

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN EL
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE ABSCESO
HEPÁTICO AMEBIANO CON HEPATITIS
TÓXICA POR ALCOHOL Y CIRROSIS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A N:

ANA ERIKA CAMARGO CRUZ
MIREYA LEVARO ARROYO
JUANITA MENDOZA UGALDE

DIRECTOR DE TESIS: ING. VANESSA AGUILAR VREBOS

MEXICO, D.F.

SEPTIEMBRE 2000



283047



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

TITULO:

**"REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN EL
DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE ABSCESO
HEPÁTICO AMEBIANO CON HEPATITIS TÓXICA
POR ALCOHOL Y CIRROSIS."**

Agradecimientos

Al Dr. Alfredo Rodríguez Magallán Jefe de Gastroenterología del Hospital Juárez de México, a la Ing. Vanessa Aguilar Vrebos, a todos aquellos Doctores y amigos que nos ayudaron para elaborar ésta Tesis.

En especial a Dios por haberme dado a los que son mis padres, hermanos y amigos, a los cuales les estoy agradecida por su apoyo, colaboración, amor y paciencia.

A los que han sido mis profesores por haberme instruido a lo largo de mi carrera, y haberme enseñado el significado de la labor de un Ingeniero.

A las familias de Mireya y Juanita, principalmente a las Señoras Mari Cruz y Lourdes por habernos recibido en su casa casi todos los fines de semana durante el último año.

A mi Universidad, la Universidad Nacional Autónoma de México, ¡Gracias!

Ana Erika Camargo Cruz.

A la Ing. Vanessa Aguilar Vrebos, por apoyar el desarrollo de este trabajo, por su asesoría, paciencia y amistad.

Al Gastroenterólogo Dr. Alfredo Rodríguez Magallán, por su valiosa colaboración y dirección médica.

Al Hospital Juárez de México, por darnos la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto en ese centro.

Al Neurólogo Dr. Rubén Acosta, por su ayuda incondicional.

A la Dra. Briqueiro de Infecciones Virales, al Dr. Washington Rivera de Endoscopia, a la Dra. Evelyn de Cancerología, y en general a todo el grupo de Doctores del Hospital Juárez de México de las diversas especialidades que ofrecieron su colaboración y otorgaron material de trabajo para ampliar la recopilación de información.

A Hylda Acosta Castillo, por su amistad.

A mis papás, que me han apoyado incondicionalmente para alcanzar todas y cada una de mis metas.

A Lulú, Marisol y Dulce por todo su amor, apoyo y colaboración.

Al M.I. Héctor Hernández Garcías por su amistad, comprensión y ayuda.

A Iván, por su amistad y consejos.

A todos mis amigos, que en todo momento me han demostrado apoyo para culminar este trabajo.

Gracias a mis Maestros y a mi Escuela.

A todos aquellos enfermos con padecimientos hepáticos.

Principalmente a Dios por todas las cosas que me ha dado, mi familia, amigos, por su amor y sus cuidados.

Juanita Mendoza Ugalde.

A Dios,
Por permitir que todo se realizara.

A mis papás,
Gracias por apoyarme y brindarme su confianza, por ese amor, cariño, paciencia y ejemplo que siempre nos han dado.

Ing. Vanessa Aguilar Vrebos,
Por el tiempo que nos ha dedicado para la realización de este trabajo, sus enseñanzas y la confianza otorgada.

Al Dr. Alfredo Rodríguez Magallán,
Por compartir sus conocimientos y experiencias.

A la Universidad, nuestra Máxima Casa de Estudios,

Y a todas aquellas personas que en algún momento se vieron involucradas en el desarrollo de este trabajo, sin faltar Janet y Minerva que también fueron importantes.

Mireya Lévaro Arroyo.

INDICE

INTRODUCCIÓN	i
JUSTIFICACIÓN.....	ii
OBJETIVO(S):.....	ii
1. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	2
1.1. REDES NEURONALES ARTIFICIALES	2
1.1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1.2. PANORAMA HISTÓRICO.....	3
1.3 DEFINICIÓN DE RED NEURONAL	5
1.1.4. ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL BIOLÓGICA	7
1.1.5 ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL (RNA)	9
1.2. SISTEMAS EXPERTOS.....	26
1.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO	27
1.2.2 CONSTRUYENDO UN SISTEMA EXPERTO	28
1.2.3 REPRESENTANDO EL CONOCIMIENTO.....	28
1.3. MINERÍA DE DATOS.....	29
2. ENFERMEDADES	39
2.1 ABSCESO HEPÁTICO AMEBIANO	39
<i>Problemática</i>	39
<i>Cuadro Clínico</i>	40
<i>Tratamiento</i>	42
2.2 CIRROSIS HEPÁTICA.....	42
<i>Problemática</i>	43
<i>Cuadro Clínico</i>	44
<i>Tratamiento</i>	45
2.3 HEPATITIS TÓXICA POR ALCOHOL	53
<i>Problemática</i>	53
<i>Cuadro Clínico</i>	54
<i>Tratamiento</i>	54
2.4 ESTADÍSTICAS	56
3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL	62
3.1. DIFERENCIAS	62
3.2. OBTENCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	65
3.3. ENTRENAMIENTO DE LAS RNA	71
3.4 PRUEBAS DE ENTRENAMIENTO	72
3.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PATRONES DE ENTRENAMIENTO Y PRUEBA	81
3.6. FASE DE PRUEBAS	83
4. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA	88
4.1. ESTUDIO PRELIMINAR.....	88

OBJETIVO.....	88
PAPEL DEL USUARIO.....	88
4.2. REQUERIMIENTOS.....	88
4.3. DISEÑO DEL SISTEMA.....	89
4.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	89
Entidades del Sistema.....	89
4.3.3. ASOCIACIONES ENTRE ENTIDADES.....	91
4.3.4. MODELO ENTIDAD RELACIÓN.....	92
4.3.5. TABLAS NORMALIZADAS.....	93
4.3.6. LISTA DE ENTIDADES.....	94
Paciente.....	94
Cuadro Clínico.....	94
Signos.....	95
Síntomas.....	95
Presenta.....	96
Tiene.....	96
4.3.7. DIAGRAMA ESTRUCTURADO (MAPA DEL PROGRAMADOR).....	97
4.3.8. PROTOTIPO.....	98
4.4. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.....	121
V. CONCLUSIONES Y RESULTADOS.....	123
APÉNDICE A. INDICE DE TABLAS.....	i
APÉNDICE B. INDICE DE FIGURAS.....	i
APÉNDICE C. CÓDIGO GENERADO POR NEUROSHELL.....	i
GLOSARIO.....	i
BIBLIOGRAFÍA.....	i

INTRODUCCIÓN

En los hospitales de nuestro país se ven diariamente enfermedades del aparato digestivo, cuyo diagnóstico se realiza por medio de una historia clínica y ciertos estudios de laboratorio. El diagnóstico es relativamente fácil para un especialista en la mayoría de los casos, pero cuando se trata de un médico general resulta un poco complicado, debido a las características semejantes que existen entre algunas de estas enfermedades, es decir, la sintomatología es muy parecida entre ellas.

La mayoría de las personas que se enferman del aparato digestivo acuden a un médico general, quien hace la revisión pertinente y da el tratamiento a seguir. Sin embargo, en muchas ocasiones este médico no posee la experiencia necesaria en esta área, lo cual puede dar lugar a un diagnóstico incorrecto y un tratamiento inadecuado; después de que el paciente lleva a cabo el tratamiento y no ve mejoría en su estado de salud, es cuando envía al paciente con el especialista. Cuando el paciente acude a éste, su enfermedad en algunas ocasiones ya ha avanzado, por lo que se hace más difícil el tratamiento y está más propenso a las complicaciones.

Otro problema de salud al que se enfrenta nuestro país es la escasez de médicos especialistas, lo cual es más frecuente en el interior de la República donde predominan los médicos generales, quienes no tienen los conocimientos ni la experiencia necesaria para el tratamiento de enfermedades del aparato digestivo. Muchos padecimientos se pueden identificar con cierta facilidad por medio de ciertos estudios de laboratorio y gabinete, pero tienen un costo elevado y sólo se realizan en ciudades grandes, siendo esto un problema para personas de escasos recursos que viven en provincia.

JUSTIFICACIÓN.

Debido a todas estas circunstancias, decidimos realizar un sistema que ayude a diagnosticar con mayor precisión enfermedades del área de la gastroenterología. El objetivo de este sistema es ser una herramienta de apoyo en la detección temprana de la enfermedad que permita al médico dar un tratamiento adecuado, o bien, indicar que el paciente debe ser enviado a un especialista para no dar tiempo a que la enfermedad avance. Otro beneficio de este procedimiento es evitar estudios de laboratorio costosos y de difícil acceso para personas de escasos recursos.

Los padecimientos digestivos que son frecuentes en nuestro país y pueden confundirse son: Hepatitis Alcohólica, Cirrosis Hepática y Absceso Hepático Amebiano. Éstas presentan un cuadro clínico semejante aunque el tratamiento que se da para cada una es diferente.

En el presente estudio se utilizarán Redes Neuronales Artificiales para el diagnóstico diferencial de la enfermedad. Se decide el manejo de esta herramienta, dado que el diagnóstico de estas enfermedades se basa fundamentalmente en la experiencia de los especialistas, quienes han aprendido a asociar ciertos síntomas e historia ambiental con determinados estados del sistema. Dado que para el diagnóstico diferencial de las enfermedades a tratar en esta tesis va más allá de un análisis lógico causal, resulta la conveniencia de utilizar Redes Neuronales Artificiales, que basándose en ejemplos concretos y con la tutoría de experto aprendan a diagnosticar sistemas complejos.

OBJETIVO(S):

- Realizar un modelo que permita facilitar el diagnóstico diferencial entre el Absceso Hepático Amebiano, Hepatitis Tóxica por Alcohol y Cirrosis además de confirmar el diagnóstico clínico y tratamiento.
- Enfocar el manejo del sistema, a profesionales médicos cuya área de trabajo no sea la especialización gastroenterológica, de manera que se les proporcione una herramienta de apoyo en el tratamiento y diagnóstico de las enfermedades antes citadas.

- Reducir el diagnóstico erróneo de estas enfermedades, alcanzando una eficacia mínima de 90%.
- Reducir el costo en el diagnóstico de las mismas, al evitar cierto tipo de estudios, que no se encuentran al alcance de toda la población ya sea por falta de recursos económicos o por la distancia que existe de su habitat a un centro médico especializado.

CAPÍTULO

1

1. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

1.1. REDES NEURONALES ARTIFICIALES

1.1.1. INTRODUCCIÓN

El comportamiento de todo organismo está influenciado por aspectos del ambiente en el que se desarrolla. el ambiente mismo responde a aspectos de la actividad del organismo. Cuando el ambiente interacciona con el organismo, es como si se le aplicara una entrada a un sistema, cuando el organismo genera la respuesta a esa interacción se puede considerar como la salida del sistema. que a su vez interacciona con el ambiente.

Todo organismo. está constituido por muchos sistemas que ayudan a mantener el equilibrio del cuerpo humano. Uno de los sistemas más importantes en nuestro cuerpo es el sistema nervioso, el cuál tiene como función principal, controlar e integrar la actividad de las diversas partes del cuerpo.

Gracias a las investigaciones realizadas por Ramón y Cajal se conoce el funcionamiento del sistema nervioso en general. El cerebro en particular no es una masa uniforme de tejido neural. sino que está constituido por un conjunto de zonas heterogéneas (ver fig. 1.1.). Cada una de estas zonas tiene una arquitectura que comprenden un variado número de neuronas de forma y tamaño distintos.



Fig. 1.1. Corte Cerebral.

El principal propósito de todos los sistemas neuronales es el control centralizado de varias funciones biológicas. Cuando se habla de computación neuronal, o redes neuronales, normalmente sólo se tienen en mente las funciones sensoriales y motoras, así como algún tipo de procedimiento interno llamado pensamiento.

En los últimos años se ha originado un desarrollo explosivo de la investigación básica y aplicada alrededor de las Redes Neuronales Artificiales.

Entre las razones de este desarrollo, destaca que las Redes Neuronales Artificiales presentan en ciertos campos claras ventajas sobre las computadoras digitales comunes, pues no sólo son capaces de aprender de la experiencia sin grandes complicaciones de software o de hardware, sino que pueden resolver en forma sencilla y económica algunos de los problemas que constituyen los mayores retos para las computadoras tradicionales, tales como el reconocimiento de patrones complejos, procesamiento de imágenes, generación e interpretación del lenguaje natural y problemas de clasificación y diagnóstico difuso.

1.1.2. PANORAMA HISTÓRICO.

Diseñar y construir máquinas capaces de realizar procesos con cierta inteligencia ha sido uno de los principales objetivos y preocupaciones de los científicos a lo largo de la historia.

En un principio los esfuerzos estuvieron dirigidos a la obtención de autómatas, que no eran más que el resultado del desarrollo técnico, de la habilidad mecánica de los constructores de tales artefactos. Las máquinas del tipo Von Neumann eran capaces de realizar tareas mecánicas (de cálculo, ordenación o control) de forma increíblemente rápida, pero incapaces de obtener resultados aceptables cuando se trata de tareas sencillas, por ejemplo: reconocimiento de formas, habla, etc.

El propósito no es construir máquinas que compitan con los seres humanos, sino máquinas que realicen ciertas tareas de rango intelectual con que ayudarle, lo que supone un principio básico de la inteligencia artificial.

Las primeras explicaciones teóricas sobre el cerebro ya fueron dadas por algunos antiguos filósofos griegos, como Platón y Aristóteles. Las mismas ideas sobre el proceso mental también las mantuvo Descartes y los filósofos empiristas del siglo XVIII.

La clase de las llamadas máquinas cibernéticas, a la cual la computación neuronal pertenece, tiene más historia de lo que generalmente se cree: Herón, el Alejandrino, construyó un autómata hidráulico en el año 100a.C.

Alan Turin en 1936, fue el primero en estudiar el cerebro humano como una forma de ver el mundo de la computación; sin embargo los primeros teóricos que concibieron los fundamentos de la computación neuronal fueron Warren McCulloch, un neurofisiólogo, y Walter Pitts, un matemático, quienes, en 1943, lanzaron una teoría acerca de la forma de trabajar de las neuronas. Ellos modelaron una Red Neuronal simple mediante circuitos eléctricos. Otro importante libro en los inicios de la teoría de Redes Neuronales fue "La organización del comportamiento" por Donald Hebb en 1949.

En 1957, Frank Rosenblatt comenzó el desarrollo del Perceptrón, un modelo de Red Neuronal. Este modelo era capaz de generalizar, después de haber aprendido una serie de patrones, sin embargo era incapaz de resolver el problema de la OR - exclusiva (ver fig. 1.2).

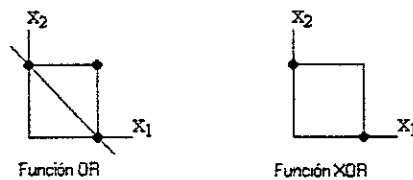


Fig. 1.2 Representación gráfica del patrón OR y XOR.

En 1959, Bernard Widrow y Marcial Hoff, desarrollaron el modelo ADALINE. Fue la primera red neuronal aplicada a un problema real, filtros adaptativos. Grossberg realizó en 1967 una red para resolver actividades como el reconocimiento continuo del habla. En 1969 surgieron numerosas críticas que frenaron hasta 1982 las investigaciones sobre Redes Neuronales.

