome febril, Factores de riesgo y Exploración física, por lo que es posible llevar a cabo una inferencia en este punto, la cual determina si es necesario realizar exámenes sanguíneos o si es posible establecer el diagnóstico con los elementos con los que ya se cuenta

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Metas)
Solicitar que se realicen análisis sanguíneos	Solicitar análisis

Clase domain.

La Clase domain permite construir aplicaciones sin definir de manera explícita a los atributos. La importancia de esta clase dentro del sistema es que mediante los atributos que se encuentran en esta clase, es posible *pasar* valores a otra base de conocimiento cuando se encadenan diferentes módulos. Cada uno de los atributos de esta clase debe tener la faceta *shared* (compartido).

Debido a lo anterior, esta clase contiene los mismos atributos en ambos módulos del sistema, y en el mismo orden.

En el caso de SEMDEP, los atributos que se encuentran en esta clase, y que son utilizados en el módulo de Rastreo Epidemiológico son:

Atributo	Descripción
Inicializar	Mediante este atributo se inicializan ciertas características de los sistemas, para el módulo de Diagnóstico se verifica si existe el hardware necesario para utilizar el sistema con audio. Una vez que se ha comprobado esto, se asigna el valor de <i>false</i> a este atributo.
Hay audio	En este atributo se almacena el status del audio del sistema, es decir, si el hardware necesario para utilizar audio se encuentra presente.
Status audio	SEMDEP proporciona la opción de habilitar o deshabilitar el audio, y es este atributo en donde se almacena el status del audio.
Cadena encadenada	Cuando se lleva a cabo el encadenamiento a la etapa de Rastreo Epidemiológico, se llega a una conclusión parcial, la cual es almacenada en este atributo.
Nombre paciente	En este atributo se almacena el nombre del paciente que está utilizando el sistema.
Edo de residencia	En este atributo se almacena el nombre del estado en donde reside el paciente.

Inferencia.

Durante el proceso de inferencia se recaban diferentes antecedentes que permiten que cuando se cuente con los elementos suficientes se dispare la búsqueda de alguna meta. A continuación se enumeran las metas que se busca comprobar.

- Sistema fuera de ámbito
- Inferir sin exploración física
- Inferir con exploración física incorrecta
- Inferir sin exámenes sanguíneos
- Inferir solo con química
- Inferir solo con biometría
- Inferir con biometría y química
- Inferir con otros análisis

A continuación se explicará como se realiza la inferencia de cada uno de estos atributos. Es importante mencionar que no en todos los casos se realizará un *chain* hacia el módulo de rastreo, ya que si no se tiene una certidumbre mayor al 80% de que se ha encontrado un caso de paludismo, no tiene sentido hacer el rastreo.

Los métodos se presentan de manera simplificada, por lo que solo se muestra el cuerpo de la(s) regla(s) y en su caso la línea que hace el encadenamiento al siguiente módulo.

Sistema fuera de ámbito.

Se considera que el sistema se encuentra fuera de ámbito si el paciente no presenta indicios de Síndrome febril, ya que de acuerdo a lo que se explica con amplitud en el Capítulo II, el Síndrome febril es un síntoma absolutamente necesario para pensar en la posibilidad de un contagio de Paludismo.

Cuando se llega a esta meta, solo se proporciona una simple recomendación y el sistema se detiene.

Inferir sin exploración física.

Si el paciente presenta Síndrome febril, se procede a recabar los Factores de riesgo a que ha estado expuesto, y más adelante se solicitan los resultados de la exploración física. Si la exploración física no se ha realizado, es posible llegar a alguna conclusiones que puede determinar un diagnóstico.

Las reglas que se evalúan para llegar a esta meta son:

```
RULE Ya se hizo la Exploración física
IF Se ha realizado la exploracion fisica OF Exploracion fisica
THEN Evamen fisico OF Metas
ELSE NOT Examen fisico OF Metas
AND PURSUE Inferir sin exploracion fisica
AND ... (asignacion de texto de conclusiones) ...
: : : :
: : : :
```

```
RULE Inferencia sin exploración física
IF S febril OF Metas
AND Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas
THEN Inferir sin exploracion fisica
```

Inferir con exploración física incorrecta

Existe la posibilidad de que la exploración física arroje síntomas que no estén relacionados con la existencia de algún trastorno en el bazo, caso en el que se detiene la sesión y se trata de llegar a esta meta.

Las reglas y métodos que se utilizan para comprobar esta meta son:

```
RULE Inferencia con Exp Física Incorrecta
IF S febril OF Metas
AND Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas
AND Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas
THEN Inferir con Exp Física incorrecta
```

```

AND ... (asignación de texto de conclusiones)
:
:
:
:

WHEN CHANGED Inferir con Exp Física incorrecta
BEGIN
IF ( CONF(Inferir con Exp Física incorrecta) <= 50 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Inferir con Exp Física incorrecta) > 50
AND CONF( Inferir con Exp Física incorrecta) <= 70 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END
END

```

Inferir sin exámenes sanguíneos

Si el paciente presenta Síndrome febril, se han recabado los Factores de riesgo a que ha estado expuesto, se ha realizado la Exploración física (la cual presenta al menos un indicio de alteración en el bazo) y no se han realizado Exámenes sanguíneos se trata de comprobar esta regla.

A continuación se enumeran las reglas y métodos que se utilizan para comprobar esta meta:

```

RULE Inferir sin exámenes de sangre
IF Sí febril OF Metas
AND Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas
AND Evaluación exploración física OF Metas metas
THEN Inferir sin exámenes sanguíneos

WHEN CHANGED Inferir sin exámenes sanguíneos
BEGIN
IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END
IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END
END

```

```

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 65 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
    Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
    Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
AND CONF( Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
    Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
AND CONF( Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
IF NOT Brincar encadenamiento OF Etcetera THEN
    Encadenar OF Etcetera := TRUE
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
AND CONF( Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 60
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
AND CONF( Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
AND CONF( Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END
END

```

Inferir solo con química

Una vez que se han recabado los datos sobre el Síndrome febril, los Factores de riesgo, y la Exploración física, es posible que se hayan realizado Exámenes sanguíneos, en este caso solo una Química sanguínea. Si esto es así, se trata de comprobar al Atributo Inferir solo con química.

A continuación se muestran las reglas y métodos que se utilizan para comprobar este atributo:

```

RULE Inferencia con química
IF S febril OF Metas
  AND E (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas)
  AND E (Evaluación exploración física OF Metas metas)
  AND Q (Química OF Metas)
THEN Inferir solo con química

WHEN CHANGED Inferir solo con química
BEGIN
IF CONF (Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85
  AND CONF (Confianza química OF Resultados química sanguínea) >= 75 THEN
  BEGIN
    IF CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
    BEGIN
      (asignación de tests de conclusiones)
      Escalonar OF Factora = TRUE
    END
    IF CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
    AND CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
    BEGIN
      (asignación de tests de conclusiones)
      Escalonar OF Factora = TRUE
    END
    IF CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
    AND CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 65 THEN
    BEGIN
      (asignación de tests de conclusiones)
    END
    IF CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
    BEGIN
      (asignación de tests de conclusiones)
    END
  END
IF CONF (Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
  AND CONF (Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
  AND CONF (Confianza química OF Resultados química sanguínea) >= 75 THEN
  BEGIN
    IF CONF (Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
    BEGIN
      (asignación de tests de conclusiones)
      Escalonar OF Factora = TRUE
  
```

```
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 60
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

END

IF CONF(Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas) >= 85
AND CONF(Confianza quimica OF Resultados quimica sanguinea) < 75 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Efectos = 1001
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Efectos = 1002
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 50 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

END

text OF texto_de_solucion := Cadena final OF Cadenas finales
visible OF Ventana de espera := FALSE
END
```

Inferir solo con biometría

Una vez que se han recabado los datos sobre el Síndrome febril, los Factores de riesgo y la Exploración física, es posible que se hayan realizado Exámenes sanguíneos, en este

caso solo una Biometría hemática. Si esto es así, se trata de comprobar al Atributo Inferir solo con biometría.

A continuación se muestran las reglas y métodos que se utilizan para este atributo:

RULE Inferencia con biometría

```
IF Síndrome OF Metas
AND Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas
AND Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas
AND Biometria OF Metas
THEN Inferir solo con biometria
```

WHEN CHANGED Inferir solo con biometría

```
BEGIN
IF CONF(Evaluacion exploración física OF Metas metas) >= 85
AND CONF(Confianza biometria OF Resultados biometria hemática) >= 60 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Encadena := TRUE
END

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Encadena := TRUE
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

END

IF CONF(Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas) >= 70
AND CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80
AND CONF(Confianza biometria OF Resultados biometria hemática) >= 60 THEN
BEGIN

IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Encadena := TRUE
END
```

```

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END
IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 60
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END
END

IF CONF(Evaluación exploracion fisica OF Metas metas) >= 85
AND CONF(Confianza química OF Resultados química sanguínea) <= 60 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Encadena = TRUE
END
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Encadenar OF Encadena = TRUE
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 50 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END
END
text OF texto de solución = Cadena final OF Cadenas finales
visible OF Ventana de espera = FALSE
END

```

Inferir con biometría y química

Una vez que se han recabado los datos sobre el Síndrome febril, los Factores de riesgo y la Exploración física, es posible que se hayan realizado Exámenes sanguíneos, en este caso una Biometría hemática y una Química sanguínea. Si esto es así, se trata de comprobar al Atributo Inferir con biometría y química.

A continuación se muestran las reglas y métodos que se utilizan para comprobar este atributo:

```

RULE Inferir con química y biometría
IF S tebril OF Metas
AND Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas
AND Evaluacion exploracion tísica OF Metas metas
THEN Inferir con biometría y química
    
```

```

WHEN CHANGFD Inferir con química y biometría
BEGIN
IF CONF(Evaluacion exploracion tísica OF Metas metas) >= 85
AND CONF(Confianza biometría OF Resultados biometría hematológica) >= 60
OR CONF(Confianza química OF Resultados química sanguínea) >= 75) THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Escribir OF Efectora = TRUE
END
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Escribir OF Efectora = TRUE
END
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END
END
IF CONF(Evaluacion exploracion tísica OF Metas metas) >= 70
AND CONF(Evaluacion exploracion tísica OF Metas metas) <= 80
AND CONF(Confianza biometría OF Resultados biometría hematológica) >= 60 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Escribir OF Efectora = TRUE
END
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
END
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 60
AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignacion de texto de conclusiones)
Escribir OF Efectora = TRUE
END
IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
    
```



```

(asignacion de texto de conclusiones)
END

END

IF CONF(Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas) >= 85
AND CONF(Confianza quimica OF Resultados quimica sanguinea) < 60
AND CONF(Confianza biometria OF Resultados biometria hematica) < 60 THEN
BEGIN
  IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 87 THEN
  BEGIN
    (asignacion de texto de conclusiones)
    Encadenar OF Encadena := TRUE
  END

  IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 85
  AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
  BEGIN
    (asignacion de texto de conclusiones)
    Encadenar OF Encadena := TRUE
  END

  IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
  AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 50 THEN
  BEGIN
    (asignacion de texto de conclusiones)
  END
END

END

IF CONF(Evaluacion exploracion fisica OF Metas metas) <= 80
AND CONF(Confianza quimica OF Resultados quimica sanguinea) < 60
AND CONF(Confianza biometria OF Resultados biometria hematica) < 60 THEN
BEGIN
  IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
  BEGIN
    (asignacion de texto de conclusiones)
  END

  IF CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75
  AND CONF(Evaluacion Factores de riesgo OF Metas metas) >= 50 THEN
  BEGIN
    (asignacion de texto de conclusiones)
  END
END

END
text OF texto_de_solucion := Cadena final OF Cadenas finales
visible OF Ventana de espera := FALSE
END

```

Inferir con otros análisis

En algunos casos, una vez que se han recabado los datos correspondientes a Síndrome febril, Factores de riesgo y Exploración física, puede darse el caso que se hayan realizado exámenes sanguíneos que no son ni química sanguínea ni biometría hemática.