. Marvin Misky y Seymour Papert publicaron el libro: Perceptrons, que además de contener un análisis matemático detallado del Perceptrón, consideraba que la extensión a Perceptrones multinivel era completamente estéril.

A pesar de la publicación del libro Perceptrones, algunos investigadores continuaron su trabajo. James Anderson, desarrolló un modelo lineal, llamado Asociador Lineal. Kunihiko Fukushima desarrolló el Neocognitrón, un modelo de red neuronal para el reconocimiento de patrones visuales. Teuvo Kohonen, desarrolló un modelo similar al de Anderson, de forma independientemente. En 1982 Hopfield, presentó su trabajo sobre redes neuronales en la Academia Nacional de la Ciencias, en el que describe una variante del Asociador Lineal. En 1985, el Instituto Americano de Física comenzó lo que ha sido la reunión anual Neural Networks for Computing. En 1987 el IEEE celebró la primera conferencia internacional sobre Redes Neuronales. En el mismo año se fundó la International Neural Network Society (INNS), bajo la iniciativa y dirección de Grossberg en U.S.A. En 1988, del espíritu de cooperación en esta nueva tecnología resultó la unión del IEEE y la INNS, la International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN).

1.3 DEFINICIÓN DE RED NEURONAL

Existen numerosas formas de definir redes neuronales, algunas de éstas son:

"Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos."

"... un sistema de computación hecho por un gran número de elementos de proceso muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a entradas externas." *[Hecht-Niesen]*

"Redes Neuronales Artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico."
[Kohonen]

Es necesario destacar que tales computadoras neuronales no ejecutan las típicas instrucciones de máquina de las computadoras digitales, a menos que estén hechos para emular el comportamiento de las redes neuronales físicas. En principio, la operación de un proceso básico realizada por todos los procesadores elementales es una operación análoga de transformación de sus señales de entrada.

La compleja operación de las redes neuronales es el resultado de abundantes lazos de realimentación junto con no linealidades de los elementos de proceso y cambios adaptativos de sus parámetros, que puedan definir incluso fenómenos dinámicos muy complicados.

1.1.4. ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL BIOLÓGICA.

A partir de los estudios de Ramón y Cajal del sistema nervioso en España, muchos investigadores trataron de profundizar más en todos los elementos que lo constituyen. A pesar de todas las investigaciones que se han llevado a cabo a lo largo del tiempo, aun nos falta por comprender el funcionamiento y la estructura del sistema nervioso.

Se ha definido a la neurona como el elemento básico del tejido nervioso (ver fig.1.3). La neurona es una célula que consta de:

- Una membrana exterior, que la limita y le sirve de órgano de intercambio con el medio exterior.
- Un citoplasma, que es el cuerpo principal de la célula donde radica el grueso de sus funciones.
- Un núcleo, que contiene la información genética de la célula.

El citoplasma presenta unos alargamientos llamados dendritas, que son órganos de recepción. En las dendritas terminan un gran número de fibras, que son conductoras de la señal o impulso nervioso de los receptores o de otras neuronas hacia la neurona. Éstas pequeñas fibras terminan en algo que se llama sinapsis, que constituye un relevador bioquímico y que sirve para transferir la señal de una neurona a otra.

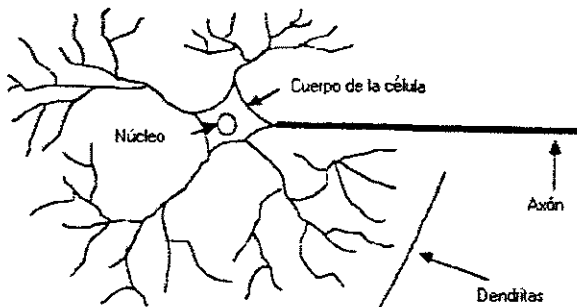


Fig. 1.3. Estructura Neuronal

Existen dos clases de sinapsis: actuadoras e inhibidoras. Las primeras favorecen el disparo de la neurona receptora y las segundas que dificultan éste. El impulso nervioso de salida es conducido por una prolongación cilíndrica alargada (que puede medir varios centímetros de largo) de la neurona, que se llama axón o cilindro eje , que en su extremo se divide en varias fibras para comunicarse con otras neuronas o con órganos efectores o motores como glándulas o músculos.

El citoplasma de las neuronas es la masa gris de los centros nerviosos y el conjunto de cilindros ejes forma la masa blanca de estos.

1.1.5. ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL (RNA)

Los componentes más importantes de una red neuronal artificial son:

- Unidades de procesamiento (la neurona artificial).
- Estado de activación de cada neurona.
- Conexión entre neuronas y regla de propagación.
- Función de salida o transferencia.
- Regla de activación.
- Regla de aprendizaje.

Dichos componentes o características están centrados, sobre todo, en las características de cada nodo de la red (*Microestructura*). La manera en cómo está organizada dicha red (*Macroestructura*) está en función de:

- Topología (Número de niveles o capas, número de neuronas por capa).
- Patrones de conexión.

1.1.5.1 MICROESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL (RNA)

Las redes neuronales son modelos que intentan reproducir el comportamiento del cerebro. Este modelo, realiza una simplificación averiguando cuáles son los elementos más importantes del sistema, bien porque la cantidad de información de que se dispone es excesiva o redundante.

Cualquier modelo de red neuronal consta de dispositivos elementales de proceso, llamados neuronas. Generalmente se pueden encontrar tres tipos de neuronas, dependiendo de su función dentro de la red (ver fig. 1.4):

- 1) Aquellas que reciben estímulos externos, que tomarán la información de entrada.
- 2) Dicha información se transmite a ciertos elementos internos que se ocupan de su procesado. Es en la sinapsis y neuronas correspondientes a este segundo nivel donde se genera cualquier tipo de representación interna de la información. Estos elementos se denominan unidades ocultas.
- 3) Una vez finalizado el periodo de procesado, la información llega a las unidades de salida, cuya misión es dar la respuesta al sistema.

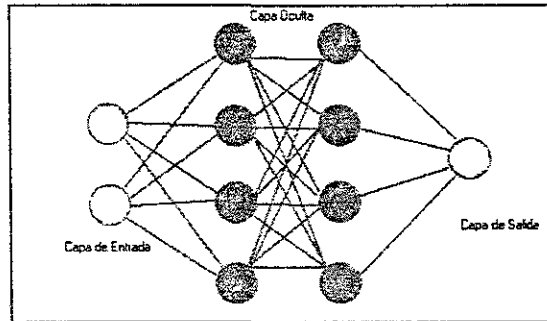


Fig. 1.4 Microestructura de una red Neuronal Artificial

Cada neurona i -ésima está caracterizada en cualquier instante por un valor numérico denominado valor o estado de activación, $a_i(t)$; asociado a cada unidad existe una función de salida, F , que transforma el estado actual de la activación en una señal de salida y_i , dicha señal es enviada a través de los canales unidireccionales a otras unidades de red; en estos canales la señal se modifica de acuerdo con la sinapsis (el peso, w_{ij}).

Las señales moduladas que han llegado a la unidad j -ésima se combinan entre ellas, generando así la entrada total, Net_j .

$$Net_j = \sum y_i W_{ij} \quad 1.1$$

Una función de activación F determina el nuevo estado de activación $a_j(t+1)$ de la neurona, teniendo en cuenta la entrada total calculada y el anterior estado de activación $a_j(t)$.

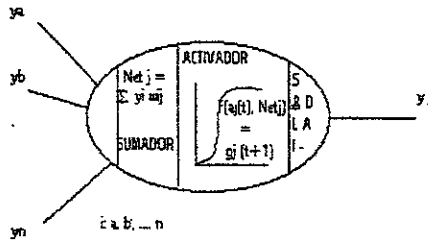


Fig. 1.5. Estructura de una Neurona Artificial

1.1.5.1.1 UNIDADES DE PROCESO: LA NEURONA ARTIFICIAL

Si se tiene N unidades (neuronas), podemos ordenarlas arbitrariamente y designar la j -ésima unidad como U_j . Su trabajo consiste en recibir las entradas de las células vecinas y calcular un valor de salida, el cual es enviado a todas las células restantes.

En cualquier sistema existen tres tipos de neuronas: entradas, salidas y ocultas. Las unidades de entrada reciben señales desde el entorno; estas entradas (que son a la vez entradas a la red) pueden ser señales provenientes de sensores o de otros sectores del sistema. Las unidades ocultas son aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema, es decir, no tienen contacto con el exterior. Las unidades de salida dan la respuesta al sistema.

La capa o nivel es un conjunto de neuronas cuyas entradas provienen de la misma fuente y cuyas salidas se dirigen al mismo destino.

1.1.5.1.2 ESTADO DE ACTIVACIÓN

Además del conjunto de unidades, se necesita representar los estados del sistema en cualquier tiempo. Esto se hace por medio de un vector de N números reales $A(t)$, que representa el estado de activación del conjunto de unidades de procesamiento.

La activación de una unidad U_i en el tiempo t se designa por $a_i(t)$, es decir:

$$A(t) = (a_1(t), a_2(t), \dots, a_i(t), \dots, a_N(t)) \quad 1.2$$

Todas las neuronas se hallan en un cierto estado, el cuál puede ser: de reposo o excitación, a los que denominaremos globalmente estados de activación, y a cada uno de los cuales se le asigna un valor. Los valores de activación pueden ser continuos o discretos. Los discretos, suelen tomar un conjunto de valores pequeños o bien valores binarios. En notación binaria, un estado activo sería 1, y se caracteriza por la emisión de impulso eléctrico de la neurona, mientras que el estado pasivo o de reposo, estaría representado por 0.

1.1.5.1.3 FUNCIÓN DE SALIDA O TRANSFERENCIA

Asociada con cada unidad U_i hay una función de salida $F_i(a_i(t))$, que transforma el estado actual de la activación $a_i(t)$ en una señal de salida $y_i(t)$, es decir:

$$y_i(t) = F_i(a_i(t)) \quad 1.3$$

En algunos modelos, esta salida es igual al nivel de activación de la unidad, en cuyo caso la función F_i es la función de identidad, $F_i(a_i(t)) = a_i(t)$. A menudo F_i es de tipo sigmoideal, y suele ser la misma para todas las unidades.

Existen 4 funciones de transferencia típicas(ver fig. 1.6) que determinan distintos tipos de neuronas:

- Función escalón.
- Función lineal y mixta.
- Sigmoidal.
- Función gaussiana.

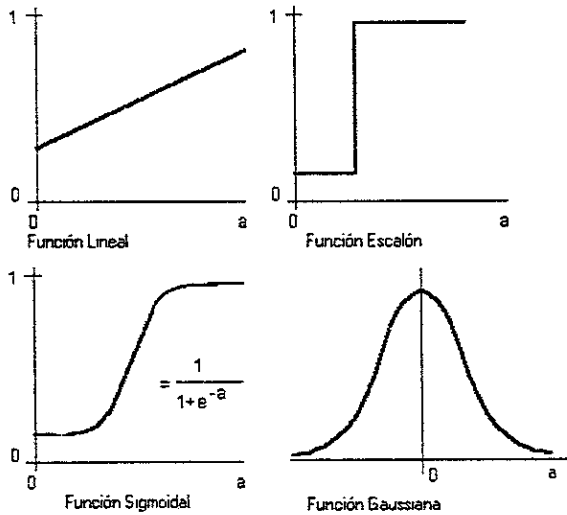


Fig. 1.6 Funciones de Transferencia

La función escalón o umbral se utiliza cuando las salidas de la red son binarias. La neurona se activa cuando el estado de activación es mayor o igual que cierto valor umbral. La función linealidad o identidad equivale a no aplicar función de salida. Las funciones mixta y sigmoidal son las más apropiadas cuando queremos como salida información analógica. La función sigmoidal se emplea en mapeos que suelen requerir dos niveles de neuronas ocultas.

1.1.5.1.4 CONEXIONES ENTRE NEURONAS Y REGLA DE PROPAGACIÓN.

Las conexiones entre las neuronas de una RNA, tienen asociadas un peso, que es el que hace que la red adquiera conocimiento.

Consideremos el valor de salida de una neurona i en un instante dado. Una neurona recibe un conjunto de señales que le dan información del estado de activación de todas las neuronas con las que se encuentra conectada. Cada conexión (sinapsis) entre la neurona i y la neurona j está ponderada por un peso W_{ij} . La entrada neta que recibe la neurona j , Net_j , es la suma del producto de cada señal individual por el valor de la sinapsis que conecta ambas neuronas.

$$Net_j = \sum y_i W_{ij} \quad 1.4$$

Esta regla muestra el procedimiento a seguir para combinar los valores de la entrada a una unidad con los pesos de las conexiones que llegan a esta unidad y es conocida como regla de propagación.

1.1.5.1.5 FUNCIÓN O REGLA DE ACTIVACIÓN.

Así como es necesario una regla que combine las entradas a una neurona con los pesos de las conexiones, también se requiere una regla que combine las entradas con el estado actual de la neurona para producir un nuevo estado de activación.

Esta función F produce un nuevo estado de activación en una neurona a partir del estado a_i que existía y la combinación de las entradas con los pesos de las conexiones Net_i .

$$a_i(t+1) = F(a_i(t), Net_i) \quad 1.5$$

En la mayoría de los casos, F es la función identidad, por lo que el estado de activación de una neurona en $t+1$, coincidirá con el Net de la misma en t . El estado de activación anterior no se tiene en cuenta. Según esto, la salida de una neurona $i(y_i)$ quedará según la expresión:

$$y_i(t+1) = f(\text{Net}_i) \quad 1.6$$

Función de transferencia o activación.

Normalmente la función de activación no está concentrada en el origen del eje que representa el valor de entrada neta, sino que existe cierto desplazamiento debido a las características internas de la neurona y no es igual en todas ellas. Este valor se denota como Q_i y representa el umbral de activación de la neurona i .

$$y_i(t+1) = f(\text{Net}_i - Q_i) \quad 1.7$$

1.1.5.1.6 REGLAS DE APRENDIZAJE

Aprendizaje podemos definirlo como la modificación del comportamiento inducido por la interacción con el entorno y como resultado de experiencias conduce al establecimiento de nuevos modelos de respuesta a estímulos externos.

Biológicamente el conocimiento se encuentra en la sinapsis. En el caso de las RNA, se puede considerar el conocimiento representado por los pesos de las conexiones entre las neuronas. Es así como las redes aprenden modificando dichos pesos.

Fundamentalmente, existen dos formas de aprendizaje:

- Aprendizaje Supervisado
- Aprendizaje No Supervisado

1.1.5.1.6.1. APRENDIZAJE SUPERVISADO

El cual requiere de un tutor externo y una series de patrones de aprendizaje. El tutor conoce el vector de respuestas correcto ante cada vector de entrada y, con la respuesta real de la red, genera un vector de error, que realimenta a ésta. La red, con base al vector de error, actualiza los pesos de sus interconexiones de manera que el error tienda a desaparecer. Con un número suficiente de sesiones de entrenamiento, la red converge produciendo las respuestas deseadas. Este tipo de aprendizaje es el aplicado tanto en el modelo Perceptrón, como en el Adaline, Madaline, Redes de Grossberg y Retropropagación.

1.1.5.1.6.1.1. PERCEPTRÓN

Modelo desarrollado por Rosenblat (1958), consiste en una neurona procesadora, con sus elementos de entrada, sumador, activador y elementos de salida a la cual le llegan señales de entrada $x_i = 1,2, \dots, n$ cada una a través de su línea de conductividad o peso asociado w_i .

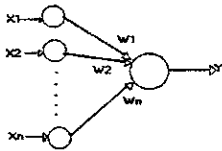


Fig 1.7.1 Entradas y salidas de una neurona escalon.

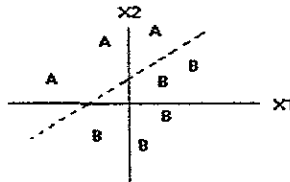


Fig. 1 72. Patrón lineal

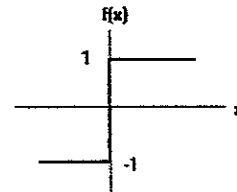


Fig 1 7 3. Función de activación

El elemento sumador efectúa entonces una suma ponderada de las entradas, en tanto que el activador emplea una función escalón de umbral, si la suma ponderada es mayor o igual a un valor de umbral θ .

$$Y = f [\sum w_i X_i - \theta] \quad 1.8$$

$$X_2 = - \frac{W_1}{W_2} X_1 + \frac{\theta}{W_2} \quad 1.9$$

El perceptrón puede clasificar un vector analógico de entrada en dos clases A y B

La red neuronal más simple construida con perceptrones tiene dos capas: una receptora de entrada, en la que a la salida de cada neurona reproduce simplemente su entrada y una capa de salida formada por perceptrones como los antes descritos, totalmente conectados con la capa de entrada, a través de líneas de comunicación con conductibilidades o pesos ajustables.

La ley de aprendizaje del perceptrón ajusta estos pesos, de manera que se obtenga con mayor probabilidad la salida deseable correspondiente a un cierto número de entradas.

El perceptrón es entrenado presentándole un conjunto de patrones de entrenamiento en forma repetida. Cada patrón de entrenamiento es una pareja formada por un vector a la entrada x y su vector de salida deseable. La dimensión del vector de entrada es igual al número de neuronas de la capa de entrada, en tanto de la dimensión del vector de la salida es igual al número de neuronas de la capa de salida.

Ai presentarle el vector de entrada al Perceptrón, sus neuronas de entrada lo asumen. Las salidas de la red se comparan con el vector de salida y la diferencia obtenida se utiliza para ajustar los valores de los pesos w de la interconexiones. Este ajuste se hace de modo que sea más probable que la red dé la respuesta apropiada la siguiente vez. El entrenamiento

prosigue hasta que todas las respuestas de la red se aproximen en forma aceptable a las deseadas.

Para el reajuste de los pesos, existen diferentes propuestas basadas en la **regla delta** de Widrow y Hoff (1960), donde el nuevo peso w_1 es igual al peso anterior w_0 mas una cantidad proporcional a la diferencia entre la salida deseada t y la salida real y , x es la entrada correspondiente que cuando vale 1 (esta activa) modifica el peso:

$$w_1 = w_0 + x \eta (t-y) \quad 1.10$$

Donde η es una constante de proporcionalidad menor que la razón de aprendizaje.

Antes de comenzar el entrenamiento, los pesos se fijan aleatoriamente. durante el entrenamiento, los patrones de entrenamiento se presentan a la red una y otra vez hasta que los pesos ya no se modifican, en este caso se dice que la red ha convergido, en el que ha aprendido con éxito ó se declara incapaz de aprender todas las respuestas correctas.

El desempeño de la red se puede medir con el error cuadrático medio:

$$E = \sqrt{\frac{\sum_p \sum_j (t_{jp} - x_{jp})^2}{n_p n_o}} \quad 1.11$$

donde : n_p = número de patrones de entrenamiento.

n_o = número de neuronas en la capa de salida.

La primera sumatoria se toma sobre los patrones de entrenamiento y la segunda sobre las neuronas de salida., teniendo como desventaja que únicamente permite una capa de pesos adaptativos y solo puede clasificar patrones linealmente separables.

1.1.5.1.6.1.2. ADALINE

La Adaline elaborada en 1960 por Bernard Widrow y Marcian Hoff (ver fig. 1.8), tiene el mismo mecanismo que el perceptrón, ya que calcula la suma ponderada de sus entradas, contando con ciertas diferencias:

- a) A las entradas se les agrega otra entrada adicional x_0 con un valor constante bias o polarización, que en general es igual a +1 y que modulada por su peso w_0 , representa el umbral de disparo de la neurona.
- b) La señal es +1 o -1, si la suma ponderada es mayor o menor que el valor umbral de disparo.
- c) El error es la diferencia entre las salida S del sumador y la salida deseada, y no la diferencia entre la salida total y la salida deseada.

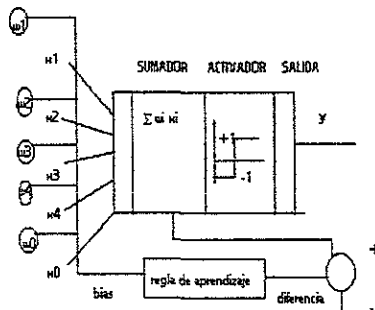


Fig 1.8 Adaline

La Red ADALINE utiliza un aprendizaje con supervisión denominado regla del mínimo error cuadrático medio o regla delta porque trata de minimizar la diferencia entre el valor observado y el deseado en la salida de la red, como ocurre con el Perceptrón, sólo que ahora la salida considerada es el valor previo a la aplicación de la función de activación de la neurona o, si prefiere, la salida obtenida al aplicar una función de activación lineal.

La regla de aprendizaje de mínimos cuadrados es un método para encontrar el vector de pesos deseado, el cuál deberá ser único y asociar con éxito cada vector del conjunto de vectores o patrones de entrada con su correspondiente valor de salida correcto. Nótese que el problema de hallar un conjunto de pesos W para un vector de entrada X resulta sencillo, lo que no ocurre cuando se dispone de un conjunto de vectores de entrada, cada uno con su propio valor de salida asociado. El entrenamiento de la red consiste en adaptar los pesos a medida que se vayan presentando los patrones de entrenamiento y salidas deseadas para cada uno de ellos. Para cada combinación entrada-salida se realiza un proceso automático de pequeños ajustes en los valores de los pesos hasta que se obtienen las salidas correctas.

1.1.5.1.6.1.3 APRENDIZAJE POR RETROPROPAGACIÓN DEL ERROR

La principal deficiencia de los algoritmos de aprendizaje referidos es que no pueden ser utilizados cuando hay más de una capa de pesos que ajustar. Por esta razón, el modelado de sistemas inteligentes mediante Redes Neuronales decayó durante algunos años, hasta que en 1986 David Rumelhart, Geoffrey Hinton y Ronald Williams, en el libro *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructures of Cognition*, introdujeron el algoritmo de retropropagación, que permitía ajustar los pesos de varias capas de interconexiones, con arreglo a la diferencia entre la salida real y la deseada (ver fig 1.9).

El algoritmo de retropropagación del error se explicará a continuación, en base a una red neuronal de tres capas: la capa de entrada, intermedia y la de salida.

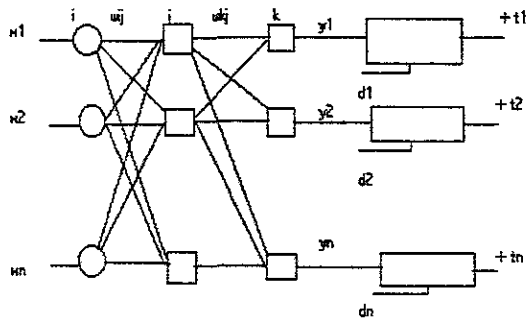


Fig 1.9 Red con propagación hacia atrás.

La capa de entrada es la única que recibe señales de entrada externas, en tanto que la capa de salida es la que da las respuestas observables de la red, entre las capas de entrada y de salida se encuentra la capa intermedia u oculta, formada por neuronas procesadoras.

La red está completamente interconectada, es decir, cada neurona de la capa intermedia esta conectada con una de las neuronas de entrada y con cada una de las neuronas de salida. Sin embargo, esto no es imprescindible, tampoco se permiten interconexiones entre neuronas de la misma capa.

El algoritmo de retropropagación, involucra dos fases:

- a) En la fase de propagación hacia delante, se le presenta a la red un vector de entrada a través de sus neuronas de entrada. Estas neuronas dan una respuesta igual a su entrada y dirigida a cada una de las neuronas "j" de la capa intermedia. Cada una de éstas, al recibir esas entradas, calcula su suma ponderada S de acuerdo con los pesos de interconexiones de entrada. La suma ponderada S , pasa al elemento activador no lineal, que presenta como salida a una función sigmoide $f(S)$ de esa suma ponderada S . Esta salida constituye, a su vez, una entrada para cada neurona "i" de la capa de salida que, calcula una suma ponderada de sus entradas, la cual pasa por su activador no lineal para constituir la salida de la red. Con esto termina la fase de propagación hacia delante.

- b) La fase de propagación hacia atrás comienza con la comparación de la salida real de la red con la salida deseada, calculándose el error para cada neurona de salida. Este error de salida es:

$$d_j = (t_j - y_j) f'(S_j) \quad 1.12$$

Donde:

t_j : la salida deseada de la neurona j.

y_j : la salida real de la neurona j.

$f'(x)$: la derivadora de la función activadora sigmoideal $f(x)$ en el punto x.

S_j : la suma ponderada de las entradas a la neurona j.

Después se calcula el valor del error d_j para cada neurona intermedia de interconexión W_j entre esta neurona j intermedia y cada neurona k de salida, y esta suma ponderada se multiplica por la derivadora de la función activadora sigmoideal $f'(S)$, con el fin de “escalar” el error y de forzar una corrección más grande cuando la suma ponderada queda cerca de la zona de pendiente máxima de la curva sigmoideal.

A continuación se calcula el incremento ΔW_{ij} a los pesos, de acuerdo con la fórmula:

$$\Delta W_{ij} = \eta d_j a_i \quad 1.13$$

Donde:

d_j : el valor de error de la neurona posterior.

a_i : el valor de salida real de la neurona anterior

η : la tasa de aprendizaje.

Esta regla se conoce también como la regla de delta generalizada (Rumelhart & McClelland, 1986). En muchos casos es deseable dar a cada neurona una polarización igual a +1, pero con un peso ajustable por entrenamiento, con el fin de

neutralizar el efecto de inicio lento de la función logística, con la que se acelera la convergencia del proceso de aprendizaje.

1.1.5.1.6.2. APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Utiliza datos de entrenamiento no etiquetados previamente y no necesita tutor externo. Los datos son simplemente presentados a la red, en cierto número de categorías de clasificación. Este tipo de aprendizaje es el aplicado en las Redes de Resonancia Adaptativa y en las de Kohonen.

1.1.5.2 MACROESTRUCTURA

1.1.5.2.1 TOPOLOGÍA

La distribución dentro de la red se realiza formando niveles o capas de un número determinado de neuronas cada una.

Existen tres tipos de capas:

- De entrada: Es la capa que recibe directamente la información proveniente de las fuerzas externas a la red.
- Ocultas: Son internas a la red y no tienen contacto directo con el entorno exterior. El número de niveles ocultos puede estar entre cero y cualquier número. Las neuronas de las capas ocultas pueden estar interconectadas de distintas maneras, lo que determina, junto con su número, las distintas topologías de las redes neuronales.
- De salida; Transfieren información de la red al exterior.

La topología de una red, es uno de los aspectos más importantes que caracterizan a una red neuronal. En estos términos, las neuronas artificiales, se clasifican en redes de una sola capa ó multicapa.

Las redes de una sola capa, establecen conexiones laterales entre las neuronas que pertenecen a esa única capa. Se utilizan típicamente en tareas relacionadas con lo que se conoce como autoasociación, para regenerar información incompleta o distorsionada. Un ejemplo de ellas, son las redes Hopfield (ver fig. 1.10).

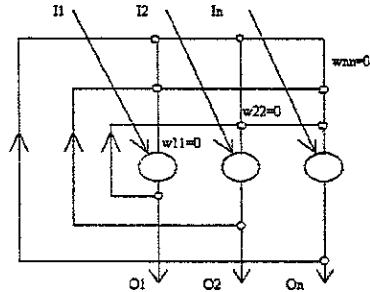


Fig.1.10 Esquema de una Red de Hopfield

Las redes multicapas, se caracterizan porque todas las neuronas de una capa (que no sea la primera), reciben señales de entrada de otra capa y envían las señales de salida a una capa posterior. A este tipo de conexiones se les denomina conexión hacia adelante (ver fig. 1.11). Sin embargo, también existe algo que se conoce como conexión hacia atrás, y consiste en conectar las salidas de una capa a otra anterior a ella.

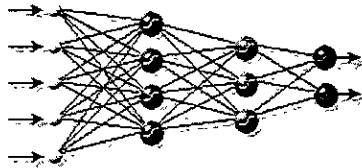


Fig 1.11. Estructura de una red multinivel hacia adelante

1.1.5.2.2 PATRONES DE CONEXIÓN ENTRE NEURONAS.

La señal de salida de un nodo puede ser una entrada de proceso; o incluso ser una entrada de sí mismo (conexión autorecurrente).

Cuando ninguna salida de las neuronas es entrada de neuronas del mismo nivel o niveles precedente, la red se describe como de propagación hacia adelante. Cuando las salidas pueden ser conectadas como entradas de neuronas de niveles previos o del mismo nivel, incluyéndose ellas mismas, la red es de propagación hacia atrás.

Entre las redes con conexión hacia delante más conocidas son: PERCEPTRÓN, ADALINE, MADALINE, RETROPROPAGACIÓN, etc. y son especialmente útiles en la clasificación de patrones. Un ejemplo de conexión bidireccional son las redes conocidas como COGNITRÓN y NECOGNITRÓN.

1.2. SISTEMAS EXPERTOS

Desde que nació la Inteligencia Artificial como ciencia, a principios de los 60, hasta la actualidad, se han venido realizando numerosos trabajos, especialmente en los Estados Unidos, para el desarrollo de los diversos campos que componen la Inteligencia Artificial. De todos esos campos, quizá el que puede tener mayor número de aplicaciones prácticas sea el de los Sistemas Expertos, siendo dichas aplicaciones de utilidad en temas tan variados que pueden ir desde la medicina hasta la enseñanza.

Un Sistema Experto es una aplicación informática que simula el comportamiento de un experto humano en el sentido de que es capaz de decidir cuestiones complejas en un campo restringido. Para esto, se debe tener en cuenta que la principal característica del experto humano viene a ser el conocimiento o habilidades profundas en ese campo concreto, por consiguiente, un Sistema Experto debe ser capaz de representar ese conocimiento profundo con el objetivo de utilizarlo para resolver problemas, justificar su comportamiento e incorporar nuevos conocimientos.

La potencia de un Sistema Experto se basa más en una gran cantidad de conocimientos que en un formalismo deductivo muy eficaz. La idea que se persigue cuando se construye un Sistema Experto es la de automatizar la labor del experto, partiendo en ocasiones de información insuficiente o incompleta.

Según la clase de problemas hacia los que estén orientados, podemos clasificar los Sistemas Expertos en diversos tipos entre los que cabe destacar diagnóstico, pronóstico, planificación, reparación e instrucción.

Los sistemas de diagnosis siguen un proceso de búsqueda de las razones del funcionamiento incorrecto de un sistema a partir de la información disponible. Aquí se podrían tener en cuenta tanto aplicaciones de diagnóstico médico como de averías.