A continuación se muestra el método que se utiliza para comprobar este atributo.

```
WHEN CHANGED Inferir con otros análisis
BEGIN
PURSUE Inferir sin exámenes sanguíneos
IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 85 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
Encadenar OF Etcetera = TRUE
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 65
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
Encadenar OF Etcetera = TRUE
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
Encadenar OF Etcetera = TRUE
END
END
END

IF CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) >= 70
AND CONF(Evaluación exploración física OF Metas metas) <= 80 THEN
BEGIN
IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 80 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
Encadenar OF Etcetera = TRUE
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) >= 60
AND CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 75 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END

IF CONF(Evaluación Factores de riesgo OF Metas metas) <= 60 THEN
BEGIN
(asignación de texto de conclusiones)
END
END
END
END
```

Módulo de Rastreo Epidemiológico.

El propósito de este módulo es realizar el rastreo y evaluación epidemiológica de la comunidad, para que en base a la información recabada se sugieran las acciones necesarias para controlar la propagación de la enfermedad y tratar de erradicarla en la medida de lo posible.

Una vez que se ha identificado un caso de paludismo, con al menos el 80% de certidumbre el Módulo de Diagnóstico realiza el encadenamiento hacia el Módulo de Rastreo Epidemiológico.

De manera general, este módulo recaba información sobre aspectos biológicos y del entorno socio-económico de la comunidad. Estos aspectos son:

- Existencia de colecciones de agua cercanas a la comunidad.
- Altura sobre el nivel del mar de la población.
- Temperatura media
- Nivel de humedad relativa
- Número de habitantes en la comunidad.
- Tipo de vivienda predominante en la comunidad
- Tipo de piso en las viviendas de la comunidad.
- Existencia de energía eléctrica en las viviendas de la comunidad
- Existencia de agua corriente en las viviendas de la comunidad.
- Existencia de drenaje en las viviendas de la comunidad.

Se manera similar al Módulo de Diagnóstico, en este módulo también se utiliza encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás e incertidumbre para realizar las inferencias necesarias para llegar a la conclusión final.

En la figura F-2 se muestra la estructura de este módulo de SEMDEP.

Agenda.

La estrategia que se utiliza para realizar la inferencia es recabar datos siguiendo el árbol que dicta la agenda. Una vez que se llega al último nivel de la agenda, se disparan diferentes inferencias que nos lleva a la conclusión final que dará SEMDEP.

La estructura de la agenda es la siguiente:

1. Tipo de entorno OF Camino
 - 1.1. Altura sobre el mar OF Camino
 - 1.1.1. Recabar temperatura OF Camino
 - 1.1.1.1. Recabar humedad OF Camino
 - 1.1.1.1.1. Tamaño población OF Camino
 - 1.1.1.1.1.1. Tipo de vivienda OF Camino
 - 1.1.1.1.1.1.1. Datos vivienda OF Camino
 - 1.1.1.1.1.1.1.1. Recabar municipio OF Camino

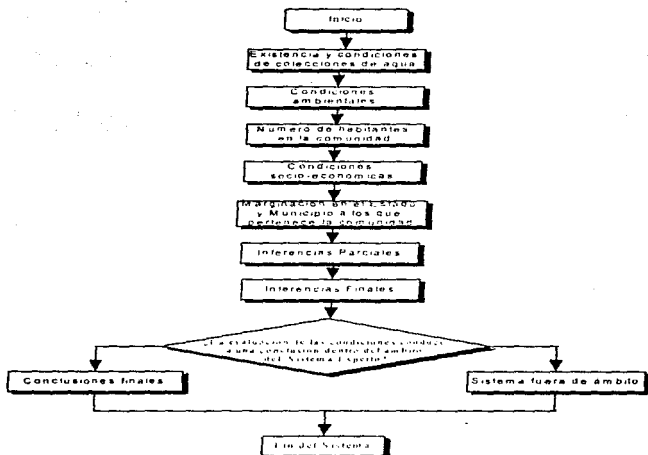


Figura F-2. Estructura del Módulo II de SEMDEP

Tipo de entorno

Mediante este atributo se recaba la información relativa al entorno ambiental de la comunidad, para que en base a esta información se determine la posibilidad de que existan criaderos de mosquitos. Los datos que se recaban, son los que pertenecen a la Clase Entorno, la cual se describe a continuación:

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Entorno)
Existencia de cursos de agua cercanos a la comunidad (rio, riachuelos, arroyos, etc.)	Cursos de agua
Existencia de vegetación en las orillas del curso.	Vegetación en las orillas del curso
Existencia de remansos a lo largo de los cursos de agua	Remansos
Existencia de vegetación en los remansos.	Vegetación en los remansos
Fuerza de la corriente de los cursos de agua.	Corriente no fuerte
Existencia de colectores de agua cercanos a la comunidad (pozos, presas, etc.)	Colectores de agua
Existencia de vegetación acuática en los colectores de agua.	Vegetación acuática en colectores
Movimiento en los colectores de agua.	Movimiento en los colectores
Tipo de agua que forma a los colectores.	Agua no turbia
Presencia de sombra en las colecciones de agua identificadas.	Sombra
Existencia de fitozooplankton en las colecciones de agua identificadas.	Fitozooplankton
Cantidad de fitozooplankton presente en las colecciones de agua identificadas.	Cantidad de fitozooplankton Mucho Medio Poco
Duración suficiente de las colecciones de agua identificadas.	Duración suficiente
Presencia de lluvias fuertes que afecten a las colecciones de agua identificadas.	Lluvias fuertes
Existencia de animales que beban agua de las colecciones de agua identificadas.	Animales

Los datos recabados son utilizados para llevar a cabo tres inferencias parciales:

- Desarrollo de los anopheles.
- Desarrollo de vivax.
- Desarrollo de falciparum

Estas inferencias se explican con mayor detalle más adelante.

Altura sobre el mar.

Este atributo recaba la altura sobre el nivel del mar de la población.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Altitud sobre el mar)
Solicitar altura sobre el nivel del mar	Pedir altura sobre el mar
Valor de la altura sobre el nivel del mar	Altura sobre el mar

Recabar temperatura.

Mediante este atributo se recaba la temperatura media que se presenta en la comunidad a lo largo del año. El atributo relacionado pertenece a la Clase Condiciones ambientales que se muestra más adelante.

Recabar humedad.

La función de este atributo es recabar la humedad relativa media de la comunidad. El atributo relacionado pertenece a la Clase Condiciones ambientales que se muestra más adelante.

Tamaño de la población.

A través de este atributo se obtiene el número de habitantes de la población que se está evaluando. El atributo relacionado pertenece a la Clase Condiciones ambientales que se muestra a continuación.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Condiciones ambientales)
Solicitar temperatura media	Pedir temp media
Valor de la temperatura media	Temperatura media
Solicitar humedad relativa	Pedir hum relativa
Valor de la humedad relativa	Hum relativa

Tipo de vivienda.

Mediante este atributo se obtiene el tipo predominante de vivienda de la comunidad. Además, se recaba información sobre si las viviendas cuentan con protecciones contra mosquitos, existencia de agua corriente y drenaje. La Clase relacionada, Vivienda, se describe a continuación:

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Vivienda)
Recabar el tipo de vivienda predominante en la comunidad.	Recabar tipo de vivienda
Vivienda de mampostería	Mampostería

Vivienda de adobe	Adobe
Vivienda de bajareque	Bajareque
Vivienda de madera	Madera
Vivienda de varas	Varas
Existencia de protecciones contra mosquitos en puertas y ventanas	Protecciones
Existencia de drenaje en las viviendas	Drenaje
Existencia de agua corriente en las viviendas	Agua corriente

Recabar municipio Of Caming

Este es el último dato que se recaba antes de llevar a cabo las inferencias necesarias para llegar a la conclusión. A través del Atributo Edo de residencia de la Clase domain, se lleva a cabo un query en las bases de datos InfoEdos e InfoMpio, las cuales se declaran como instancias de la Clase de sistema InfoDhc¹.

Los datos que se obtienen de estos queries, son almacenados en varias instancias de las clases anteriormente mencionadas. A continuación se describen estas clases.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Datos InfoEdos)
Clave del estado	Edo
Nombre del estado	Nombre
Población	Pob
Índice de analfabetismo	Ind1
Porcentaje de la población sin haber concluido primaria	Ind2
Porcentaje de viviendas sin WC	Ind3
Porcentaje de viviendas sin corriente eléctrica	Ind4
Porcentaje de viviendas sin agua entubada	Ind5
Nivel de hacinamiento	Ind6
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Ind7
Porcentaje de la población que habita en localidades de menos de 5,000 habitantes	Ind8
Porcentaje de la población con ingresos de menos de 2 salarios mínimos	Ind9
Índice de marginación	Índice

¹ Esta clase se explica con amplitud en el Apéndice A.

Clave de grado de marginación	Grupo
Grado de marginación	Grado
Superficie del estado	Sup
Densidad de población	Dens

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: ShowMpios)
Clave del estado al que pertenece el municipio	Edo
Número de municipio en el estado	Mpio
Nombre del municipio	Nombre
Población del municipio	Pob
Índice de analfabetismo	Ind1
Porcentaje de la población sin haber concluido primaria	Ind2
Porcentaje de viviendas sin WC	Ind3
Porcentaje de viviendas sin corriente eléctrica	Ind4
Porcentaje de viviendas sin agua entubada	Ind5
Nivel de hacinamiento	Ind6
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Ind7
Porcentaje de la población que habita en localidades de menos de 5.000 habitantes.	Ind8
Porcentaje de la población con ingresos de menos de 2 salarios mínimos	Ind9
Índice de marginación	Índice
Clave de grado de marginación	Grupo
Grado de marginación	Grado
Superficie del estado	Sup
Densidad de población	Dens
Mnemónico del estado al que pertenece el municipio.	Edo

Una vez que se han recuperado los datos de los municipios que forman al Estado en que reside el paciente, los datos de estos son presentados al usuario en una tabla, de la cual debe escoger el municipio en que se encuentra la comunidad en que habita. Finalmente, este dato es almacenado en una instancia de la Clase InfoMpios, y las instancias creadas en la Clase ShowMpio son eliminadas. A continuación se muestra a la Clase Mpio seleccionado.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Mpio seleccionado)
Clave del estado al que pertenece el municipio	Edo
Número de municipio en el estado	Mpio
Nombre del municipio	Nombre
Población del municipio	Pob
Índice de analfabetismo	Ind1
Porcentaje de la población sin haber concluido primaria	Ind2
Porcentaje de viviendas sin WC	Ind3
Porcentaje de viviendas sin corriente eléctrica	Ind4
Porcentaje de viviendas sin agua entubada	Ind5
Nivel de hacinamiento	Ind6
Porcentaje de viviendas con piso de tierra	Ind7
Porcentaje de la población que habita en localidades de menos de 5,000 habitantes	Ind8
Porcentaje de la población con ingresos de menos de 2 salarios mínimos	Ind9
Índice de marginación	Índice
Clave de grado de marginación	Grupo
Grado de marginación	Grado
Superficie del estado	Sup
Densidad de población	Dens
Mnemónico del estado al que pertenece el municipio	Edo

Inferencia.

Una vez que se han recabado los datos, se llevan a cabo diferentes inferencias parciales que analizan las condiciones socio-económicas de la comunidad y del entorno ambiental. Las inferencias que se realizan utilizan tanto encadenamiento hacia atrás como encadenamiento hacia adelante. Los atributos que se utilizan para disparar las inferencias se encuentran en la Clase Inferencias parciales que se muestra a continuación.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Inferencias parciales)
Comenzar a realizar las inferencias parciales.	Comenzar inferencias parciales
Posibilidades de desarrollo del vector en la comunidad	Desarrollo de los anopheles

<p>Posibilidades de desarrollo del <i>Plasmodium vivax</i> en la comunidad</p> <p>Posibilidades de desarrollo del <i>Plasmodium falciparum</i> en la comunidad</p> <p>Riesgo que representa la población para la propagación de la enfermedad por su tamaño</p> <p>Riesgo de que el vector se encuentre presente en una vivienda fabricada de varas.</p> <p>Riesgo de que el vector se encuentre presente en una vivienda fabricada de madera.</p> <p>Riesgo de que el vector se encuentre presente en una vivienda fabricada de bajareque.</p> <p>Riesgo de que el vector se encuentre presente en una vivienda fabricada de adobe.</p> <p>Riesgo de que el vector se encuentre presente en una vivienda fabricada de mampostería.</p> <p>Si en la comunidad existen viviendas fabricadas de diferentes materiales, determinar la que representa el mayor riesgo.</p>	<p>Desarrollo de vivax</p> <p>Desarrollo de falciparum</p> <p>Riesgo tamaño de la población</p> <p>Inferencia varas</p> <p>Inferencia madera</p> <p>Inferencia bajareque</p> <p>Inferencia adobe</p> <p>Inferencia mampostería</p> <p>Determinar vivienda de mayor riesgo</p>
<p>Determinar la marginación de la vivienda</p> <p>Determinar el tipo de parásito que tiene mayores posibilidades de desarrollarse en la comunidad, es decir, <i>Plasmodium vivax</i> o <i>Plasmodium falciparum</i>.</p> <p>Determinar las condiciones socio-económicas de la comunidad.</p>	<p>Marginación de la vivienda.</p> <p>Determinar parásito que se desarrolla.</p> <p>Condiciones socio-económicas.</p>

Comenzar inferencias parciales.

La función de este atributo es disparar todas las inferencias parciales de las que se habla anteriormente. Esto se logra mediante el método *When Changed Comenzar inferencias parciales*, que se muestra a continuación.

WHEN CHANGED BEGIN

(Inicialización de parámetros iniciales y mensajes)

```

! Desarrollo de los anopheles
  (Asignacion de texto)
  PURSUE Desarrollo de los anopheles OF Inferencias parciales

! Desarrollo del parásito
  (Asignacion de texto)
  PURSUE Desarrollo de vivas OF Inferencias parciales
  (Asignacion de texto)
  PURSUE Desarrollo de falciparum OF Inferencias parciales

! Tiempo de incubación del parásito
  (Asignacion de texto)
  Determinar parásito que se desarrolla OF Inferencias parciales := TRUE

! Condiciones de la vivienda
  (Asignacion de texto)
  PURSUE Inferencia varas OF Inferencias parciales
  PURSUE Inferencia bajareque OF Inferencias parciales
  PURSUE Inferencia madera OF Inferencias parciales
  PURSUE Inferencia adobe OF Inferencias parciales
  PURSUE Inferencia maipostería OF Inferencias parciales

! Determinar vivienda de mayor riesgo
  (Asignacion de texto)
  Determinar vivienda de mayor riesgo OF Inferencias parciales := TRUE

! Determinar marginación de la vivienda
  (Asignacion de texto)
  Marginación de la vivienda OF Inferencias parciales := TRUE

! Condiciones socio-económicas
  (Asignacion de texto)
  Condiciones socioeconómicas OF Inferencias parciales := TRUE

! COMENZAR INFERENCIAS FINALES
  Comenzar inferencias finales OF Inferencias finales := TRUE
END

```

Desarrollo de los anopheles

Mediante este atributo se analizan las condiciones ambientales de la comunidad para establecer si este es adecuado para el desarrollo de los anopheles, es decir, de los vectores transmisores de la enfermedad.

Se analizan dos opciones diferentes, su desarrollo en cursos de agua o en colectores de agua. Los rangos de certidumbre para esta inferencia son de 100%, 90%, 80% y 70%. Para certidumbres menores a 70% se considera que las condiciones ambientales no son adecuadas para el desarrollo del vector. La matriz de decisión para esta inferencia se muestra en la Matriz 5-5.

Capítulo V

	Intensidad de lluvias del mes que precede a las crías (80%)	Intensidad de lluvias del mes que precede en las crías (80%)	Intensidad de lluvias del mes que precede en las crías (80%)	Intensidad de desarrollo del mosquito en colectores IETC*	Intensidad de desarrollo del mosquito en colectores IPT*	Intensidad de desarrollo del mosquito en colectores IPT*	Del 1 al 5 con más puntos en Colectores y Crías (70%)
Colectores de agua							
Curios de agua							
Vegetación acuática en colectores							NOT
Vegetación en las orillas de las crías							NOT
Plantas en las orillas de las crías							NOT
Plantas							
Vegetación en las orillas de las crías							NOT
Plantas							
Comida							NOT
Agua no turbia							
Movimiento en las crías							NOT
Animales							
Comer no fuerte							NOT
Plantas suaves							
Plantas fuertes							
Plantas							
Cantidad de							
Plantas fuertes							
Cantidad de							
Plantas fuertes							
Cantidad de							
Plantas fuertes							

■ Condición indispensable

■ Condición necesaria

Matriz 5-5. Matriz de Decisión para el atributo Desarrollo de los anopheles

Desarrollo de vivax

Para este atributo, así como para Desarrollo de falciparum se utilizan atributos de la Clase Parásito, la cual se describe a continuación.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Parásito)
Factibilidad de desarrollo del <i>Plasmodium falciparum</i>	Vivax
Periodo de incubación del parásito	Tiempo incubación vivax
Factibilidad de desarrollo del <i>Plasmodium falciparum</i>	Falciparum
Periodo de incubación del parásito	Tiempo incubación falciparum

Mediante esta inferencia se verifican las condiciones ambientales para determinar si es posible que el parásito se desarrolle dentro del vector. El periodo de desarrollo del parásito puede ser de 3-7 días (periodo corto), 8-14 días (periodo medio) y 15-21 días

(período largo). Al analizar los factores ambientales como son temperatura y humedad relativa se asigna un valor a la certidumbre se este atributo, el cual puede ser de 100%, 90%, 80%, o 50%. Para el caso de certidumbre igual a 50%, se considera que no es factible el desarrollo del parásito, por lo que se asigna valor de falso al Atributo Vivax de la Clase Parásito. La matriz de decisión para esta inferencia se muestra en la Matriz 5-6.

	Condición ambiental Temperatura > 30°C	Condición ambiental Temperatura > 25°C	Condición ambiental Temperatura > 20°C	Condición ambiental Temperatura > 15°C	Condición ambiental Temperatura > 10°C	Condición ambiental Temperatura > 5°C	Condición ambiental Temperatura > 0°C
Temperatura > 30°C							
Temperatura > 25°C							
Temperatura > 20°C							
Temperatura > 15°C							
Temperatura > 10°C							
Temperatura > 5°C							
Temperatura > 0°C							
Humedad relativa > 90%							
Humedad relativa > 80%							
Humedad relativa > 70%							
Humedad relativa > 60%							
Humedad relativa > 50%							
Humedad relativa > 40%							
Humedad relativa > 30%							
Humedad relativa > 20%							
Humedad relativa > 10%							
Humedad relativa > 0%							

Condición ambiental
Temperatura > 30°C

Condición ambiental
Temperatura > 25°C

Matriz 5-6. Matriz de Decisión para el atributo Desarrollo vivax

Desarrollo de falciparum.

Mediante esta inferencia se verifican las condiciones ambientales para determinar si es posible que el parásito se desarrolle dentro del vector. El periodo de desarrollo del parásito puede ser de 3-7 días (período corto), 8-14 días (período medio) y 15-21 días (período largo). Al analizar los factores ambientales como son temperatura y humedad relativa se asigna un

valor a la certidumbre se este atributo, el cual puede ser de 100%, 90%, 80%, o 50%. Para el caso de certidumbre igual a 50%, se considera que no es factible el desarrollo del parásito, por lo que se asigna valor de falso al Atributo Falciparum de la Clase Parásito. La matriz de decisión para esta inferencia se muestra en la Matriz 5-7.

Riesgo tamaño de la población.

El propósito de atributo es obtener el riesgo de que la enfermedad se propague en la comunidad que se está estudiando, este riesgo se basa en el número de habitantes que tiene la misma. La matriz de decisión para este atributo se muestra en la Matriz 5-7. El mayor riesgo lo representan las poblaciones cuyo número de habitantes de entre 100 y 1000; le siguen aquellas con población de entre 50 y 99 habitantes; en tercer lugar se encuentran las poblaciones con una población de entre 1000 y 2500 habitantes; en cuarto lugar la

poblaciones muy pequeñas, de entre 1 y 50 habitantes; las poblaciones con el menor riesgo son aquellas con más de 2500 habitantes.

Determinar vivienda de mayor riesgo.