En lo referente al diagnóstico médico, existe una serie de aplicaciones extensa en número, pero quizá la más conocida, a la vez que la más antigua, podría ser MYCIN.

MYCIN es, en definitiva, un sistema de diagnóstico y prescripción en medicina, altamente especializado, diseñado para ayudar a los médicos a tratar con infecciones de meningitis (infección que produce inflamación de las membranas que envuelven al cerebro y la médula espinal) y bacteriemia (infección que implica la presencia de bacterias en la sangre). Dichas infecciones pueden ser fatales y a menudo aparecen durante la hospitalización. El problema se complica por la necesidad de actuar con rapidez.

1.2.1 COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO.

Un sistema experto almacena el conocimiento de uno o mas humanos expertos en un campo particular. El campo es llamado dominio. Los expertos son llamados expertos del dominio. Un usuario se presenta al sistema experto con las especificaciones del problema dentro del dominio. El sistema aplica su conocimiento almacenado para resolver el problema.

La parte del sistema experto que almacena el conocimiento es llamado la base del conocimiento. La parte que agrupa a las especificaciones es llamada la base de datos global. La parte que aplica el conocimiento al problema es llamado el motor de inferencias. Como es el caso con muchos programas de computadoras contemporáneos, los sistemas expertos tienen una interfaz amigable para el usuario.

1.2.2 CONSTRUYENDO UN SISTEMA EXPERTO.

Para construir un sistema experto que resuelve problemas en un dominio dado, un ingeniero comienza leyendo literatura relacionada para que le sea familiar la terminología. Con esto, el ingeniero del conocimiento lleva a cabo extensas entrevistas con uno o mas expertos del dominio para adquirir el conocimiento. Finalmente, el ingeniero del conocimiento organiza los resultados de estas entrevistas y las traduce a software que la computadora usa.

1.2.3 REPRESENTANDO EL CONOCIMIENTO.

El formato que un ingeniero del conocimiento usa para capturar el conocimiento es llamado una representación del conocimiento. La mas propular representación del conocimiento es llamada regla de producción. Las reglas de producción son hechas para reflejar las reglas diarias que un experto usa en cada uno de sus días de trabajo. Estas reglas son referidas como heurísticas. Una base de conocimiento que consiste de reglas es algunas veces llamado una regla base.

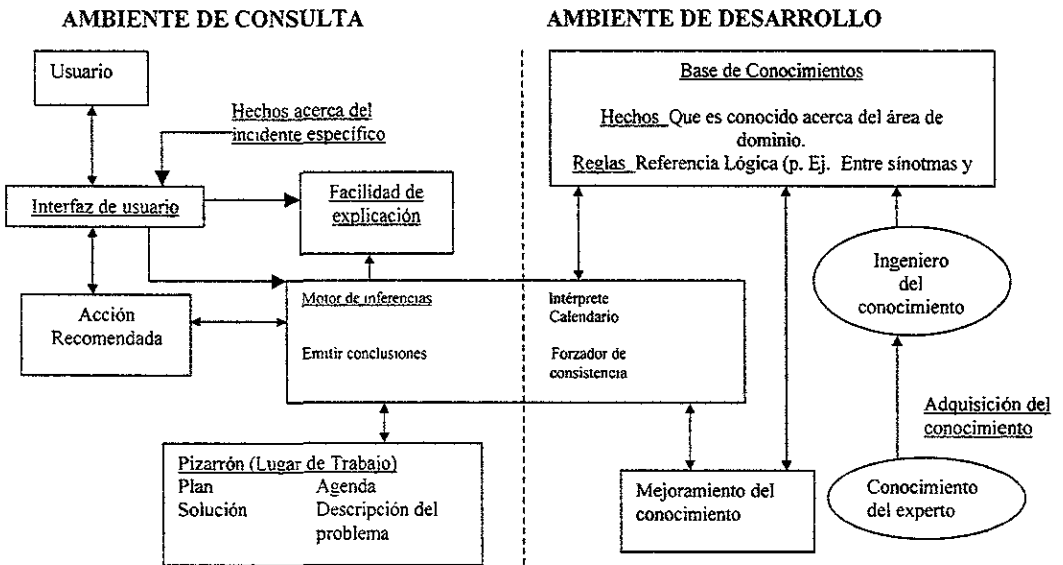


Fig. 1.12 Estructura de un Sistema

1.3. MINERÍA DE DATOS

Podemos definir Minería de Datos como el proceso que soporta la toma de decisión por medio del descubrimiento de patrones desconocidos de información dentro de los datos.

Minería de Datos se refiere al uso de una variedad de técnicas para identificar núcleos de información o conocimientos en grandes volúmenes de datos, y extraerlos de tal manera que puedan ser usados en diferentes áreas como la clasificación de patrones. Los datos son a menudo voluminosos, pero de poco valor en su estado original y de poco uso: es su información escondida la que es de mucho valor.

El éxito está en combinar el conocimiento que se tenga de los datos con técnicas avanzadas de extracción del conocimiento.

Tecnologías y Técnicas.

En Minería de Datos, la mayor oportunidad de éxito proviene de la combinación del conocimiento (del experto) de los datos con avanzadas y “activas” técnicas de análisis en las cuales la computadora por sí misma identifica la relación y características de los datos. El proceso de minería de datos genera modelos de datos históricos los cuales son usados posteriormente para la clasificación de patrones. Las técnicas usadas para construir estos modelos son a menudo referidas como “máquinas de aprendizaje” o “modelado”.

Las Aplicaciones de la Minería de Datos son:

- Clasificación
- Asociación
- Predicción
- Segmentación
- Secuencia

Existen numerosas máquinas de aprendizaje y tecnologías de modelado, incluyendo, reglas de inducción, redes neuronales, descubrimiento de reglas de asociación, técnicas estadísticas, árboles de decisión, algoritmos genéticos y técnicas combinadas.

Técnicas de máquinas de aprendizaje y las reglas de inducción.

En esta división entrarían las redes neuronales por sus técnicas de aprendizaje, las reglas de inducción son una técnica complementaria. Trabajando ya sea de un conjunto completo de datos o de un subconjunto, la inducción crea un árbol de decisiones representando una regla de cómo clasificar los datos dentro de las diferentes entradas. Otro punto fuerte de la inducción es que el proceso automáticamente incluirá en sus reglas solo los factores que realmente interesan al hacer una decisión, otros serán descartados. Esto puede arrojar información muy útil sobre los datos. Los árboles de decisión pueden ser convertidos en un

conjunto de reglas "IF-THEN", que en muchos casos pueden convertir la información de forma más comprensible.

La presentación del árbol de decisiones es útil cuando se quiere observar cómo factores en los datos pueden dividir la población en relevantes subconjuntos al problema. Un conjunto de reglas es útil si deseamos mostrar cómo grupos en particular de objetos se relacionan. Las redes Kohonen son un tipo de redes neuronales que efectúan este tipo de mecanismos.

Las reglas de asociación engloban una conclusión en particular con un conjunto de condiciones. Los algoritmos de reglas de asociación automáticamente hallarán asociaciones que pueden ser encontradas manualmente usando técnicas de visualización como la red de nodos. La ventaja de los algoritmos de reglas de asociación sobre los algoritmos de árboles de decisión estándar es que las asociaciones pueden existir entre cualquiera de los atributos.

Un algoritmo de árbol de decisiones tan solo construirá reglas con una conclusión en particular mientras que en algoritmos de asociación intentará encontrar muchas reglas cada

una de las cuales tendrá diferentes conclusiones. La desventaja de algoritmos de asociación es que tratan de encontrar patrones dentro un espacio de búsqueda potencialmente muy grande, por ende requieren mucho mas tiempo para correr que un árbol de decisiones.

Los algoritmos usan un método “genera y prueba” para encontrar reglas, inicialmente reglas simples son generadas, y estas son validadas con el conjunto de datos. Las reglas válidas son almacenadas y todas las reglas son sometidas a varias limitaciones, entonces son especializadas. Especialización es llamado el proceso de agregar condiciones a las reglas. Estas nuevas reglas son entonces validadas con los datos y el proceso almacena las mejores o mas interesantes reglas encontradas. El usuario generalmente realiza algunas limitaciones en las reglas, y variadas técnicas basadas en la teoría o eficientes esquemas de indexación son usados para reducir el potencialmente largo espacio de búsqueda. Al final del proceso una tabla de las mejores reglas encontradas es presentada al usuario. A diferencia de un árbol de decisiones, estas reglas no pueden ser usadas directamente para hacer predicciones en la manera que un modelo estándar puede.

Otro nivel de transformación es requerido para transformar el conjunto de reglas en un conjunto de reglas de clasificación. Además los conjuntos de reglas producidos por algoritmos de asociación son conocidos como “modelos no refinados”. Aunque los usuarios pueden observan estos modelos no refinados, ellos no pueden usar explícitamente éstos como modelos de clasificación a menos que el usuario le diga al sistema que genere un modelo de clasificación del modelo no refinado.

Jerarquía Tecnológica de Minería de Datos

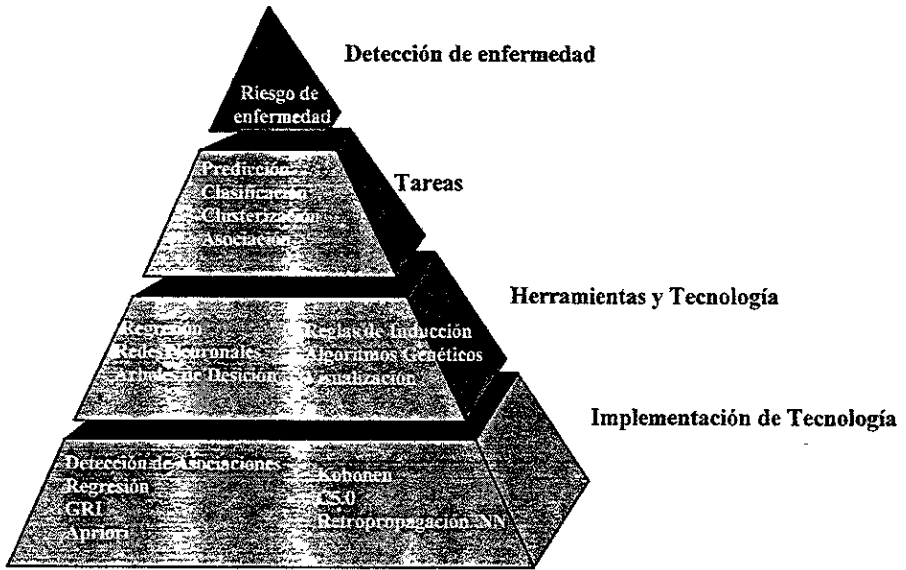


Fig. 1.13 Jerarquía Tecnológica de Minería de Datos.

Proceso de descubrimiento del conocimiento (KDD)

El KDD (Knowledge Discovery in Databases) creado en 1989, se usa para enfatizar que el conocimiento es el producto final de una exploración conducida por los datos.

El proceso total del KDD incluye la evaluación y posible interpretación de los propios patrones para de esta forma determinar qué patrones pueden ser considerados como conocimiento. El KDD es un proceso iterativo que involucra muchas decisiones.

Aquí se da el perfil general de los pasos básicos:

1. Desarrollar un dominio de la aplicación comprensible, establecer la prioridad relevante del conocimiento e identificar las metas del KDD desde el punto de vista del usuario.
2. Crear un conjunto de datos destino, enfocándose sobre un conjunto de variables o datos mostrados y sobre los cuales el descubrimiento pueda ser desarrollado.
3. Limpieza de datos y procesamiento: operaciones básicas tales como remover el “ruido” (información no útil) de los datos si así se requiere, reunir la información necesaria para el modelo y decidir sobre estrategias para manejo de campos perdidos.
4. Reducción de datos y proyección: encontrar características útiles para representar los datos dependiendo la meta. Usar reducción de dimensionalidad o métodos de transformación para reducir un número efectivo de variables bajo consideración o para hallar representaciones invariables de los datos.
5. Establecer una correspondencia entre las metas del KDD(paso 1) y un método particular de Minería de Datos(clasificación, regresión, agrupamiento, etc.)
6. Seleccionar los algoritmos de Minería de Datos: elegir datos para usarse en el reconocimiento de patrones dentro de los datos. Esto incluye decidir qué modelos y

parámetros pueden ser apropiados y asociando un método particular con un criterio general o de conjunto particular del KDD.

7. Minería de Datos: busca patrones de interés en una forma de representación particular o en un conjunto de representaciones semejante tales como reglas de clasificación, árboles agrupamiento, etc.
8. Interpretar patrones extraídos. Este paso puede implicar visualización de los patrones o modelos extraídos o bien visualización de los datos a partir de los modelos obtenidos.
9. Consolidar el Conocimiento Descubierto: incorporando este conocimiento dentro de sistemas para nuevas acciones o simplemente documentándolo y reportando hacia grupos de interés. Esto también incluye revisión y resolución potencial de conflictos con conocimiento validado previamente.

La mayoría del trabajo inicial en KDD está enfocado sobre el paso 7 (Minería de Datos), sin embargo los otros pasos son igual de importantes para la aplicación exitosa de este proceso de KDD en la práctica.

El proceso KDD puede involucrar iteraciones significativas y puede contener ciclos entre dos pasos cualquiera. El flujo básico de pasos, se muestra en la fig. 1.14:

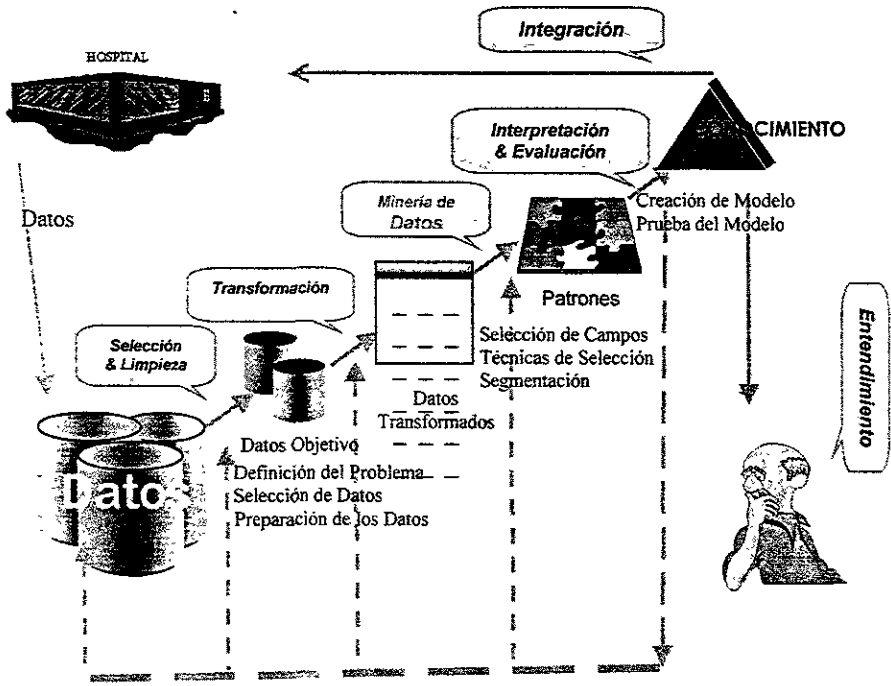


Fig. 1.14. Proceso de Descubrimiento en Base de Datos (KDD)

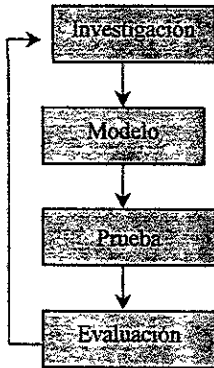
Accesando a Aplicaciones potenciales de Minería de Datos.

La Minería de Datos no es fructífera a menos que los datos que se quieran emplear llenen ciertos criterios. Hay algunos aspectos que debemos considerar:

- ¿Están los datos disponibles? Esta pregunta parece un tanto obvia, pero se debe tener cuidado de que aunque los datos pueden estar disponibles, estos pueden no estar en la forma que puedan ser fácilmente usados.
- ¿ Los datos cubren los factores relevantes? El objeto de minería de datos es identificar factores relevantes, así que esto parecería una vieja pregunta. Es muy útil, sin embargo, observar qué datos están disponibles y tratar de identificar factores relevantes que no estén registrados. Factores faltantes no necesariamente significan que la minería de datos no produzca resultados útiles, pero pueden limitar la eficacia de las predicciones alcanzadas.
- ¿ Tienen ruido los datos? Los datos a menudo contienen errores, o pueden contener juicios variables y subjetivos. Este fenómeno es conocido colectivamente como "ruido". Típicamente, el mayor ruido que encontremos en los datos, más imprecisos serán nuestros resultados.
- ¿Son suficientes los datos? Si los datos son representativos dará lo mismo una muestra de unos cuantos miles o cientos de registros que un millón y darán los mismos resultados.

Ciclo de Vida de Minería de Datos

- Identificación
- Evaluación → Especificación de Datos
- Análisis



- Desarrollo
- Mantenimientos

Fig. 1.15 Ciclo de vida de Minería de Datos.

CAPÍTULO

2

2. ENFERMEDADES.

2.1 ABSCESO HEPÁTICO AMEBIANO

Los síntomas y signos usuales, que quizá se hayan presentado durante 1 a 30 días son dolor en cuadrante superior derecho, a menudo acompañado de fiebre y dolor torácico pleurítico derecho. Rara vez hay disentería concurrente, pero 20% de los pacientes presentan un episodio diarreico reciente importante. Suele haber antecedentes de viajes a áreas endémicas.

Problemática

El absceso hepático amebiano es la complicación más frecuente y una de las más graves de la parasitosis intestinal por *Entamoeba histolytica*. En nuestro país sigue observándose en varios lugares, por lo cual el médico general o especialista deben estar familiarizado con su manejo. Se señalaba que en algunos hospitales generales el 2% de los enfermos internados tenían absceso hepático amebiano, que ha disminuido a menos del 1% y en diversas series de autopsias ocupaba el cuarto o sexto lugar como causa de muerte; pero en revisiones posteriores, su frecuencia se ha reducido al 2.2%. La frecuencia y la gravedad han disminuido en los últimos 20 años.

Se presenta con mayor frecuencia en el hombre que en la mujer, 80 y 20% respectivamente; más común en la edad media de la vida y con franco predominio en grupos de población que viven en malas condiciones de higiene, con carencias múltiples y no es rara la asociación con el alcoholismo.

La *Entamoeba histolytica* en su forma de trofozoito penetra la pared del colon y llega al hígado a través de la vena porta. Diversos factores en relación con el parásito y el huésped favorecen esta migración. El aumento de la virulencia por ejemplo, puede ocurrir por asociaciones bacterianas y la menor resistencia de la mucosa del colon es debida a cambios locales como los que producen las transgresiones dietéticas o bien hay disminución de las defensas generales por la edad, desnutrición o enfermedades asociadas. En una tercera parte

de los casos las manifestaciones clínicas se inician después de un abuso alcohólico y ello se observa más comúnmente en pacientes desnutridos. Su menor frecuencia es en la mujer, algunos datos de observación clínica y otros experimentales, hacen suponer que los estrógenos ejercen cierta acción protectora sobre el hígado.

Cuadro Clínico

De acuerdo con la evolución se reconocen tres formas: la hepatitis amibiana aguda, el absceso agudo y el absceso crónico, en cualquiera de ellas y solo diferentes por su intensidad y duración, la enfermedad se caracteriza por tres datos clínicos principales: fiebre, dolor en el área hepática y hepatomegalia. A ellas se agregan otros síntomas y signos que dependen en buena parte del tamaño, localización y número de las lesiones, que condicionan mayor o menor destrucción del parénquima hepático, compresión o invasión de estructuras vecinas y posteriormente complicaciones en otros aparatos y sistemas y repercusión sobre el estado general.

La fiebre habitualmente inicia las manifestaciones clínicas; por lo general de 38 a 39 C, intermitente o remitente, adopta ritmo vespertino, es precedida de escalofrío y seguida de diaforesis profusa, traduce la necrosis tisular y puede permanecer como único síntoma a lo largo de buena parte de la evolución. Sin embargo, lo común es que al cabo de pocas horas o pocos días de que parece la fiebre, cuando se extiende la lesión y empieza a distender la cápsula del hígado, aparece dolor en el área hepática, con sensación de peso o distensión, de intensidad variable, constante, aumenta con los movimientos respiratorios y con la tos, así como con los cambios de posición, suele irradiarse al hombro y hueco supraclavicular derechos, en ocasiones ahí se inicia y solo un tiempo después, desciende al área hepática; pero las irradiaciones pueden ser variables y dependen del sitio del absceso.

El hígado aumenta de volumen en la gran mayoría de los casos; la hepatomegalia es difusa o crece predominantemente la zona donde está la lesión principal, es de tamaño variable,

algunas veces crece hacia el tórax y el hemidiafragma derecho se encuentra muy elevado y otras, lo hacen con una zona central fluctuante, muy doloroso sobre todo en los abscesos agudos, de superficie lisa y de borde ancho. En pocos casos, cuando el absceso es central y pequeño, el hígado no esta crecido.

Fiebre, dolor y hepatomegalia, juntos o en combinaciones variables, se acompañan con frecuencia de otros síntomas generales; de manifestaciones digestivas: anorexia, nausea, vomito, distensión abdominal y cambios en la evacuación intestinal, y de síntomas respiratorios: tos seca y disnea.

La ictericia es habitualmente leve o moderada, si es intensa indica mal pronostico y se presenta cuando hay abscesos múltiples, la lesión comprime conductos biliares o existe un padecimiento concomitante.

La diarrea o el síndrome disenterico, que traduce amibiasis invasora del colon, en evolución simultánea con el absceso sólo se observan en un número reducidos de casos.

El paciente tiene fascies de dolor y estado toxinfecioso caracteristico, hay polipnea y taquicardia y en los abscesos crónicos además adelgazamiento y palidez.

El hemidiafragma derecho esta elevado y su movilidad disminuida, la palpación y percusión sobre la base del hemitorax derecho provocan dolor, mas intenso en la zona próxima al absceso y si este esta muy cerca de la pared, llega a haber edema. El ruido respiratorio esta disminuido y puede haber estertores y frote pleural. Signos semejantes se observan el lado izquierdo, en abscesos de esta localización.

Las manifestaciones clínicas varían, son leves en la hepatitis amibiana en el absceso agudizo el paciente tiene sobre todo fiebre y dolor, en las formas crónicas predomina la hepatomegalia, la anemia y el deterioro del estado general.

Tratamiento

El medicamento de elección es el metronidazol, 750 mg tres veces al día por vía oral durante 5 a 10 días; en ocasiones, se requiere un segundo curso. En pacientes con toxicidad aguda, la aspiración y descompresión transcutánea con aguja del absceso proporciona mayor sensación de bienestar y también permite demostrar la ameba en más de 50% de los casos. Después de terminar el tratamiento del absceso, la persona debe recibir yodoquinol, 650 mg tres veces al día por veinte días(adulto), para erradicar la fase quística intestinal de la amebiasis.

La fiebre suele remitir con rapidez una vez que se inicia el tratamiento. Es posible que el defecto hepático persista hasta seis meses en los estudios de imagen.

Las complicaciones incluyen rotura transcutánea del absceso, hacia la cavidad peritoneal, al espacio pleural, a los pulmones o al pericardio, con una mortalidad concurrente importante si no se diagnostica. Rara vez se observa embolización distal.

2.2 CIRROSIS HEPÁTICA

La palabra cirrosis deriva de la expresión griega que significa "color café naranja" y fue introducida por Laennec en 1862 para describir el color de los nódulos y distinguir esta enfermedad de crecimientos cirrosos. La apariencia glandular del hígado cirrótico fue señalada por primera vez por John Braum en 1865.

Se define Cirrosis Hepática CH como una enfermedad crónica del Hígado caracterizada por la presencia de daño celular, fibrosis y nódulos de regeneración. Estas lesiones abarcan todo el hígado, aunque no necesariamente cada lóbulo; se acompañan de puentes de tejido conectivo que une las venas centrales y los espacios porta, y que contienen anastomosis entre los sistemas vasculares aferentes y eferentes. Todo esto acondiciona la pérdida de la

arquitectura normal del hígado. La arquitectura de los nódulos y la apariencia de los hepatocitos puede variar y que dentro del mismo hígado se pueden observar grados variables de regeneración.

Se tiene una clasificación de la Cirrosis en función de criterios morfológicos etiológicos y funcionales, dividiéndose en: C. Portal, Necrótica y Biliar.

Problemática

La CH en México ocupa el séptimo lugar como causa de mortalidad global. Si se analizan las tablas de mortalidad entre los 25 y los 40 años de edad (es decir la etapa más productiva desde el punto de vista socioeconómico), la CH constituye la segunda causa de muerte.

En un estudio de 2 394 enfermos con CH en el Instituto Nacional de la Nutrición, el tipo de cirrosis más frecuente encontrada fue la debida al alcoholismo en el 57.7 %; siguiendo en frecuencia la cirrosis posthepatitis en el 36.5%. La mayor parte de los casos ocurrieron en pacientes del sexo masculino y presentaron clínicamente por primera vez entre los 31 y 60 años de edad. La mayoría (78.0%) era de bebedores inveterados que ingerían más de 100g de alcohol en forma cotidiana.

Con relación al alcoholismo, en un estudio prospectivo de 70 pacientes, los principales factores precipitantes del consumo de alcohol fueron situaciones sociales tales como el fomentar la amistad, en forma privada o en reuniones. El consumo de alcohol tenía relación directa con los alimentos y los ingerían fundamentalmente con amigos, compañeros de trabajo y familiares. El 81.6% de los pacientes tenían antecedentes familiares de alcoholismo.

El costo promedio del consumo del alcohol representó aproximadamente del 25% del ingreso per capita de estos pacientes. La distribución de alcoholismo fue independiente de la ocupación y/o el grado de escolaridad de los enfermos. En el primer año después de

establecido el diagnóstico de CH, sobrevivía el 73.7% de los enfermos, porcentaje que a los cinco años disminuyó a 50.8%.

En la mayoría de los casos (59.8%), transcurre un año después de iniciada la sintomatología para que se establezca el diagnóstico. Este hecho tiene gran importancia ya que la suspensión del alcohol en las fases iniciales puede disminuir las complicaciones del padecimiento y por ende contribuir a prolongar la sobrevida de los pacientes. El retraso en el diagnóstico podría deberse en parte al desconocimiento en los padecimientos de la enfermedad por la población general.

Cuadro Clínico

El cuadro básico del enfermo cirrótico está determinada fundamentalmente por la relación de la insuficiencia hepática con hipertensión portal. Los cuatro elementos más destacados en las manifestaciones clínicas son: la ictericia, la ascitis, las hemorragias gastrointestinales y la insuficiencia hepática. Todos ellos ocurren con igual frecuencia con los distintos tipos de cirrosis a excepción quizás de la ictericia que es más común como síntoma inicial en la hepatitis crónica activa, ninguno de estos parámetros clínicos pueden usarse para predecir la causa o la evolución de la cirrosis.

En etapas tempranas de la CH los síntomas gastrointestinales son importantes, especialmente en aquellos casos que están relacionados con la ingesta de alcohol. Existe náusea, vómito, anorexia, debilidad y pérdida de peso. El dolor abdominal en el paciente cirrótico puede deberse fundamentalmente a tensión producida sobre la cápsula de Glisson por el crecimiento del hígado. Este crecimiento puede asociarse a un proceso necroinflamatorio o bien a esteatosis. En forma particular en el paciente alcohólico el dolor abdominal debe llamar la atención sobre la posibilidad de pancreatitis. La pérdida del libido es habitual.

En la exploración física pueden encontrarse: hipocratismo digital, eritema palmar, contracción de Dupuytren, crecimiento de las glándulas parótidas, hipotrofia teporomaxilar,

datos de neuropatía periférica, ictericia, fiebre, ginecomastia, pérdida de pelo axilar y pubiano, atrofia gonadal, manifestaciones de diátesis hemorrágicas como: púrpura, equimosis y epistaxis; presión arterial baja; puede existir hepatomegalia nodular o bien puede no palpase el hígado; ascitis, red venosa colateral en abdomen, esplenomegalia, edema en miembros inferiores; hemorroides e hiperreflexia. En la exploración del hígado, que es muy importante en el estudio del enfermo cirrótico, deben insistirse en particular en documentar los siguientes aspectos:

1. Consistencia del hígado, que en la CH es generalmente firme.
2. Características del borde Hepático, el cual en la CH es generalmente irregular.
3. Probable presencia de dolor a la palpación, hecho que generalmente no ocurre en la CH.
4. Tamaño del hígado. En condiciones normales por percusión el hígado mide entre 7 y 10 cm en su diámetro vertical; por la palpación no rebasa el reborde costal derecho. En la CH el Hígado generalmente disminuye de tamaño; sin embargo en presencia de alcoholismo puede aumentar debido a esteatosis. La palpación de la glándula Hepática se dificulta en forma importante en presencia de ascitis.

Tratamiento

A. Medidas generales

El principio más importante del tratamiento es la supresión de alcohol. La dieta debe ser agradable, con cantidades adecuadas de calorías y proteínas (75 a 100 g/día) y, si hay retención de líquidos, con restricción de sodio. Cuando hay encefalopatía hepática, precoma o coma hepático, se reduce la ingestión de proteínas a 60 g/día. Dar complementos vitamínicos.

B. Problemas especiales

1. **Ascitis y edema:** Suele indicarse paracentesis diagnóstica. La paracentesis abdominal se acompaña pocas veces con complicaciones graves tales como hemorragias, infección operforación intestinal, aun en pacientes con coagulopatía intensa. Además de una cuenta de células y cultivo, debe determinarse la concentración ascítica de albúmina; un gradiente de albúmina en el suero y en el líquido ascítico (albúmina del suero menos albúmina ascítica) > 1.1 sugiere hipertensión porta.

Se piensa que la ascitis en pacientes con cirrosis es el resultado de hipertensión porta (aumento de la presión hidrostática); hipoalbuminemia (disminución de la presión oncótica); vasodilatación periférica mediada quizá por liberación de óxido nítrico inducida por endotoxina. y los resultantes aumentos en las concentraciones de renina y angiotensina y en la retención de sodio por los riñones; deterioro en la inactivación de aldosterona por el hígado y el aumento en la secreción de la aldosterona secundaria al aumento en la producción de renina. La excreción de agua libre también se interfiere por la cirrosis, y puede desarrollarse hiponatremia. En todos los pacientes con ascitis cirrótica debe restringirse inicialmente la ingestión de sodio a 400 a 800 mg/día; la ingestión de sodio puede liberalizarse ligeramente después de iniciar la diuresis. Se requiere restricción en la ingestión de líquido (800 a 1000 mL/día) en los pacientes con hiponatremia (sodio sérico < 125 meq/L).