La función de este atributo es determinar el tipo de vivienda que presenta el mayor riesgo de convertirse en hábitat del vector de la enfermedad, en caso de que existan viviendas fabricadas con diferentes materiales en la comunidad. El mayor riesgo lo representan las viviendas fabricadas de varas, a continuación las fabricadas de madera, le siguen las fabricadas de bajareque, en cuarto lugar se encuentran las fabricadas de adobe, el riesgo más bajo lo tienen las fabricadas de mampostería

	Existencia de viviendas con el tipo de construcción de varas	Existencia de viviendas con el tipo de construcción de madera	Existencia de viviendas con el tipo de construcción de bajareque	Existencia de viviendas con el tipo de construcción de adobe	Existencia de viviendas con el tipo de construcción de mampostería
Temperatura media < 10°C					
Temperatura media > 10°C					
Temperatura media < 15°C					
Temperatura media > 15°C					
Temperatura media < 20°C					
Temperatura media > 20°C					
Humedad relativa < 60%					
Humedad relativa > 60%					
Humedad relativa < 70%					
Humedad relativa > 70%					
Humedad relativa < 80%					
Humedad relativa > 80%					
Humedad relativa < 90%					
Humedad relativa > 90%					
Existencia de viviendas con el tipo de construcción de varas					
Existencia de viviendas con el tipo de construcción de madera					
Existencia de viviendas con el tipo de construcción de bajareque					
Existencia de viviendas con el tipo de construcción de adobe					
Existencia de viviendas con el tipo de construcción de mampostería					

Matriz 5-7. Matriz de Decisión para el atributo Desarrollo de falciparum

Inferencia varas, madera, bajareque, adobe y mampostería.

Mediante estas inferencias, se determina el riesgo de que el vector de la enfermedad se encuentre en la vivienda de mayor riesgo considerando el riesgo que implica el tamaño de la población, el material con el que está fabricada la vivienda y la existencia o no de mosquiteros en puertas y ventanas. El riesgo de la vivienda se encuentra asociado a la certidumbre de su atributo relacionado, y se obtiene de acuerdo a la matriz de decisión M-8

	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda	Tipo de vivienda
Reg. 1001 (Madera)									
Reg. 1002 (Madera)									
Reg. 1003 (Madera)									
Reg. 1004 (Madera)									
Reg. 1005 (Madera)									
Reg. 1006 (Madera)									
Reg. 1007 (Madera)									
Reg. 1008 (Madera)									
Reg. 1009 (Madera)									
Reg. 1010 (Madera)									
Reg. 1011 (Madera)									
Reg. 1012 (Madera)									
Reg. 1013 (Madera)									
Reg. 1014 (Madera)									
Reg. 1015 (Madera)									
Reg. 1016 (Madera)									
Reg. 1017 (Madera)									
Reg. 1018 (Madera)									
Reg. 1019 (Madera)									
Reg. 1020 (Madera)									

Matriz 5-8. Matriz de Decisión para los atributos Inferencia varas, madera, bajareque, adobe y mampostería.

Marginación de la vivienda

A través de este atributo se ponderan otros aspectos socio-económicos para determinar el nivel de marginación de la vivienda predominante en la comunidad. Los aspectos que se consideran además del material con el que está fabricada, son existencia de agua corriente y drenaje en la misma

WHEN CHANGED

BEGIN

(asignación de cadenas iniciales)

* Marginación por tipo de vivienda

IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Mampostería" THEN

BEGIN

(asignación de cadenas)

(asignación de certidumbre al tipo de vivienda)

END

IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Madera" THEN

BEGIN

(asignación de cadenas)

(asignación de certidumbre al tipo de vivienda)

END

IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Adobe" THEN

BEGIN

(asignación de cadenas)

(asignación de certidumbre al tipo de vivienda)

END

IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Bajareque" THEN

BEGIN

(asignación de cadenas)

(asignación de certidumbre al tipo de vivienda)

```

END
IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Varas" THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END

IF NOT Electricidad OF Vivienda
OR NOT Electricidad OF Vivienda
OR NOT Electricidad OF Vivienda THEN
    (evaluación de condiciones generales de marginación)
IF NOT Electricidad OF Vivienda THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END

IF NOT Drenaje OF Vivienda THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END

IF NOT Agua corriente OF Vivienda THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END

IF Tipo de piso OF Vivienda ES Piso de tierra THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END

IF Valor marginación de la vivienda OF Vivienda <= 0 THEN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
! Recomendación, utilizar mosquiteros.
IF Auxiliar cadena OF Etcetera = "Adobe"
OR Auxiliar cadena OF Etcetera = "Bajareque"
OR Auxiliar cadena OF Etcetera = "Varas" THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)

enabled OF botón mosquiteros := TRUE
(asignación de cadenas)
END

! Falta de protecciones y aspectos de marginación
IF NOT Protecciones OF Vivienda THEN
BEGIN
    (asignación de cadenas)
    (asignación de certidumbre al tipo de vivienda)
END
END

```


Determinar parásito que se desarrolla.

Una vez que se han obtenido los resultados de las inferencias parciales Desarrollo de falciparum y Desarrollo de vivax, este atributo es utilizado para proporcionar al usuario la conclusión respecto a el periodo de incubación del parásito y cual o cuales son los que se pueden desarrollar. Esta conclusión se obtiene mediante el método *When Changed Determinar parásito que se desarrolla.*

Condiciones socioeconómicas.

Mediante este atributo se ponderan otras condiciones socioeconómicas de la comunidad, como son el nivel de marginación del estado en el contexto nacional, el nivel de marginación del municipio en que se encuentra la comunidad, inmigración de otros estados hacia el estado en que se encuentra la comunidad, grupo de riesgo a que pertenece el estado, número de habitantes de la comunidad y nivel de alfabetización de la comunidad. Todos estos atributos son ponderados de acuerdo al método *When Changed Condiciones socioeconómicas*, que se muestra a continuación.

```

WHEN CHANGED
BEGIN
  (Asignación de cadena de conclusiones finales)
  IF Grupo OF Mpio seleccionado = 4
  OR Grupo OF Mpio seleccionado = 5 THEN
  BEGIN
    (Asignación de cadenas)
  END

  ! Marginación Edo. 2 y 3.
  IF Grupo OF Mpio seleccionado = 2 OR
  Grupo OF Mpio seleccionado = 3 THEN
  BEGIN
    (Asignación de cadenas)
  END

  ! Marginación Edo. 1.
  IF Grupo OF Mpio seleccionado = 1 THEN
  BEGIN
    (Asignación de cadenas)
  END

  ! Datos de inmigración.
  IF Vienen1 OF Datos InfoEdos <> ""
  OR Vienen2 OF Datos InfoEdos <> ""
  OR Vienen3 OF Datos InfoEdos <> ""
  OR Vienen4 OF Datos InfoEdos <> "" THEN
  BEGIN
    (Asignación de cadenas)
  END

  ! Riesgo por Número de habitantes.
  IF Número de habitantes OF Tamaño localidad >= 100
  AND Número de habitantes OF Tamaño localidad < 1000 THEN
  BEGIN
    (Asignación de cadenas)
  END
END

```

```
Numero de habitantes OF Tamano localidad >= 50
D Numero de habitantes OF Tamano localidad < 100 THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

IF Numero de habitantes OF Tamano localidad >= 1000
AND Numero de habitantes OF Tamano localidad < 2500 THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

IF Numero de habitantes OF Tamano localidad >= 1
AND Numero de habitantes OF Tamano localidad < 49 THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

IF Numero de habitantes OF Tamano localidad >= 2500 THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

* Campañas educativas
IF NOT Alfabetizacion OF Tamano localidad THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

IF Alfabetizacion OF Tamano localidad THEN
BEGIN
    (Asignacion de cadenas)
END

enabled OF campañas educativas = TRUE
END
```

Una vez que se ha recabado toda la información necesaria y se han realizado todas las inferencias parciales que se encuentran dentro del método *When Changed Comenzar inferencias parciales*, se puede observar que la última instrucción que realiza este es cambiar

el valor del atributo Comenzar inferencias finales a TRUE, de tal manera que se disparen las inferencias finales del sistema, que son las que terminan de procesar la información recabada de las inferencias parciales y forman la recomendación final que se da al usuario. A continuación se muestra la Clase Inferencias finales.

Antecedentes	Atributo relacionado (Clase: Inferencias finales)
Disparar las inferencias finales del sistema.	Comenzar inferencias finales.
Los vectores transmisores de la enfermedad no se desarrollan en la comunidad.	Sin anopheles
Los vectores transmisores de la enfermedad se desarrollan, pero no se desarrollan los parásitos que la ocasionan.	Con anopheles sin parásitos
Tanto el vector como el parásito se desarrollan en la comunidad.	Con anopheles parásito y varios enfermos

Comenzar inferencias finales.

Mediante este atributo se dispara el método *When Changed Comenzar inferencias finales*, que permite terminar de elaborar las recomendaciones que el sistema dará como conclusiones finales. Existen tres posibilidades para llegar a la conclusión final:

1. El vector no se desarrolla
2. El parásito no se desarrolla
3. Se desarrollan tanto el vector como el parásito.

El método *When Changed Comenzar inferencias finales* se muestra a continuación.

```

WHEN CHANGED
BEGIN
text OF Tipo de inferencia := "Finales"

! Inferencia por viaje sin parásito
IF CONF(Desarrollo de los anopheles OF Inferencias parciales) <= 70 THEN
    PURSUE Sin anopheles OF Inferencias finales

! Inferencia por transfusión sin parásito
IF CONF(Desarrollo de los anopheles OF Inferencias parciales) > 70
AND CONF(Vivas OF Parásito) <= 50
AND CONF(Falciparum OF Parásito) <= 50 THEN
    PURSUE Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales

! Inferencia con anopheles y parásitos
IF CONF(Desarrollo de los anopheles OF Inferencias parciales) > 70
AND ( CONF(Vivas OF Parásito) > 50
OR CONF( Falciparum OF Parásito) > 50) THEN
    Con anopheles y parásitos OF Resultados finales := TRUE
ELSE
    Con anopheles y parásitos OF Resultados finales := FALSE

```

```

! Fuera de ambito
IF Sin anopheles OF Inferencias finales = FALSE
AND Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales = FALSE
AND Con anopheles y parásitos OF Resultados finales = FALSE THEN
Fuera de ambito OF Resultados finales = TRUE
END
    
```

Sin anopheles.

Esta es la primera posibilidad, es posible que el vector no se desarrolle en la comunidad y aún así exista algún paciente con la enfermedad, esto solo puede ser debido a dos causas, a que recibió una transfusión contaminada con el parásito o a que realizó un viaje a una zona en la que la enfermedad existe y allí fue contagiado. Para determinar esto se utiliza el *Rule Group Sin Anopheles*, que a su vez dispara un par de métodos *When Changed*. A continuación se muestran las reglas y métodos para esta inferencia final.

```

RULE Contagio por transfusion
IF Transfusion
AND Pasa riesgo lugar de la transfusion
THEN
Sin anopheles OF Inferencias finales
AND Contagio por transfusion sin anopheles OF Resultados finales
ELSE
Sin anopheles OF Inferencias finales = FALSE
    
```

WHEN CHANGED

BEGIN

```

(Asignacion de texto final)
output OF main window = display de conclusion
visible OF Ventana de atencion = FALSE
visible OF main window = TRUE
stop OF application = TRUE
    
```

END

RULE Contagio por viajes

```

IF Visita a lugar de riesgo
AND Pasa riesgo lugar visitado >= 3
THEN
Sin anopheles OF Inferencias finales CF 90
AND Contagio por viaje sin anopheles OF Resultados finales
ELSE
Sin anopheles OF Inferencias finales CF 90
    
```

WHEN CHANGED

BEGIN

```

(Asignacion de texto final)
output OF main window = display de conclusion
visible OF Ventana de atencion = FALSE
visible OF main window = TRUE
stop OF application = TRUE
    
```

END

Con anopheles sin parásitos.