En algunos pacientes hay una disminución rápida de la ascitis con reposo en cama y restricción de sodio en la dieta únicamente. En los individuos con restricción intensa de líquidos, o aquellos en quienes se considera tienen ascitis "intratable", la excreción urinaria de sodio suele ser menor de 10 meq/L.

a. Diuréticos: Debe usarse espironolactona en los pacientes que no responden únicamente a la restricción de sal. Después de iniciar con 100 mg al día y vigilar el efecto antagónico de la aldosterona, reflejado por aumento en la concentración de sodio urinario, la dosis puede incrementarse en 100 mg cada tres días (hasta una dosis única diaria convencional máxima de 400 mg/día, aunque se han usado dosis mayores) hasta que se logra diuresis, la cual es precedida clásicamente por un aumento en la concentración de sodio urinario. Es importante la vigilancia de hiperpotasemia. En pacientes que no pueden tolerar la espironolactona debido a efectos adversos, como ginecomastia dolorosa, puede usarse la amilorida, otro diurético ahorrador de potasio, a dosis de 5 a 10 mg al día. La diuresis se puede aumentar mediante la adición de dosis pequeñas de un diurético del asa como la furosemida. No obstante, este diurético potente mantiene su efecto aun como descenso en la velocidad de filtración glomerular, produciéndose como resultado hiperazoemia prerrenal. La dosis de furosemida varía de 40 a 240 mg/día, y el medicamento se debe administrar con vigilancia cuidadosa de la presión arterial, gasto urinario, estado mental, y electrolitos en el suero, particularmente potasio.

El objetivo de la pérdida de peso en el paciente ascítico, sin edema periférico concomitante, no debe ser mayor de 2 a 3 kg/día.

b. Paracentesis en gran volumen: En los pacientes con ascitis masiva y deterioro respiratorio, ascitis refractaria a diuréticos, o efectos adversos intolerables a los diuréticos, es eficaz la práctica de paracentesis de volumen grande (4 a 6 L); cuando esto se practica, es más seguro administrar concomitantemente albúmina intravenosa a dosis de 10 g/L de líquido de ascitis eliminado para proteger el volumen intravascular. Las paracentesis de volumen grande pueden repetirse diario hasta que se resuelve en gran parte la ascitis. El procedimiento es costoso (la albúmina tiene un precio de 15 dólares US por gramo), pero puede disminuir la necesidad de hospitalización. De ser posible deben continuarse los diuréticos con la esperanza de evitar ascitis reincidente.

c. Derivaciones peritoneovenosas o portosistémicas intrahepáticas transyugulares: Se aconseja utilizarlas en pacientes con ascitis resistente. Suelen ser eficaces, pero implican un índice de complicaciones considerable: coagulación intravascular diseminada en 65% de los pacientes (25% sintomática; 5% grave), infecciones bacterianas en 4 a 8%, insuficiencia cardíaca congestiva en 2 a 4% y hemorragia variceal por expansión repentina del volumen intravascular.

d. Derivaciones portosistémicas intrahepáticas transyugulares (DPIT): La DPIT es una alternativa prometedora a la derivación portosistémica quirúrgica en caso de hemorragia varicosa refractaria a la terapéutica estándar (por ejemplo, ligadura endoscópica con banda o escleroterapia) y ha mostrado beneficio en el tratamiento de ascitis refractaria intensa. Esta técnica implica la inserción de una férula metálica expansible entre una rama de la vena hepática y la vena porta sobre un catéter insertado a través de la vena yugular interna. Las complicaciones incluyen : encefalopatía hepática en 20% de los casos, infección, estenosis de la derivación en hasta 60% y oclusión de la derivación en hasta 30% de los casos; se desconoce el índice de la permeabilidad a largo plazo. En la mayor parte de los casos, la permeabilidad de la derivación se puede restaurar mediante dilatación con globo, trombólisis local, o colocación de una férula adicional. Debido a las complicaciones que acompañan a la DPIT y la incertidumbre sobre su eficacia a largo plazo, en la actualidad se prefiere en pacientes que requieren control a corto plazo de hemorragia varicosa o ascitis hasta que se puede practicar un trasplante de hígado, en contraposición a pacientes en necesidad de un control definitivo de la hemorragia o ascitis, pero en quienes no se considera el trasplante de hígado.

2. Encefalopatía hepática

La encefalopatía hepática es un estado de alteración de la función del sistema nervioso central por insuficiencia del hígado para destoxificar agentes nocivos de origen intestinal debido a disfunción hepatocelular y derivación portosistémica. El amoniaco es la toxina identificada más comúnmente, pero no la única responsable del estado de perturbación mental. Los factores patogénicos pueden incluir aumento en la sensibilidad de las neuronas del sistema nervioso central al neurotransmisor inhibitor del ácido gamma-amino-butírico (GABA), o un aumento en las concentraciones de benzodiazepinas endógenas circulantes. La hemorragia hacia el tubo intestinal puede aumentar de manera importante la cantidad de proteína en la luz y precipitar el desarrollo rápido de encefalopatía. Otros factores precipitantes incluyen: alcalosis, deficiencia de potasio por diuréticos, narcóticos, hipnóticos y sedantes; medicamentos que contienen amoniaco o compuestos amino; paracentesis con la consiguiente hipovolemia; e infección hepática o sistémica.

Las proteínas dietéticas deben retenerse durante los episodios agudos. Hay que controlar las hemorragias gastrointestinales si es posible y eliminar la sangre de la luz intestinal. Esto puede lograrse con 120ml de citrato de magnesio por vía oral o sonda nasogástrica cada 3 a 4 horas, hasta que las heces están libres de sangre macroscópicamente, o con administración de lactulosa.

La lactulosa, un disacárido sintético no absorbible, se transforma por las bacterias en el colón en ácidos grasos de cadena corta y origina la acidificación del contenido del colón. La lactulosa también conduce a un cambio en la flora intestinal de manera tal que hay menos presencia de microorganismos formadores de amoniaco. Cuando se administra por vía oral, la dosis inicial de lactulosa para encefalopatía hepática aguda es de 30ml, 3 a 4 veces al día. La dosis debe titularse así que no más de 2 a 3 evacuaciones de heces suaves se produzcan por día. Cuando se indica uso rectal debido a incapacidad del paciente para tomar medicamentos por vía oral, la dosis es de 300ml de lactulosa en 700ml de solución

salina o sorbitol como un enema de retención durante 30 a 60 minutos; puede repetirse cada 4 a 6 horas.

La producción de amoníaco en la flora intestinal puede también controlarse con sulfato de neomicina, 0.5 a 1 gr. oral cada 6 ó 12 horas por 5 a 7 días. Los efectos adversos de la neomicina incluyen: diarrea, malabsorción, sobreinfección, ototoxicidad y nefrotoxicidad, de ordinario solo después de uso prolongado. Los antibióticos alternativos son: vancomicina, 1gr. oral dos veces al día o metronidazol, 250mgs. por vía oral tres veces al día.

Es necesario evitar narcóticos, tranquilizantes y sedantes metabolizados o excretados por el hígado. Si la agitación es marcada, puede administrarse cuidadosamente oxacepam, 10 a 30mgs., que no se metaboliza por el hígado, ya sea por vía oral o a través de sonda nasogástrica. Estudios preliminares sugieren que el antagonista de receptores de benzodiacepinas, flumaceniolo, es eficaz en algunos pacientes con encefalopatía hepática grave, pero se requiere administración intravenosa.

3. Anemia

Para la anemia ferropriva se administra sulfato ferroso, tabletas de 0.3grs. con cubierta entérica, una tableta tres veces al día después de las comidas. El ácido fólico, 1mg/día, oral, se indica en el tratamiento de la anemia macrocítica que acompaña al alcoholismo.

4. Tendencia Hemorrágica

La tendencia a hemorragias por hipoprotrombinemia puede tratarse con preparados de vitamina K (por ejemplo, Fitonadiona, 5mgs. vía oral o subcutáneamente diariamente). Este tratamiento es ineficaz en la presencia de enfermedad hepática intensa, cuando la síntesis de los factores de coagulación es deficiente. Puede ser necesario administrar transfusiones con paquetes de eritrocitos para reemplazar la pérdida de sangre. La corrección del tiempo de protrombina prolongado en estas situaciones requiere volúmenes

grandes de plasma fresco congelado, y el efecto es transitorio; por tal razón, no se indican transfusiones de plasma a menos que haya una hemorragia activa o antes de un procedimiento invasor.

5. Peritonitis bacteriana espontánea

Ocurre en pacientes cirróticos con ascitis. El dolor abdominal, ascitis creciente, fiebre y encefalopatía progresiva sugieren la posibilidad, aunque los síntomas pueden ser muy leves. La paracentesis revela líquido ascítico, muy frecuentemente con una cuenta total de leucocitos superior a 500 células / microlitro, con más de 250 Polimorfonucleares / microlitro y concentración de proteína de 1gr/dl, o menos, que corresponde a una disminución en la actividad opsónica ascítica. Los cultivos de líquido ascítico dan los mayores resultados positivos (80-90 %) cuando los frascos de hemocultivo se inoculan junto a la cama del paciente. Los microorganismos aislados que se encuentran comunmente son E.coli y neumococos; los anaerobios son poco frecuentes. Mientras se esperan los resultados de los cultivos, cuando hay 250 o más PMN/microlitro, se debe iniciar terapéutica antibiótica intravenosa con cefotaxima, 2grs. cada 8 a 12 horas durante cuando menos 5 días. La respuesta a la terapéutica se debe documentar por una disminución en la cuenta de PMN por lo menos 50% en una paracentesis efectuada 48 horas después de su inicio.

El índice de mortalidad es grande. En los sobrevivientes, puede disminuirse el riesgo de la peritonitis reincidente mediante la administración de norfloxacin por tiempo prolongado, a dosis de 400mg al día, por vía oral. En cirróticos en gran riesgo (por ejemplo, proteína ascítica menor de 1 g/dl), pueden evitarse los primeros episodios de peritonitis mediante norfloxacin, trimetoprim-sulfametoxazol (una tableta de potencia doble cinco veces a la semana), o ciprofloxacina (750 mgs por semana), profilácticos.

6. Síndrome Hepatorenal

El síndrome hepatorenal se caracteriza por azoemia, oliguria, hiponatremia, sodio urinario bajo e hipotensión, en un paciente con enfermedad hepática en etapa terminal. Se diagnostica sólo cuando se han excluido otras causas de insuficiencia renal. No se conoce la causa; histológicamente los riñones son normales. El tratamiento es ineficaz excepto para trasplante de hígado en casos selectos, y la muerte se debe comúnmente a infección o hemorragia complicantes.

7. Síndrome Hepatopulmonar

El síndrome hepatopulmonar es la triada de enfermedad del hígado, un aumento del gradiente-arterial mientras el paciente respira aire de la habitación, y dilataciones vasculares intrapulmonares que producen una derivación intrapulmonar de derecha a izquierda. Se supone que el síndrome es el resultado de la insuficiencia del hígado para depurar vasodilatadores pulmonares circulantes. Los pacientes tienen frecuentemente disnea y desoxigenación arterial en posición erecta que se alivia con el decúbito. La ecocardiografía aumentada por contraste es la prueba más sensible para detectar las derivaciones intrapulmonares. La terapéutica médica ha sido desalentadora, pero las derivaciones pueden revertirse con trasplante de hígado. La DPIT puede proporcionar paliación en pacientes que esperan trasplante.

C. Transplante de Hígado

El trasplante de hígado se indica en casos selectos de enfermedad hepática crónica progresiva e irreversible, insuficiencia hepática fulminante y ciertas enfermedades metabólicas en las cuales el defecto del metabolismo está en el hígado. Las contraindicaciones absolutas incluyen: sepsis, malignidad (excepto carcinomas hepatocelulares pequeños en hígado cirrótico), enfermedad cardiopulmonar avanzada (con excepción de derivación arteriovenosa pulmonar por hipertensión porta y cirrosis), con

infección por HIV y falta de comprensión del paciente. Las contraindicaciones relativas incluyen: trombosis venosa porta y mesentérica, hepatitis B crónica con replicación viral y abuso activo de alcohol y drogas. Los alcohólicos deben estar abstemios durante seis meses.

Debe considerarse trasplante de hígado en pacientes con : estado funcional en empeoramiento, bilirrubina en aumento, disminución de albúmina, empeoramiento de coagulopatía, ascitis refractaria, hemorragias varicosas reincidentes o deterioro de la encefalopatía. En la actualidad se comunican índices de sobrevivientes a cinco años tan grandes como 80 por ciento. El carcinoma hepatocelular, hepatitis B y C, y Síndrome de Budd-Chiari pueden reincidentir en el hígado transplantado, pero otras enfermedades crónicas del hígado no lo hacen. La inmunosupresión se logra mediante el empleo de ciclosporina o tacrolimus (FK 506), corticosteroides y azatioprina y puede complicarse por infecciones, insuficiencia renal y trastornos neurológicos, así como rechazo de injerto, oclusión vascular o escapes biliares.

2.3 HEPATITIS TÓXICA POR ALCOHOL

Problemática

La hepatitis alcohólica es una lesión hepatocelular desencadenada por el consumo de alcohol que generalmente se presenta en pacientes con cirrosis hepática previa, aunque puede presentarse en su ausencia; su mortalidad oscila entre el 10 y 55%.

La hepatitis alcohólica se caracteriza por una inflamación aguda o crónica y necrosis parenquimatosa del hígado inducida por abuso del alcohol. Los problemas asociados al consumo del alcohol, junto con el tabaco y drogas, se encuentran en la actualidad, entre las primeras causas de mortalidad y morbilidad en nuestro país (México). En lo relativo a las bebidas alcohólicas, la presencia de dependientes a las mismas se ha ido incrementando en nuestro país tanto como las ganancias de la industria productora y comercializadora de las primeras. Sin considerar las bebidas que no están sujetas a control fiscal, el consumo per

cápita en México se calculó en 1984 en 72 litros al año. Esta situación a producido un inmediato reflejo en el cuadro epidemiológico, no sólo a través de las enfermedades típicas de esta adicción, como la cirrosis hepática, sino también de otras causas de morbi-mortalidad, como violencias y accidentes de tránsito.

Cuadro Clínico

La hepatitis alcohólica es una lesión hepatocelular grave que se produce después de una ingestión crónica y abundante de alcohol y que puede presentarse hasta 12 o 14 semanas después de haber suspendido su ingesta, se llega a presentar en el 10 a 30 % de los alcohólicos y, con base en estudios epidemiológicos se ha calculado que el 80% de ellos evolucionará a cirrosis en caso de no abstenerse de beber alcohol; sin embargo, si el individuo discontinúa la ingesta, la lesión puede ser reversible.

El enfermo suele presentarse con ataque al estado general, astenia, adinamia, anorexia, dolor abdominal, náuseas, vómito, diarrea, pérdida ponderal, ictericia, pirexia y hepatomegalia dolorosa. Ocasionalmente el dolor abdominal es intenso y domina el cuadro, obligando al clínico a descartar la presencia de un "abdomen agudo". El diagnóstico diferencial puede ser complicado en un caso así, dado que la hepatitis alcohólica también suele cursar con leucocitosis con predominio de neutrófilos.

Tratamiento

A. Medidas generales

Interrumpir todas las bebidas alcohólicas. Durante los períodos de anorexia hay que hacer todo lo posible para proporcionar cantidades suficientes de carbohidratos y calorías, a fin de disminuir el catabolismo endógeno de proteínas y apoyar la gluconeogénesis así como evitar hipoglucemia. Aunque no está establecido el valor clínico de sobrealimentación intravenosa, es muy importante la administración razonable de líquidos parenterales. La ingestión calórica puede mejorar con el uso de fórmulas líquidas de buen sabor, ricas en a.a. de cadena ramificada, pero no está demostrado un efecto benéfico sobre la esperanza de vida más allá de lo que se logra con la complementación calórica menos costosa con dietas

estándar. Se indica la administración de vitaminas, en particular ácido fólico y tiamina, especialmente cuando se notan deficiencias.

B. Corticosteroides

Varios estudios muestran que la metilprednisolona, 32 mg/día por un mes, es benéfica en pacientes con hepatitis alcohólica y ya sea encefalopatía o concentraciones sumamente aumentadas de bilirrubina y tiempo de protrombina prolongado (específicamente, cuando la diferencia entre el tipo de protrombina es de 4.6 veces, además de una bilirrubina total en mg/dL superior a 32). Se ha mostrado cierta promesa en experiencias tempranas con el propiltiouracilo, que revierte el estado hipermetabólico que acompaña a la hepatitis alcohólica, pero requiere un estudio adicional.

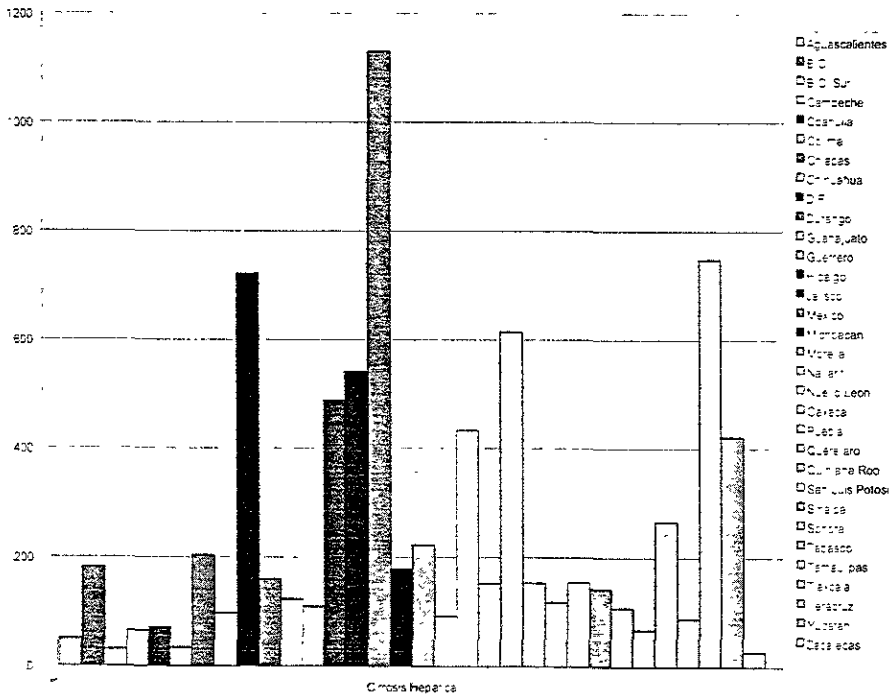
2.4 Estadísticas

De acuerdo a ciertos estudios que se han realizado en la población para determinar las enfermedades más comunes entre la población mexicana, obtuvimos las estadísticas de cirrosis en los diferentes estados de la república.

Vigilancia Epidemiológica Semana 29: Del 16 al 22 de julio del 2000			
Casos nuevos de enfermedades no trasmisibles seleccionadas por entidad federativa hasta la semana 27 del 2000			
CIRROSIS HEPÁTICA			
ENTIDAD	2000		1999*
	Sem	Acum.	Acum.
Ags.	2	45	43
B.C.	n.e.	113	156
B.C.S.	1	62	29
Camp.	11	89	67
Coah.	7	151	133
Col.	1	18	23
Chis.	10	356	349
Chih.	9	81	158
D.F.	10	342	1095
Dgo.	-	289	140
Gto.	4	93	231
Gro.	n.e.	84	124
Hgo.	2	178	367
Jal.	5	366	560
MA@x.	18	520	907
Mich.	4	153	149
Mor.	2	124	226

2. ENFERMEDADES

Nay	6	90	73
N.L	14	325	406
Oax	1	76	190
Pue.	23	400	494
Qro.	4	76	126
Q. Roo	1	87	86
S.L.P	1	91	141
Sn.	2	183	148
Son.	-	68	100
Tab.	3	147	62
Tamps.	13	262	237
Tlax.	1	41	81
Ver	19	543	618
Yuc.	16	366	326
Zac	-	46	26
TOTAL	190	5865	7871



Estadísticas Vitales					
Capítulo: Mortalidad					
Principales Causas de Mortalidad General					
Estados Unidos Mexicanos, 1997					
	No. de	Causa	Clave CIE	Defunciones	Tasa 1/
	Orden		9a. Rev		
		Total	01-E56	440,437	464.9
	1	Enfermedades del corazón	25-28	68,040	71.8
		Isquémica	27	42,516	44.9
	2	Tumores malignos	Ago-14	51,254	54.1
		De la tráquea, de los bronquios y del pulmón	101	6,385	6.7
		Del estómago	91	4,799	5.1
		Del cuello del útero	120	4,534	4.8
	3	Diabetes mellitus	181	36,027	38
	4	Accidentes	E47-E53	35,876	37.9
		De tráfico de vehículos de motor	E471	14,642	15.5
	5	Enfermedad cerebrovascular	29	24,689	26.1
	6	Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	347	22,865	24.1
	7	Neumonía e influenza	321,322	19,867	21
	8	Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	45	19,821	20.9

2. ENFERMEDADES

		Hipoxia, asfixia y otras afecciones respiratorias del feto o del recién nacido	454	11,740	12.4
9		Homicidio y lesiones infligidas intencionalmente por otra persona	E55	13,558	14.3
10		Nefritis, síndrome nefrótico y nefrosis	350	10,229	10.8
11		Deficiencias de la nutrición	19	10,157	10.7
12		Anomalías congénitas	44	9,615	10.1
13		Bronquitis crónica y la no especificada, enfisema y asma	323	8,550	9
14		Enfermedades infecciosas intestinales	1	7,426	7.8
15		Sida	184	4,200	4.4
16		Anemias	200	3,921	4.1
17		Tuberculosis pulmonar	20	3,666	3.9
18		Suicidio y lesiones autoinfligidas	E54	3,370	3.6
19		Úlceras gástrica y duodenal	341	3,339	3.5
20		Septicemia	38	2,780	2.9
		Disritmia cardíaca	281	5,340	5.6

2. ENFERMEDADES

	Signos, síntomas y estados morbosos mal definidos	46	7,023	7.4	
	Las demás causas		68,824	72.7	
1/ Tasa por 100,000 habitantes.					
Fuente: INEGI, SSA/DGEI, 1998.					

CAPÍTULO

3

**3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL**

Para comenzar a estructurar nuestra red neuronal tenemos como primer paso definir nuestras entradas, que van a representar los rasgos más sobresalientes de cada una de nuestras enfermedades.

Para tal efecto elaboramos un cuadro comparativo que analiza las diferentes características presentes en cada enfermedad.

3.1. DIFERENCIAS

Cuadro comparativo

Las principales diferencias entre el ABSCESO HEPÁTICO AMEBIANO con Hepatitis Alcohólica y Cirrosis , podemos resumirlas en el siguiente cuadro (ver tabla 3.1):

	ABSCESO HEP.	CIRROSIS	HEP. ALCOHÓLICA
ANTECEDENTES			
ALCOHOLISMO	*	****	****
DESNUTRICIÓN	***	****	*
TABAQUISMO	*	*	*
MALOS HÁBITOS HIGIÉNICOS	****	*	*
SINTOMAS			
HIPOREXIA (Falta de apetito)	***	****	****
ASTENIA (Desgano)	**	****	****
PERDIDA DE PESO		****	**
PIREXIA	****		***

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

	ABSCESO HEP.	CIRROSIS	HEP. ALCOHÓLICA
NAUSEA	***	****	****
VOMITO	**	**	****
DOLOR ABDOMINAL	****		****
HEMORRAGIA DIGESTIVA		****	****
SINTOMAS RESPIRATORIOS	**	****	
SIGNOS			
ASCITIS		****	
HEPATOMEGALIA	****		***
INSUFICIENCIA HEPÁTICA	****	****	*
PALIDEZ		***	
ICTERICIA	*	****	***
ENCEFALOPATÍA		****	**
EDEMA		****	**
DOLOR EN HIPOCONDRIOS DERECHO	****		***
LABORATORIO			
HEMOGLOBINA	↓	↓↓↓	↓
HEMATOCITO	↓	↓↓↓	↓
LEUCOCITOS	↑↑↑↑	↓↓	↑↑↑
BILIRRUBINAS	↑	↑↑↑↑	↑↑↑
ENZIMAS: TGP		↑	↑↑
TGO		↑	↑↑↑↑
GGT	↑	↑	↑↑↑↑
ALBUMINA	↓	↓↓↓↓	↓↓
COLESTEROL		↓↓↓↓	↓↓
FOSFATASA ALCALINA	↑↑	↑	↑

Tabla 3.1. Características por enfermedad.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

La simbología de la tabla 3.1. se muestra en las siguientes dos tablas (3.2 y 3.3);

Símbolo	Grado	Equivalencia
*	1	Leve
**	2	Moderado
***	3	Alto
****	4	Muy Alto

Tabla 3.2. Niveles de equivalencia de las características de signo, síntomas y antecedentes..

Símbolo	Grado	Equivalencia
↑	+1	Ligeramente arriba de su valor normal
↑↑	+2	Moderadamente arriba de su valor normal
↑↑↑	+3	Alto respecto a su valor normal
↑↑↑↑	+4	Muy Alto respecto a su valor normal
↓	-1	Ligeramente debajo de su valor normal
↓↓	-2	Moderadamente debajo de su valor normal
↓↓↓	-3	Bajo respecto a su valor normal
↓↓↓↓	-4	Muy bajo respecto su valor normal

Tabla 3.3. Niveles de equivalencia de las características de laboratorio.

3.2. OBTENCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Este capítulo describe el procedimiento para la manipulación y obtención de resultados que fueron utilizados en este sistema de diagnóstico diferencial de enfermedades hepáticas.

Para este propósito el procedimiento se explica de la siguiente manera:

Inicialmente, a juicio del especialista en Gastroenterología, se considera el diagnóstico diferencial de Absceso Hepático Amebiano con Cirrosis Biliar Primaria, Hepatitis Alcohólica, Hepatitis Viral y Cáncer de Hígado, con lo que se prosiguió a la recopilación de los expedientes con las enfermedades antes citadas. Cabe mencionar que la elección de este conjunto de padecimientos, se basó principalmente, en la similitud de signos y síntomas que entre ellas existe, haciendo en ciertas ocasiones el diagnóstico de las mismas una decisión aún más delicada.

Para efecto de la obtención de la información, se inició la búsqueda de 50 expedientes por enfermedad, una vez localizados, el especialista detalló las características sobresalientes para cada enfermedad, agrupándolas en los siguientes cuatro bloques:

1. Antecedentes,
2. Signos,
3. Síntomas, y
4. Laboratorio

Además, dio para cada grupo, características más particulares, las que el lector si así lo desea, podrá consultar en el Capítulo II. En este capítulo se muestran las características mencionadas de acuerdo a la enfermedad y el grado en el que se presentan.

Una vez identificados los pacientes con las enfermedades buscadas a través de su número de expediente y diagnóstico de egreso, proseguimos a la recopilación de la información de los expedientes, generando algunas modificaciones y que son descritas en los siguientes puntos:

- Para el caso de Cirrosis Biliar Primaria, se modificó la enfermedad a Cirrosis, debido a dos causas. La primera de ellas fue que la Cirrosis Biliar Primaria no es lo suficiente representativa en el diagnóstico diferencial, y segundo, el número de expedientes es mucho muy reducido en comparación al universo de expedientes para Cirrosis, por lo que se tienen mayor oportunidad de estudio, análisis, entrenamiento y prueba para esta enfermedad; además de que se busca resolver mejor la problemática planteada en esta tesis.
- En el caso de Hepatitis Viral, se eliminó debido a que los expedientes estudiados no tenían la información necesaria; por lo que se pudo observar, el diagnóstico de esta enfermedad se determina únicamente por pruebas de laboratorio, y en la mayoría de los casos no se requiere internar al paciente. Es por esto que en los expedientes no se reportan signos, síntomas y evolución de la enfermedad.
- Para Cáncer de Hígado, el inconveniente que tuvimos fue que al recopilar los datos de los expedientes con diagnóstico de ingreso correspondiente, en el archivo clínico del Hospital, no coincidían la mayoría de los diagnósticos de egreso con Cáncer, pues los pacientes en su estancia se les detectó una enfermedad distinta a la del momento de ingresar, reduciéndose casi totalmente la cantidad de patrones a manejar en la red. Por lo que se decidió eliminarla.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

De esta manera el grupo de enfermedades a tratar en esta tesis queda listada a continuación:

1. Absceso Hepático Amebiano,
2. Hepatitis Tóxica por Alcohol,
3. Cirrosis

La codificación de los datos se efectuó según los niveles o grados en los que se presentaban los antecedentes, signos, síntomas y resultados de las pruebas de laboratorio (Tablas 3.4 y 3.5), y que se presentan a continuación:

Para Antecedentes, Signos y Síntomas, la escala se definió como sigue:

Nivel Numérico	Descripción
0	No presenta
1	Leve
2	Moderado
3	Alto
4	Muy alto

Tabla 3.4 Escala de valores para las características de signos, síntomas y antecedentes

Para Laboratorio la clasificación queda:

Nivel Numérico	Descripción
0	Sin datos
1	Bajo
2	Normal
3	Alto

Tabla 3.5 Escala de valores para las características de laboratorio.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

Los rangos normales de los distintos indicadores de Laboratorio son:

Indicador	Rango Normal
Hemoglobina	13 a 15 gr.
Hematocritos	40 a 45 %
Leucocitos	4000 a 100 000.
Bilirrubinas	1 mg x dl
Enzimas	
TGP	0 a 40 unidades x dl
TGO	0 a 35 unidades x dl
GGT	0 a 50 unidades x dl
Albúmina	3.5(+ / -)
Colesterol	100 a 300
Fosfatasa Alcalina	40 a 100

Tabla 3.6 Rangos normales de los indicadores de laboratorio

La información se organizó en diferentes grupos, con el propósito de encontrar qué red neuronal era capaz de diagnosticar correctamente el mayor número de casos. Los datos se estructuraron de diversas formas, obteniendo las siguientes redes:

1. Se entrenaron 4 bloques de información: Antecedentes, Signos, Síntomas y Resultados de Laboratorio; a partir de los resultados de éstas, se alimentó la entrada de a una última red que considera la totalidad de enfermedades tratadas a fin de obtener como salida el diagnóstico diferencial buscado (ver fig. 3.1).