La segunda posibilidad es que el vector se desarrolle, pero no el parásito. Como en el caso anterior, solo hay dos razones que explican la presencia de la enfermedad en una comunidad con estas características, es decir, que el paciente recibió una transfusión contaminada con el parásito o a que realizó un viaje a una zona en la que la enfermedad existe y allí fue contagiado. A continuación se muestran las reglas y métodos utilizados para comprobar esta hipótesis.

```

RULE Contagio por transfusión con anopheles sin parásitos
IF Transfusión
AND Pasa riesgo lugar de la transfusión
THEN
    Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales
    AND Contagio por transfusión con anopheles sin parásito OF Resultados finales
  
```

WHEN CHANGED

```

BEGIN
    (Asignación de texto final)
    output OF main window => display de conclusion
    visible OF Ventana de atención => FALSE
    visible OF main window => TRUE
    stop OF application => TRUE
  
```

END**RULE** Contagio por viaje con anopheles sin parásitos

```

IF Visita a lugar de riesgo
AND Pasa riesgo lugar visitado >= 3
THEN
    Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales
    AND CONF(Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales) => 90
    AND C contagio por viaje con anopheles sin parásito OF Resultados finales
  
```

ELSE

```

    Con anopheles sin parásitos OF Inferencias finales := FALSE
  
```

WHEN CHANGED

```

BEGIN
    (Asignación de texto final)
    output OF main window => display de conclusion
    visible OF Ventana de atención => FALSE
    visible OF main window => TRUE
    stop OF application => TRUE
  
```

ENDCon anopheles parásitos y varios enfermos.

Esta es la posibilidad en la caerán la mayoría de los casos, ya que en esta se analizan las comunidades en que se desarrollan tanto el vector como el parásito, por lo que se deben tomar acciones para el control de la enfermedad. Para este caso, solo se utiliza el método *When Changed Con anopheles y parásitos*, que se muestra a continuación.

WHEN CHANGED

```

BEGIN
IF Con anopheles y parásitos OF Resultados finales => TRUE THEN
  
```

```
BEGIN
  (Asignación de texto final)
  output OF main window => display de conclusion
  visible OF Ventana de atencion => FALSE
  visible OF main window => TRUE
  stop OF application => TRUE
END
END
```

Fuera de ámbito.

Es posible que debido a un error al proporcionar datos al sistema, o a que se den condiciones no consideradas en la base de conocimiento del sistema, la conclusión salga fuera del ámbito del Sistema Experto, por lo que se incluye este atributo para tal caso. A continuación se muestra el método *When Changed Fuera de ámbito*.

```
WHEN CHANGED
BEGIN
  (Asignación de texto fuera de ámbito)
  output OF main window => display de conclusion
  visible OF Ventana de atencion => FALSE
  visible OF main window => TRUE
  stop OF application => TRUE
END
```

Capítulo VI

Desarrollo de un Sistema Consultor Multimedia de Paludismo

- Objetivo.
- Authorware Professional
- Sistema Consultor Multimedia de Paludismo

Objetivo.

El propósito fundamental de el Sistema Consultor Multimedia de Paludismo (SICOMP) es ser utilizado como material de apoyo para aquellas personas que no se encuentren familiarizadas con diferentes aspectos de la enfermedad, como pueden ser sus causas, sintomatología, forma de diagnóstico, situación de esta enfermedad en nuestro país, etc.

El Sistema Consultor Multimedia de Paludismo esta desarrollado con la herramienta Authorware Professional v3.0.

Authorware Professional.

Authorware es un ambiente de *authoring*¹ orientado a objetos, basado en iconos con capacidad de manejar hipertexto, diferentes tipos de datos (texto, audio, video), funciones para medición de datos y controles para integración de medios. Puede ser utilizado para desarrollar y dar mantenimiento a aplicaciones interactivas, tales como entrenamiento basado en computadora, cursos educativos, documentación en línea, publicaciones digitales, kioscos, etc.

Authorware esta diseñado para ser utilizado por cualquier persona sin requerir un largo entrenamiento o conocimiento profundo en el área de computación, por lo que es posible que cualquier experto en cualquier área del conocimiento desarrolle aplicaciones multimedia con la utilización de esta herramienta.

El desarrollo de una aplicación mediante Authorware es muy simple, ya que se realiza mediante la construcción de "diagramas de flujo" que representan la secuencia del sistema que se desarrolla. En la figura 6-1 se muestra un ejemplo de un diagrama de una aplicación desarrollada en Authorware.

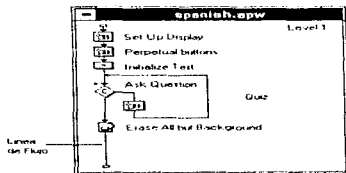


Figura 6-1. Ejemplo de Diagrama de Flujo de Aplicación Desarrollada en Authorware

¹ En el Capítulo VI se explica ampliamente el concepto de *Authoring*

Objetos de Authorware.

Authorware maneja diferentes tipos de objetos de datos así como de control, además de funciones especiales. Estos objetos se encuentran en la barra de herramientas del ambiente de desarrollo de Authorware, la cual se muestra en la figura 6-2.

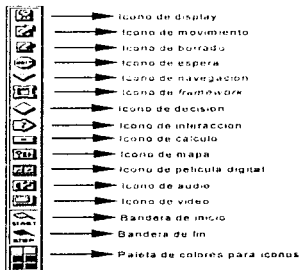


Figura 6-2. Barra de Herramientas de Authorware.

Ícono de Display.

Este ícono se utiliza para mostrar texto e imágenes. El contenido de este display puede ser texto e imágenes importadas o creadas mediante las herramientas de dibujo que proporciona Authorware.

Ícono de movimiento.

Mediante este ícono se pueden crear animaciones que muevan los objetos que se encuentran en el display de un lugar de la pantalla a otro, utilizando diferentes velocidades y trayectorias. Estos objetos pueden ser incluso películas digitales.

Se pueden utilizar cinco tipos diferentes de movimiento que trasladen el objeto directamente a su nueva posición, y dos tipos que trasladan el objeto siguiendo un camino predeterminado:

- A un punto fijo.
- A un punto calculado en una línea.
- A un punto calculado en la cuadrícula.
- Al final de una trayectoria.
- A un punto calculado.

Icono de borrado

Mediante este icono se puede borrar cualquier icono existente u objetos dentro de un display. Los objetos que pueden ser borrados son texto, imágenes, video, animaciones, etc.

Icono de espera

Este icono se utiliza para hacer una pausa en el flujo de la información, esta pausa puede esperar una acción del usuario, como puede ser dar un click u oprimir un botón, también es posible definir una pausa que dure un lapso de tiempo predeterminado o una combinación de las dos opciones anteriores.

Icono de navegación

Este icono se utiliza para crear una liga de navegación a cualquier icono que se encuentre en el sistema. Existen dos maneras de utilizar iconos de navegación:

- Utilizando navegación automática, lo que significa que cuando Authorware encuentre este icono, automáticamente saltará a la página indicada en la liga.
- Utilizando navegación definida por el usuario, mediante la cual el usuario decide a dónde va a saltar a través de algún mecanismo de control definido en el display.

Icono de *framework*

Los iconos de *framework* permiten incluir y controlar la navegación de una aplicación desarrollada en Authorware. Dentro de este icono se encuentra un conjunto de controles de navegación que los usuarios pueden utilizar para brincar entre los iconos que se encuentran dentro del *framework*.

Un icono que forma parte de un *framework* es llamada página. Una página puede ser cualquier tipo de icono, de display, de audio, de video, etc.

Icono de decisión

Los iconos de decisión se utilizan para construir estructuras de decisión. Cuando Authorware encuentra una estructura de decisión, automáticamente cambia al camino que se define en el icono de decisión. Es posible definir a que camino va a brincar Authorware y que tan frecuentemente ejecuta al icono de decisión antes de continuar con el flujo definido en el mapa.

Icono de interacción

El icono de interacción se utiliza para construir estructuras de interacción que están formadas por un icono de interacción y cualquier número de iconos adjuntos. Los iconos adjuntos a un icono de interacción se llaman iconos de resultados. Cada icono de resultados corresponde a una de las respuestas que puede dar el usuario.

El programador determina la respuesta del usuario o el evento mediante la definición de cada icono de respuesta como un tipo particular de respuesta. Cuando el usuario da la

respuesta u ocurre un evento, Authorware brinca al icono correspondiente y muestra el resultado.

Icono de cálculo

Los iconos de cálculo pueden ser insertados en cualquier punto de la línea de flujo o ser adjuntados a otros iconos. Mediante este icono es posible agregar comentarios, scripts para reglas If-Then y ciclos de repetición.

Mientras Authorware ejecuta un icono de decisión, se detiene cualquier otro proceso y Authorware no responde a clicks del mouse o teclas presionadas. El tiempo que toma el procesamiento del icono de cálculo depende de la complejidad de las instrucciones contenidas en él.

Icono de Mapa

El icono de mapa se utiliza para agrupar secuencias de iconos. Al agrupar iconos en un mapa de iconos es posible mantener una vista general de la aplicación que se desarrolla, sin importar cuantos iconos contenga. Los iconos de mapa se pueden agregar en cualquier punto de la línea de flujo.

Cada icono de mapa tiene su propia línea de flujo identificada por el nivel a que pertenece en la esquina superior derecha.

Cuando Authorware encuentra un icono de mapa, entra en él y ejecuta los iconos que contiene antes de continuar con el siguiente icono de resultados.

Icono de Película Digital

Este icono se utiliza para importar películas digitales creadas con otras aplicaciones a la aplicación que se desarrolla con Authorware.

Las películas digitales pueden ser reproducidas en un lugar fijo, o utilizar un icono de movimiento para moverlas. También es posible controlar el número de veces que se reproduce la película o la velocidad con la que es reproducida.

Una película digital puede ser cargada internamente o ser utilizada mediante una referencia externa:

- Las películas cargadas internamente se cargan y se convierten en parte del archivo de Authorware, con lo que se incrementa el tamaño de la aplicación.
- Las películas que se utilizan mediante una referencia externa no forman parte del archivo de Authorware.

Icono de sonido

Se puede integrar sonido a las aplicaciones desarrolladas con Authorware mediante la utilización de este icono. Los iconos de sonido se pueden utilizar en cualquier lugar de la línea de flujo.

Icono de video.

Este icono se utiliza para incluir un video clip a partir de un disco de video (video disc). El reproductor de videodiscos debe estar conectado a la computadora que contiene Authorware.

Bandera de Inicio.

Este icono es útil cuando se desarrolla una aplicación ya que permite especificar un icono a partir del cual se va a correr la aplicación. Esta bandera puede ser utilizada en cualquier punto de la línea de flujo.

Bandera de fin.

Esta bandera se utiliza generalmente en conjunto con la bandera de inicio. Cuando Authorware encuentra esta bandera, detiene la ejecución de la aplicación.

Paleta de Colores para Iconos.

Se puede aplicar uno de seis colores a los iconos mediante esta herramienta. Esta herramienta también es útil para el desarrollo de una aplicación, ya que permite identificar iconos relacionados entre si mediante colores.

SICOMP.**Estructura.**

Este sistema consta de cinco módulos generales dentro de los cuales se abordan con detalle diferentes aspectos relevantes relacionados con este padecimiento. A fin de mejorar la comprensión de los temas, se ha incorporado un glosario en línea de algunos términos que se utilizan, y que son los mismos que se encuentran en el glosario del Apéndice A. Para obtener la definición de estos términos basta con dar doble click sobre la palabra que se encuentra escrita en un color diferente que el resto del texto. Desde un punto de vista general, la estructura del Sistema se presenta en la Figura 6-3.



Figura 6-3. Estructura de SECOP

El diagrama de flujo dentro de Authorware del sistema se presenta en la figura 6-4.

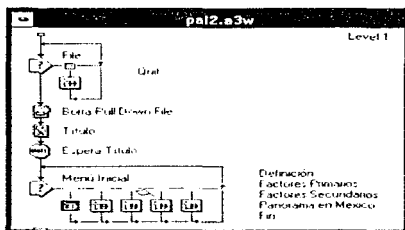


Figura 6-4. Línea de Flujo del Nivel 1 de SICOMP

Definición.

En este módulo del sistema se explica lo que es el paludismo, los parásitos que ocasionan la enfermedad, mecanismos de transmisión, los cambios histológicos y anatómicos que presentan los pacientes enfermos, las manifestaciones clínicas de la enfermedad, así como los elementos en los que se basa el diagnóstico de la misma.

En la figura 6-5 se muestra el diagrama de bloques de este módulo de SICOMP, y en la figura 6-6 se muestra la línea de flujo principal de Authorware de este nivel.

Por principio de cuentas se presentan las causas del mismo, es decir, se describe a los parásitos que ocasionan la enfermedad, describiendo su ciclo de vida y condiciones ambientales que favorecen su desarrollo.

En la siguiente etapa, se explican los mecanismos de transmisión de la enfermedad.

A continuación se menciona a los órganos y tejidos que afecta la enfermedad y posibles consecuencias de acuerdo al órgano de que se trate.

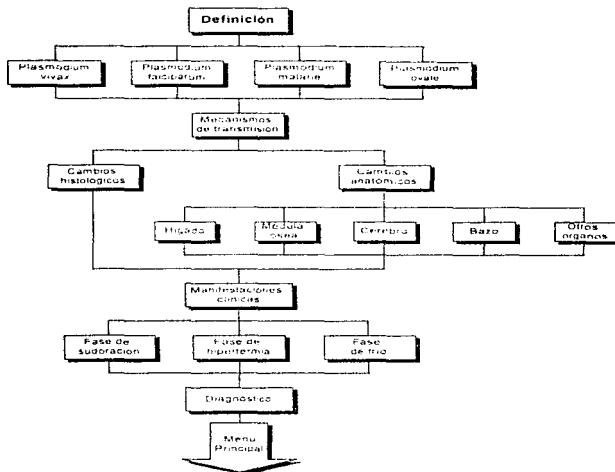


Figura 6-5. Diagrama de Flujo del Módulo de Definición

Posteriormente se explican las manifestaciones clínicas de la enfermedad, describiendo cada una de las fases de esta, es decir, fase de frío, fase de hipertermia y fase de sudoración.

Finalmente se indica la manera en la que se obtiene el diagnóstico de la enfermedad.

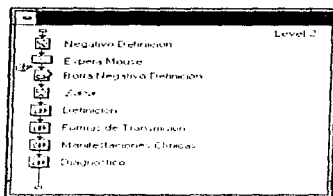


Figura 6-6. Línea de flujo del Módulo de Definición de SICOMP

Factores Primarios

Dentro de este módulo se describen los factores primarios de la enfermedad, es decir, el ciclo vital del parásito, el cual se divide en esquizogonia asexual, fase sexual y esquizogonia exoeritrocítica.

En la figura 6-7 se muestra el diagrama de bloques de este módulo de SICOM, y en la figura 6-8 se muestra la línea de flujo principal de Authorware de este nivel.

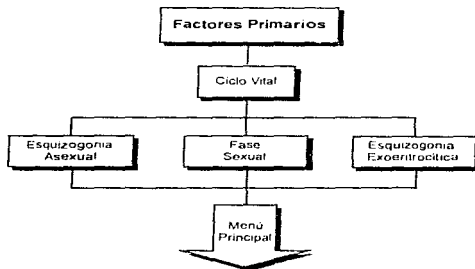


Figura 6-7. Diagrama de Flujo del Módulo de Factores Primarios

Estos parásitos deben cumplir dos ciclos de vida, el primero que se desarrolla en los mosquitos² y el segundo en el que se encuentran dentro de algún huésped vertebrado, como puede ser el ser humano.

En la etapa de desarrollo dentro del vector, se explica el ciclo de desarrollo del parásito y la manera en que al final de esta etapa se encuentran en las glándulas salivales del mosquito para ser transmitidos a un vertebrado en cuanto sea picado.

Una vez que el parásito se encuentra dentro de un vertebrado, cumple con dos fases de desarrollo, una en la que se encuentra dentro de células que no son ni eritrocitos ni reticulocitos, la cual se conoce como esquizogonia exoeritrocítica. En la segunda etapa el parásito se desarrolla dentro o sobre eritrocitos, por lo que esta fase de su desarrollo se conoce como esquizogonia eritrocítica.

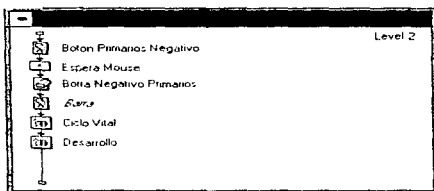


Figura 6-8. Línea de flujo del Módulo de Factores Primarios de SICOMP

Factores Secundarios.

El módulo de Factores Secundarios describe con detalle al vector de la enfermedad, comenzando por la clasificación entomológica del mismo.

En la figura 6-9 se muestra el diagrama de bloques de este módulo de SICOM, y en la figura 6-10 se muestra la línea de flujo principal de Authorware de este nivel.

² Como se menciona en el Capítulo III, a los mosquitos se les denomina el *vector de la enfermedad*, ya que mediante ellos pasan al ser humano.

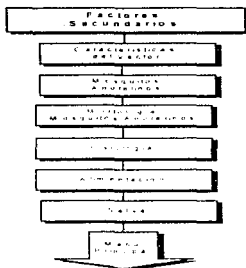


Figura 6-9. Diagrama de Flujo del Módulo de Factores Secundarios.

Una vez que se ha proporcionado la clasificación de estos, se describe con detalle su morfología, es decir, la forma y estructura del cuerpo del mosquito.

A continuación se describe brevemente la fisiología del mismo, lo que es importante para comprender la manera en la que se pueden controlar o eliminar los criaderos de mosquitos.

Finalmente, se menciona el tipo de alimentación de estos insectos, así como algunas características relevantes de la saliva del mismo.

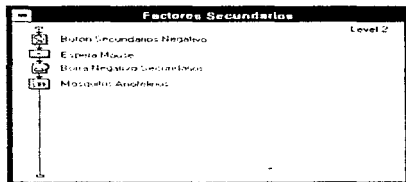


Figura 6-10. Línea de flujo del Módulo de Factores Secundarios de SICOMP

Panorama en México.

Este es el último módulo del sistema, y en este se proporciona una visión estadística de la incidencia de la enfermedad en nuestro país.

En la figura 6-11 se muestra el diagrama de bloques de este módulo de SICOM, y en la figura 6-12 se muestra la línea de flujo principal de Authorware de este nivel.

La primera tabla que se presenta muestra la incidencia de paludismo en cada uno de los estados de la república entre 1985 y 1992, además de la reducción que se ha logrado de la misma en este periodo.

A continuación, se muestra con detalle la morbilidad de la enfermedad en los estados con mayor incidencia de la misma, es decir, Campeche, Chiapas y Oaxaca.

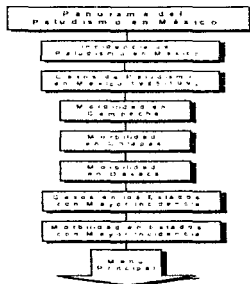


Figura 6-11. Diagrama de Flujo del Módulo de Panorama en México.

Finalmente se muestran los casos y morbilidad en los estados con mayor incidencia de la enfermedad.

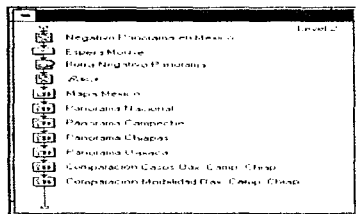


Figura 6-12. Línea de flujo del Módulo de Panorama en México

Apéndices

- Apéndice A.
Open Database Connectivity.
- Apéndice B.
Algunos Métodos Existentes para
Cuantificación de la Pobreza.
- Apéndice C.
Glosario.
- Apéndice D.
Bibliografía.

Apéndice A

Open Database Connectivity Windows Open Services Architecture

La meta de la Arquitectura de Servicios Abiertos de Windows o Windows Open Services Architecture (WOSA) es permitir que las aplicaciones basadas en Windows tengan acceso transparente a toda la información disponible sin necesidad de que "sepan" nada sobre la infraestructura en la que corren, por ejemplo, tipo de red, tipo de computadora, servicios disponibles, etc.

Microsoft anunció la iniciativa WOSA a principios de 1992. En un principio se incluyeron un servidor de comunicaciones Microsoft/Digital, una interfaz de envío de mensajes (*Messaging Application Programming Interface, MAPI*) y un módulo llamado Conectividad Abierta a Bases de Datos (*Open Database Connectivity, ODBC*).

El plan para la implementación de WOSA incluyó una capa de abstracción que proporcionaba interacción con diferentes dispositivos de cómputo a través de API's. Las aplicaciones basadas en Windows que utilizan estas API's¹ pueden operar desde una gran variedad de dispositivos para usuario final.

El principal beneficio de WOSA es proporcionar acceso completo a todos los ambientes de computación en una empresa. Algunos beneficios adicionales son:

- Facilidad de actualizaciones.
- Protección para la inversión en software.
- Fácil integración de componentes de diferentes vendedores.
- Tiempo de desarrollo más corto.
- Posibilidad de integrar otros servicios conforme estos surjan.

Open Database Connectivity.

La interfaz para Conectividad Abierta a Bases de Datos u *Open Database Connectivity* (ODBC) permite que las aplicaciones accesen información en bases de datos a través de comandos SQL.

Con el uso de ODBC las aplicaciones adquieren un alto nivel de interoperabilidad ya que su desarrollo no es específico para un cierto manejador de bases de datos (DBMS), es más, cada aplicación puede interactuar con cualquier SQL de cualquier DBMS. Cada usuario agrega el driver de bases de datos específico para su DBMS. De esta manera, la aplicación permanece sin cambios a pesar de que puede ser utilizada con diferentes DBMS.

ODBC no es un producto de software en sí, es una especificación de software. Los usuarios de ODBC, los proveedores de DBMS y los desarrolladores siguen las

¹ Un Interfaz para Programación de Aplicaciones o Application Program Interfaces (API) es un protocolo que accesa servicio que han sido estandarizado en el ambiente Windows.

especificaciones de ODBC. Las aplicaciones invocan a un API ODBC como cliente, mientras que los DBMS's lo utilizan como un proveedor de servicios

Varios proveedores de DBMS proporcionan DLL's cliente/servidor para Windows, sin embargo estas son específicas para cada DBMS. El usuario no puede cambiar la base de datos sin cambiar la aplicación ya que las interfaces no son estándar. Esto difiere del enfoque de ODBC que se menciona con anterioridad. Una interfaz estándar ODBC define:

- La sintaxis SQL basada en el Grupo de Acceso SQL y en las especificaciones X/Open SQL de 1991.
- Una librería de funciones ODBC que permiten que la aplicación se conecte a un DBMS, ejecute comandos SQL y traiga los resultados.
- Un conjunto de códigos de error.
- Una representación estándar de diferentes tipos de datos.
- Un procedimiento estándar para conectarse y establecer una sesión con un DBMS.

La interfaz ODBC es muy flexible, por ejemplo, el mismo código objeto puede acceder diferentes DBMS y los valores obtenidos pueden ser presentados en diferentes formatos de acuerdo a las necesidades de la aplicación.

La arquitectura de ODBC consiste en cuatro componentes principales los cuales se muestran en la Figura A-1. Como se puede observar, existe una aplicación función que inicia el proceso llamando a los servicios ODBC que transmiten los comandos SQL y que también recibe los resultados.

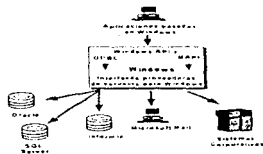


Figura A-1. Plan Operacional de WOSA

Existen varios drivers que son activados por el Manejador de Drivers. Cada driver procesa las llamadas a funciones de ODBC, envía las peticiones SQL a la fuente de datos adecuada y regresa los resultados a la aplicación original. Un driver lleva a cabo cualquier modificación a la sintaxis que sea necesaria para que este de acuerdo con el DBMS de que se trate.

La fuente de datos de la Figura A-2 no solo consiste del DBMS que se está accediendo sino también del sistema operativo y del ambiente de soporte. Si se encuentra en una red remota, la plataforma de la red también forma parte de la fuente de datos.

Desde el punto de vista de una aplicación, la diferencia entre un driver y el manejador de drivers no existe. Simplemente aparecen como una entidad que procesa las solicitudes de ODBC.

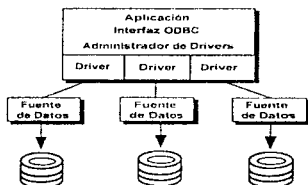


Figura A-2. Arquitectura de ODBC

Clase ODBC de Level Five Object,

La clase de L5o que permite el uso de ODBC es la clase L5odbc, la cual es una clase adicional del shell que debe ser agregada de manera independiente.

Esta clase permite conectarse a diferentes bases de datos a través de ODBC. Una vez que la conexión se ha establecido, es posible manipular los datos de la base de datos mediante el comando EXEC SQL² de L5o.

Cada instancia que se crea tiene un enlace por separado con su base de datos correspondiente, por lo que es posible acceder a varias bases de datos a la vez.

A continuación se presenta a la clase L5odbc y una breve descripción de cada una de sus atributos.

Clase L5odbc	Descripción
data source	Fuente de datos.
userid	Identificación del usuario que se va a conectar a la BD.

² El comando EXEC SQL permite incrustar comandos de SQL en las aplicaciones desarrolladas para L5o para que sea posible acceder y manipular datos en bases de datos relacionales y no relacionales. El número y tipo de comandos SQL que se pueden utilizar depende de la base de datos que se esté accediendo. E.g. EXEC Edos SQL Select * from InfoEdos

password	Password del usuario que se va a conectar a la BD.
connection string	Cadena de conexión.
connection prompting	Solicitud de conexión.
auto commit	Dar commit automáticamente.
Action:	Acción a realizar sobre la BD.
connect, disconnect	conectarse o desconectarse
records	Número de registros obtenidos en el <i>query</i>
transaction:	Transacción a realizar, commit o rollback
commit, rollback	rollback
append	Agregar registro.
status	Status de la conexión.
show error	Mostrar errores.
default error handling	Manejo por default de errores.
error message	Mensaje de error.
native error	Error nativo de la BD.
trace file	Archivo de <i>trace</i> de la conexión.

Apéndice B

Algunos Métodos Existentes para Cuantificación de la Pobreza.

Enfoque Sectorial de Necesidades Básicas Insatisfechas.

Este método consiste en definir un mínimo en cada necesidad y calcular la población debajo de cada uno de ellos, por ejemplo, porcentaje de analfabetos, porcentaje de viviendas sin agua entubada, etc., y que conduce a listados fragmentarios de brechas específicas.

Método de las Necesidades Básicas Insatisfechas.

Este método se deriva del anterior, pero utiliza diferentes dimensiones del bienestar en forma simultánea en los hogares por lo que permite identificar hogares y personas pobres.

En esta metodología las necesidades analizadas se reducen a vivienda, los servicios de esta y asistencia escolar de los menores.

Método de Línea de Pobreza.

El Método de Línea de Pobreza (LP) se descompone en el cuadro de cinco variantes. Las tres primeras son variantes de lo que se ha denominado *Canasta Normativa Alimentaria* (CNA) o *Método de la Pobreza Alimentaria*, que combina un enfoque normativo para la alimentación con uno empírico para el resto de las necesidades. En los tres casos, el procedimiento consiste en construir una canasta alimentaria, calcular su costo y, dividiéndolo entre el coeficiente de Engel¹ (E), transformarlo en la Línea de la Pobreza. En algunos de los estudios, el costo de la canasta alimentaria se denomina línea de pobreza extrema o de indigencia y sirve para identificar a los más pobres. La diferencia entre las subvariantes radica en el procedimiento para elegir el coeficiente de Engel. La primera subvariante elige el coeficiente de Engel observado entre los grupos más pobres (Ep); la segunda elige el promedio de los hogares (Em), y la tercera de un estado de referencia que satisfaga los requerimientos nutricionales (Eo).

La variante del *Ingreso Total* o *Línea de Pobreza Total* consiste en transformar en flujos monetarios todas las fuentes de bienestar del hogar (E.g.: patrimonio acumulado, acceso a servicios gratuitos, tiempo libre, etc.), sumarlas al ingreso monetario y comparar el total resultante con una línea de pobreza total también.

¹ Proporción del gasto dedicado a la adquisición de alimentos

**Método de Medición Integrada de
la Calidad y la Cantidad de la Vida.**

En cada estrato poblacional definido se calcula la tasa de sobrevivencia de los hijos nacidos vivos. Para evitar la distorsión que podría introducir la diferente estructura de edades de las madres, se estandariza la edad de las madres entre estratos. La tasa de sobrevivencia relativa, haciendo la de clase alta urbana igual a 1.00, se multiplica por el índice sintético de logro en la dimensión de la calidad de vida, obteniendo así en cada estrato el índice de calidad y cantidad de vida.

Apéndice C

Glosario.

Amibodeo:	Con forma similar a la de una ameba.
Anemia:	Disminución de la masa de sangre o de alguno de sus componentes.
Anoxemia:	Falta de oxigenación en algún tejido.
Anoxia:	Falta de oxigenación en algún tejido.
Artrópodos:	Organismos con simetría bilateral, perteneciente al reino de los metazoos, caracterizado por sus apéndices articulados y por estar provistos de un exoesqueleto quitinoso. Su cuerpo se divide en cabeza, tórax y abdomen.
Autoantígenos:	Ver autoantigénesis.
Autoantigénesis:	Proceso mediante el cual el organismo humano estimula la producción de anticuerpos específicos llamados autoantígenos.
Basófilo:	Que se tiñe fácilmente con los colorantes básicos. Clase de granulocitos del grupo de los glóbulos blancos.
Bilirrubina:	Pigmentos productos intermedios de la degradación orgánica de la hemoglobina.
Capa cortical:	Capa más externa del cerebro.
Capilares:	Vasos de muy pequeño diámetro que unen la circulación arterial con la venosa, lo mismo a nivel de los tejidos periféricos como en los pulmones.
Cefalea:	Dolor de cabeza.
Células de Glia:	Grupo de células que sirven de sostén para las neuronas.

Apéndice C

Células de Kupffer:	Células que conforman al sistema de defensa del hígado. Se trata de macrófagos.
Células monobásticas:	Células que dan origen a algo.
Células parenquimatosas:	Células que constituyen la estructura interna del hígado.
Cianosis:	Tomar coloración morada.
Citoplasma:	Parte del protoplasma de la célula que rodea al núcleo.
Congestión conjuntival:	Irritación de los ojos.
Corriente venosa eferente:	Flujo sanguíneo que entra a algún órgano.
Cromatina:	Sustancia ácida del núcleo o cualquier otro órgano celular que tiene afinidad por los colorantes básicos.
Edema:	Expansión del espacio extracelular o acumulación de agua en los tejidos.
Endemia:	Enfermedad, generalmente infecciosa que aparece constantemente en épocas fijas en ciertos países por influencia de una causa local especial.
Endotelio vascular:	Ver endotelio.
Endotelio:	Recubrimiento interno y externo de las venas.
Eritrocitos:	Glóbulos rojos.
Esplenomegalia:	Crecimiento o aumento del volumen del bazo.
Esporozoito:	Una de las fases del desarrollo del parásito del paludismo, en la cual el parásito pasa del mosquito al hombre.
Etapas Exoeritrocíticas:	Una vez que el parásito del paludismo entra en el organismo, experimenta un corto período de multiplicación en las células de ciertos tejidos (por ejemplo, el hígado).

Etiología:	Estudio científico de la conducta de los animales en su ambiente natural. Este término también se aplica al estudio empírico de la conducta humana.
Exoesqueleto:	Esqueleto exterior, por ejemplo el de los cangrejos.
Fagocitados:	Ver Fagocitosis
Fagocitosis:	Función de los leucocitos, mediante la cual ingieren y destruyen bacterias invasoras del organismo. Cuando estas bacterias son destruidas se dice que han sido fagocitadas.
Fibras miocárdicas:	Tejido muscular del corazón
Flagelos:	Organos que permiten el movimiento en este caso de los protozoos, parecen pequeños látigos.
Gametocitos:	Células redondas, distintamente sexuadas que aparecen después del ciclo sexual del parásito del paludismo.
Gametogénesis:	Proceso de formación de gametos.
Glaucoma:	Presión intraocular anormalmente alta.
Globina:	Proteína que transporta el oxígeno en la sangre.
Granulomas:	Pequeño tumor de forma redonda.
Heme:	Materia colorante roja de la sangre.
Hemoglobina:	Sustancia presente en el eritrocito, resultado de la conjugación de un pigmento (hem) y una proteína (globina). Proteína capaz de transportar oxígeno que se encuentra en los glóbulos rojos.
Hemolinfa:	Manera de denominar a la sangre de los insectos.
Hemorragias petequiales:	Pequeñas hemorragias de los microvasos
Hemozoina:	Cuando la hemoglobina es descompuesta por el plasmodium, se forma la hemozoina.
Hiperbilirrubinemia:	Aumento de las cifras de bilirrubina en el suero.
Hiperemia:	Acumulación de sangre en un órgano.

Apéndice C

Hiperplasia celular:	Aumento en la generación de células.
Hiperplasia eritroblástica:	Aumento en la generación de eritroblastos.
Hipertermia:	Elevación de la temperatura corporal.
Hipertrofia:	Desarrollo exagerado de los elementos anatómicos de una parte u órgano sin alteración de la estructura de los mismos.
Hipoxemia	Ver Hipoxia
Hipoxia	Oxigenación insuficiente de la sangre.
Histológico:	Estudio de los tejidos, relativo a los tejidos.
Histológicos:	Relativo a la histología
Histotóxico:	Sustancia tóxica para los tejidos
Ictericia:	Coloración amarilla de la piel, mucosas y secreciones debida a la presencia de pigmentos biliares en la sangre.
Macrófagos:	Célula fagocitaria perteneciente al sistema reticuloendotelial.
Manchas fusiformes:	Manchas que se presentaban en el citoplasma en el momento de la división celular
Masa esplénica:	Bazo.
Merozoito:	Después de que el parásito del paludismo se multiplica en el interior del glóbulo rojo, este último estalla y los segmentos pasan a la circulación sanguínea. Cada segmento es un nuevo parásito activo llamado merozoito
Miocardio:	Músculo cardíaco.
Necrosis cortical focal:	Necrosis localizada en la capa cortical del cerebro.
Ooquiste:	Saco o vesícula que contiene esporas o células reproductoras.
Oxihemoglobina:	Hemoglobina oxigenada.

Paraventricular:	Cercano a los ventrículos.
Patomegalia	Disminución del volumen del bazo.
Patogenia:	Parte de la medicina que se ocupa del estudio de las enfermedades.
Protoplasma:	Contenido de una célula y su membrana, exceptuando el núcleo. Se diferencia en citoplasma y núcleo.
Protozoarios:	Ver Protozoos.
Protozoos:	<p>Animales que constan de una sola célula, generalmente son de forma elíptica u ovoidal. Los protozoos son los miembros más primitivos del reino animal. Existen cuatro grandes grupos de protozoos:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Sarcodina</i>: Se mueven por medio de pseudópodos, por ejemplo, la <i>entoamoeba histolytica</i> causante de la amibiasis.• <i>Mastigophora</i>: Se mueve por medio de largos filamentos, por ejemplo, la <i>giardia lamblia</i> causante de la enteritis.• <i>Esporozoos</i>: Se mueven mediante pseudópodos solo en las fases inmaduras, el gameto macho es flagelado; por ejemplo, los <i>plasmidios vivax</i>, <i>malariae</i> y <i>falciparum</i> causantes del paludismo.• <i>Ciliata</i>: Se mueven por medio de pestañas, por ejemplo el <i>paramecium caudatum</i> que es inofensivo.
Pseudópodos:	Organos mediante los cuales se mueven algunos protozoos, tales como la ameba. Se trata de una especie de dedos o pies. (<i>pseudo</i> = falso, <i>podos</i> = pie). Estos son proyecciones lobulares, irregulares que constantemente sobresalen o se retraen de cualquier sitio de la superficie celular. El animal emite un pseudópodo y se mueve fluyendo hacia el interior de la porción proyectada.

Apéndice C

Quitina:	Material tenaz, elástico y duro característico de algunos animales. Se observa típicamente en las conchas, exoesqueletos y alas de los insectos, en el caparazón de los cangrejos y la langosta y en los protozoos.
Quitinoso:	Formado de quitina.
Reacción papular:	Levantamiento de la piel (epidermis) causada por una reacción inflamatoria. Una reacción inflamatoria se caracteriza por calor, rubor, dolor y tumor.
Reservorio:	Lugar en donde el agente infeccioso vive y se multiplica, de ellos depende este para subsistir y poder ser transmitido a un huésped susceptible.
Reticulocitos:	Precursor inmediato del eritrocito, en realidad eritrocitos de tamaño poco mayor con un tipo especial de basofilia.
Toxemia:	Presencia de una sustancia en algún órgano que posee características venenosas.
Trombosis:	Oclusión de un vaso sanguíneo por un coágulo.
Ventrículos:	Cavidades inferiores del corazón.

Apéndice D

Bibliografía

1. IMSS
"Unidad de Autoenseñanza sobre el Paludismo"
México, 1990.
2. Russell, Paul.
"Paludismo, Compendio de Principios Básicos"
Editorial: Prensa Médica Mexicana.
México, 1953.
3. Moulton, Forest Ray.
"A Symposium on Human Malaria"
Editorial: American Association for the
Advancement of Science
Washington, 1941.
4. Cárdenas de la Peña, Enrique
"Terminología Médica"
Editorial: Interamericana
2a edición
México, 1983.
5. Domínguez Reboiras, JJ y otros
"Conceptos Básicos en Terminología Médica"
Editorial: Alhambra
España, 1982.
6. Secretaría de Salubridad y Asistencia.
"Vigilancia Epidemiológica del Paludismo"
México, 1994.
7. IMSS
Subjefatura de Medicina Preventiva
"Estudio Epidemiológico del Paludismo"
México, 1994.

8. Mac Mahon, Brian
"Principios y Métodos de Epidemiología"
Segunda edición.
Editorial: La prensa médica mexicana S.A.
México, 1983
9. San Martín, Hernán
"Epidemiología: Teoría, Investigación y Práctica"
Editorial: Díaz de Santos S.A.
Madrid, 1986.
10. Masoud, Yasdani
"Artificial Intelligence, Principles and Applications"
Editorial: Chapman and Hall Computing
Gran Bretaña, 1986.
11. Rich, Elaine
"Artificial Intelligence"
Editorial: McGraw-Hill.
Singapur, 1983.
12. Winston, Patrick Henry
"Artificial Intelligence"
Editorial: Addison Wesley
3a. Edición, USA 1992.
13. Turban, Efraim
"Expert Systems and Applied Artificial Intelligence"
Editorial: Maxwell McMillan International
New York, 1992.
14. Firebaugh, Morris W.
"Artificial Intelligence, a Knowledge Based Approach"
Editorial: PWS-Kent Publishing Company.
Boston, 1989.
15. Jiménez A. Agustín, Galán López Ramón.
"Curso de Control Inteligente de Procesos"
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, 1993.
16. Nils J. Nilsson.
"Principios de Inteligencia Artificial"
Editorial: Ediciones Díaz de Santos S. A.
Madrid, 1987.

17. Mirzai, A. R.
"Artificial Intelligence Concepts
and Applications in Engineering"
Editorial: Chapman and Hall
Londres, 1990.
18. Brownie, John, Arnold, R. Williams.
"Artificial Intelligence, a
Personal Common Sense Journey"
Editorial: Prentice Hall
Eaglewood Cliff, New Jersey, 1986.
19. Frenzel, Louis E. Jr.
"Understanding Expert Systems"
Editorial: Howard W. Sams & Company
Indianápolis, Indiana, 1987.
20. Hayes-Roth, Frederick
"Building Expert Systems"
Editorial: Addison-Wesley
Estados Unidos de Norteamérica, 1983
21. Ragusa, James M. y Narasimhalu, Arcot Desai
"Expert Systems with Applications."
Editorial: Pergamon
Volumen 7
USA, 1994
22. Cashin, Jerry
"Windows Open Services Architecture"
Editorial: Computer Technology Research Corp.
USA, 1994
23. Rodawski, Ron.
"Multimedia Madness"
Editorial: Sams Publishing
Segunda edición, 1994.
1994.
24. Szoprowicz, Bohdan O.
"Multimedia Technology Combining Sound,
Text, Computing, Graphics And Video."
Editorial: Computer Research Technology Corp.
1992, USA.

Apéndice D

25. Shaddock, Phillip
"Multimedia Creations"
Editorial: Waite GGroup Press
1992, USA
26. Tway, Linda
"Welcome to Multimedia"
Editorial: Management Information Source
1992, USA.
27. Jennings, Roger
"Discover Windows 3.1 Multimedia"
Editorial: QUE
Estados Unidos, 1992

Conclusiones

Con el desarrollo de este trabajo, se hace patente la utilidad de los Sistemas Expertos y de los Sistemas Consultores en el área de la medicina, y en este caso particular para el control epidemiológico de enfermedades.

La utilización conjunta de ambos sistemas, el Consultor y el Experto lleva a una mejor comprensión de los mecanismos de desarrollo, contagio y propagación de la enfermedad, aun al personal médico que no se encuentre familiarizado con el Paludismo, con lo que se cumplen dos objetivos: familiarizar al personal con las enfermedades transmitidas por vectores, tales como el Paludismo y como consecuencia de esto, evitar o reducir la necesidad de movilizar personal externo hacia la comunidad en cuestión.

Mediante diferentes pruebas que se hicieron al sistema, se comprobó que las soluciones a que llega son correctas y que si se aplican de manera adecuada, la enfermedad se controlará rápidamente.

Aunque este trabajo representa una modesta contribución al área de la medicina, queda de manifiesto el gran potencial que tiene la inteligencia artificial, y en particular los SE en esta área, ya que gracias a las enormes capacidades de procesamiento de los nuevos procesadores y equipos de cómputo, actualmente es posible desarrollar SE cada vez más robustos en diferentes áreas del conocimiento, y para el caso de la medicina resultan sumamente útiles para aquellas situaciones en las que se requiere de un diagnóstico rápido y correcto, como puede ser para el tratamiento de envenenamientos por inhalación de sustancias tóxicas o el consumo de ellas.

A pesar de que ambos módulos del Sistema se enfocan exclusivamente al Paludismo, es posible que como parte de desarrollos futuros se incorporen, por un lado para el SE, información a la base de conocimientos sobre otras enfermedades transmitidas por vectores, tales como el dengue; y por otro lado, es posible desarrollar algunos módulos complementarios en el Sistema Consultor en los que se aborden los aspectos más importantes de las enfermedades que se pretendan agregar.

Durante el desarrollo de este trabajo fue necesario familiarizarse con aspectos tan alejados de la ingeniería como la entomología y la geografía económica, sin embargo gracias a la siempre atinada y paciente asesoría del Dr. Francisco Rodríguez Rangel el aprendizaje de estas y otras materias fue mucho menos complicado, se hizo patente la importancia del trabajo interdisciplinario para el desarrollo de un SE.

Finalmente, se puede decir sin lugar a dudas que los objetivos de incorporar el uso de nuevas tecnologías para la solución de problemas y haber desarrollado una herramienta confiable, amigable y fácilmente portable para apoyar en el diagnóstico y control del Paludismo fueron cumplido plenamente.