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

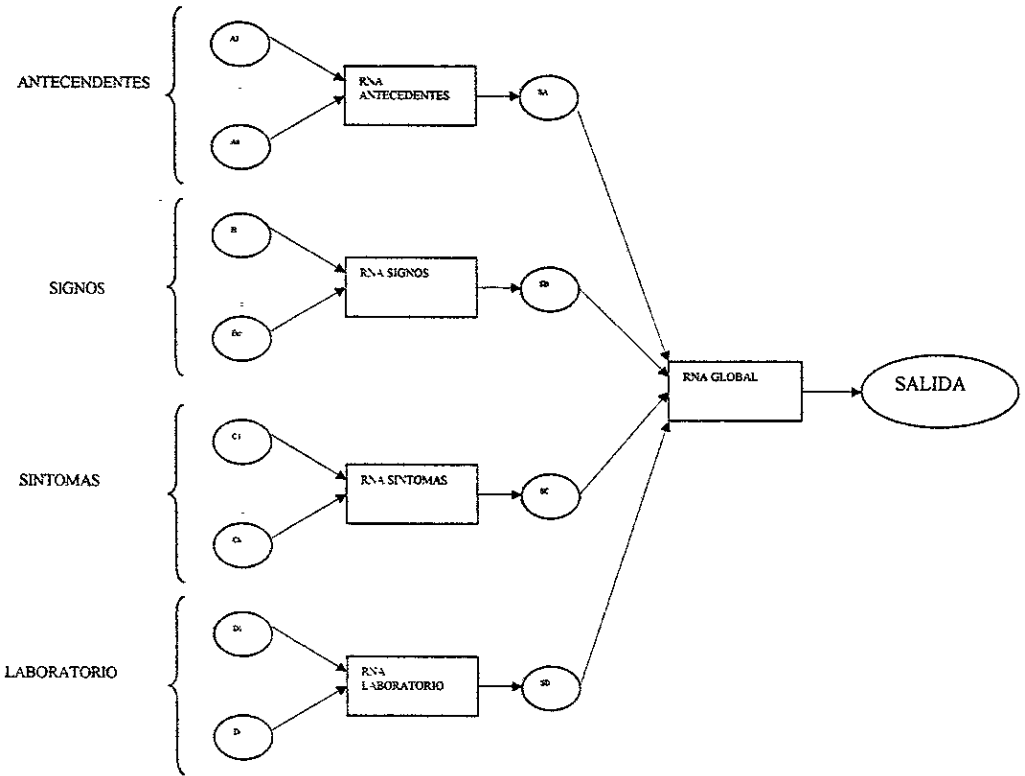


Fig. 3.1

2. Por otro lado, se entrenó una sola red con los cuatro bloques de características definidas para cada enfermedad en la misma hoja de cálculo, obteniendo el diagnóstico diferencial de la salida de ésta (ver fig. 3.2).

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

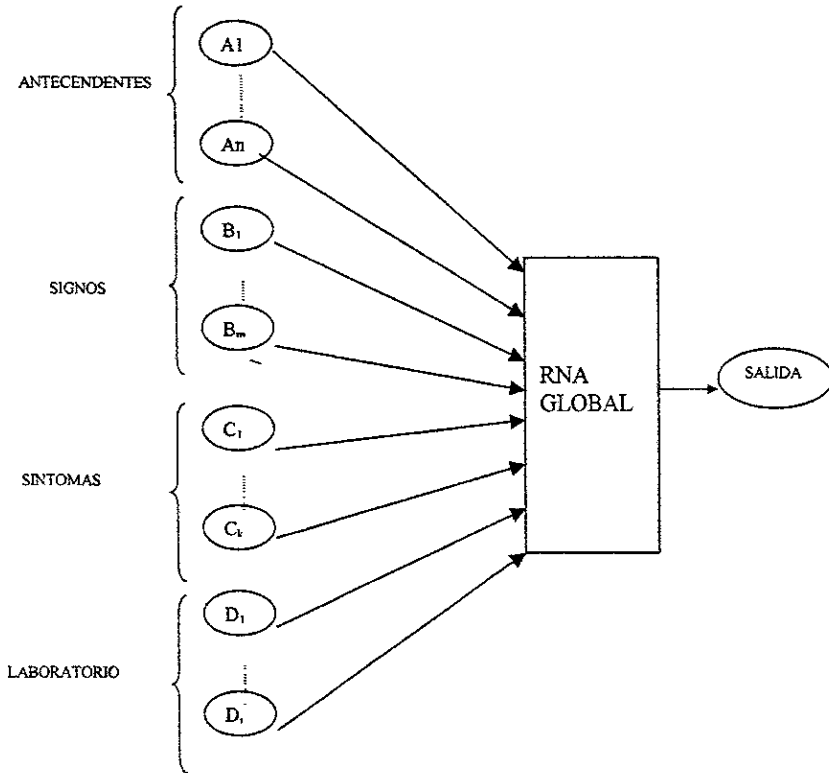


Fig. 3.2

3.3. ENTRENAMIENTO DE LAS RNA

Para resolver nuestro problema necesitamos un algoritmo de entrenamiento que cumpla con las siguientes características:

1. Que tenga la capacidad de clasificar patrones complejos,
2. Que posea aprendizaje supervisado, puesto que conocemos el vector de salidas de nuestros patrones,
3. Que maneje un conjunto de datos no linealmente separables,
4. Que aprenda fácilmente.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se decide emplear el algoritmo de Retropropagación para el aprendizaje de una Red Neuronal Artificial de tres capas, ya que cuenta con la facilidad de dar salidas satisfactorias a entradas que el sistema no ha visto nunca en su fase de entrenamiento.

El entrenamiento se realizó con un programa de software llamado NeuroShell2 que simula algoritmos de redes neuronales para clasificar patrones o realizar predicciones o decisiones basadas en la experiencia.

En NeuroShell2 se establecen los parámetros de la red como número de neuronas ocultas, momento y el grado de velocidad de aprendizaje, entre otros.

El procedimiento para entrenar las redes se da como sigue:

Los datos de los expedientes se almacenan en la hoja de cálculo de NeuroShell (llamada Datagrid). En el icono In/Out se establecen cuales son los datos de entrada y salida que conforman esa red. En el icono de Test Set se define el porcentaje de patrones de entrenamiento y prueba.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

Antes de iniciar el entrenamiento se especifica la complejidad de la red, el patrón de selección y el número de neuronas ocultas, o bien se deja a NeuroShell fijar este último con un valor de "Default". Si en ese mismo conjunto de datos se encuentran los patrones de prueba, se da el valor de calibración que se desee, con lo que se estará evaluando los patrones de prueba, conforme a los resultados generados por los patrones de entrenamiento. Si no es así, únicamente NeuroShell estará trabajando con los patrones de entrenamiento; por lo que los patrones de prueba, se evaluarán posteriormente en un módulo especial en el que se aplicará la red entrenada a nuevos datos, pudiéndose además exportarlos.

Como parámetro para finalizar el entrenamiento, se fijo un error mínimo nulo.

Ahora bien, ya definido el procedimiento para entrenar los patrones, se inició la aplicación y ejecución de dicho evento, obteniéndose resultados, que posteriormente se explicarán.

3.4. PRUEBAS DE ENTRENAMIENTO

La manera de organizar los datos, varió a lo largo del desarrollo de la tesis, pues de acuerdo a los resultados generados de cada entrenamiento, los datos utilizados debían ser analizados y depurados, para que al momento de ocuparlos en los respectivos entrenamientos, generaran los mejores resultados posibles. A continuación se describirán todas aquellas alternativas realizadas en la manipulación de los datos analizando los resultados obtenidos.

1. FASE I DE ENTRENAMIENTO

En un principio se contaba con 86 expedientes, de los cuales se hizo la siguiente distribución:

ENFERMEDAD	PATRONES DE ENTRENAMIENTO	PATRONES DE PRUEBA	TOTAL
AHA	15	15	30
C	15	15	30

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

HTOH	15	11	26
TOTALES	45	41	86

Tabla 3.7. Distribución de datos inicial

- Contamos con tres enfermedades, y a su vez éstas con cuatro subgrupos: antecedentes, síntomas, signos y laboratorio. Con en esta información obtuvimos ocho diferentes archivos, 2 para cada subgrupo, uno de entrenamiento (*.tm) y uno de prueba (*.pro).

Una vez planteada la estructura básica de los datos, proseguimos al entrenamiento de los cuatro archivos con extensión .tm, teniendo como parámetro para finalizar dicho entrenamiento el promedio de error mínimo, buscando que el valor del coeficiente estadístico R, fuera lo mas cercano a la unidad. Este coeficiente ayuda a determinar que tan bien se están realizando las clasificaciones o predicciones de los patrones, de manera que mientras más se acerque al valor unitario, mejores serán los resultados esperados para la red, sin dejar de tomar en cuenta, que este valor no implica que los resultados sean los correctos siempre.

Con esta condicional, los resultados fueron muy desalentadores pues aunque se consiguieran después de horas de entrenamiento para cada patrón valores muy altos en esta variable, en los patrones de prueba contenidos en sus respectivos archivos con extensión .pro, los porcentajes de aciertos en los resultados en todos los casos era casi igual a cero.

2. FASE II DE ENTRENAMIENTO

Con los resultados hasta ahora obtenidos, se prosiguió nuevamente a analizar los datos, teniendo como conclusiones que la muestra elegida para los patrones de entrenamiento y prueba, no eran los óptimos, ya que los expedientes destinados a entrenamiento eran demasiado similares entre sí, ocasionando que el aprendizaje de la red se limitara a reconocer solo aquellos que se encontrarán en ese pequeño grupo, de manera que se buscó distribuirlos lo mejor posible, consiguiendo tener en los patrones de entrenamiento mayor variedad de situaciones, pero atendiendo un número límite de expedientes igual al 50% del total para cada enfermedad.

De forma alterna a esta organización, se planeó que en una misma hoja de cálculo se agruparán los expedientes de entrenamiento(*.trn) y los expedientes de prueba(*.pro), formando así el archivo con extensión *.pat.

El propósito de esta manipulación fue que al contener en un mismo archivo los expedientes, y por medio de la computadora, fijáramos un porcentaje de ese total para patrones de prueba(archivo con extensión .tst); lo interesante de esto fue que los resultados generados podía variar de acuerdo a la manera aleatoria, en la que la computadora seleccionaba estos patrones.

Analizando los resultados, se llegó a la conclusión de que no sólo era importante el porcentaje de prueba y entrenamiento que diéramos, el cual oscilaba entre el 20% y el 50% del total de expedientes; si no también la manera en la que éstos se encontraban colocados en el archivo, de modo que se acomodaron todos los expedientes intercalados y de manera irregular y no por bloques de enfermedades.

Al analizar los resultados en ambos casos, determinamos que un factor para que éstos no fueran lo suficientemente satisfactorios, fue que los expedientes de Cirrosis y Hepatitis Tóxica por Alcohol se colocaron de manera contigua en la hoja de cálculo, teniendo como salidas los números 2 y 3 respectivamente, apenas una unidad de diferencia y puesto que la similitud es aún mayor que la que existe con Absceso Hepático Amebiano, los resultados no fueron satisfactorios, por lo que para organizaciones posteriores de información, se dió el siguiente orden a las enfermedades:

Hepatitis Tóxica por Alcohol, con salida 1,
Absceso Hepático Amebiano, con salida 2, y
Cirrosis, con salida igual a 3.

Con el procedimiento anterior, mejoró minimamente el rendimiento de la red. Con lo que se decide un nuevo análisis de los patrones por parte del especialista.

3. FASE III DE ENTRENAMIENTO

A raíz de estos resultados, se programó una visita con el especialista, para que también los analizará, y dado que el mayor problema en el diagnóstico de las enfermedades se encontraba entre Cirrosis y Hepatitis Tóxica por Alcohol, se determinó que lo que causaba conflicto es la gran similitud entre éstas; pues la Cirrosis es en la mayoría de los casos es una consecuencia de la Hepatitis Tóxica por Alcohol y que la información recabada en algunos expedientes, correspondía a una etapa intermedia entre ambas enfermedades, haciendo sumamente difícil esa distinción; de manera que para obtener mayor veracidad en los resultados y acercar estos mismos aún más a la realidad del problema, se planteó y aprobó una nueva clasificación de las enfermedades, basándonos en los resultados previamente obtenidos en los entrenamientos, quedando de la siguiente manera:

Cirrosis + Hepatitis Tóxica por Alcohol, con codificación a la salida igual a 1,
Absceso Hepático Amebiano, con codificación a la salida igual a 2, y
Hepatitis Tóxica por Alcohol, con codificación a la salida igual a 3,
Cirrosis, con codificación a la salida igual a 4.

Esta modificación originó movimientos en el número de expedientes para cada enfermedad; puesto que la muestra poblacional de las enfermedades se redujo, requiriendo la recopilación de 12 expedientes más, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

ENFERMEDAD	PATRONES DE ENTRENAMIENTO	PATRONES DE PRUEBA	PATRONES DE VALIDACIÓN	TOTAL
HTOH	4	1	0	5
C	23	3	3	29
C & H	14	5	3	22
AHA	20	6	16	42
TOTAL	61	15	22	98

Tabla 3.8 Nueva agrupación de expedientes.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

Una vez modificadas las salidas y teniendo los datos de las mismas, se plantearon otras formas de organizar los datos. Se listan a continuación:

a) Se buscó que en una misma hoja se tuvieran los patrones de entrenamiento y los patrones de prueba de todas las enfermedades; el porcentaje de estos últimos, serían en cantidad el 20% del total, teniendo como salidas los cuatro padecimientos con magnitud 1,2,3 y 4, en el orden ya indicado, y de igual manera la información se agrupó con el siguiente formato:

- Una hoja para Antecedentes.
- Una hoja para Signos.
- Una hoja para Síntomas,
- Una hoja para Laboratorio.

Esto con el objetivo de obtener 4 redes distintas cuyas salidas sirvieran de entradas a otra red.

Otra forma de análisis, fue analizar las salidas de las cuatro redes anteriores, obteniendo estadísticamente los resultados; en otras palabras, se analizó para cada expediente su respectiva salida de antecedentes, signos, síntomas y laboratorio, si en la mayoría de estas salidas resultó acertado, el resultado final se toma como bueno.

De esta manera para todos y cada uno de los expedientes se siguió el mismo procedimiento, tomando al final los valores generales para obtener porcentajes de salida.

Con ambos procedimientos obtuvimos menor porcentaje de aceptación que en las pruebas anteriores por lo que se descarta esta forma de organización de los datos.

b) Posteriormente se buscó combinar los 4 subgrupos anteriores, con la intención de encontrar la red que nos diera mejores resultados, estas fueron:

- Antecedentes y Síntomas.
- Antecedentes y Signos.
- Antecedentes y Laboratorio.
- Signos y Síntomas.
- Signos y Laboratorio
- Síntomas y Laboratorio
- Antecedentes, Signos y Síntomas.
- Antecedentes, Signos y Laboratorio
- Antecedentes, Síntomas y Laboratorio
- Signos, Síntomas y Laboratorio
- Antecedentes, Signos, Síntomas y Laboratorio

Dado que esta prueba arrojó mejores resultados que las anteriores, se decide continuar con este patrón. Al analizar los resultados, concluimos que un posible factor para mejorar el diagnóstico, era cambiar el valor entero de los datos de entrada a números decimales, de manera que el dato de edad se multiplicara por 0.01 y para el resto de los datos, se requirió multiplicarlos por un factor de 0.1. Las salidas conservaron su valor entero con intervalo de 1 a 4, según correspondiera la enfermedad de cada expediente.

Por ejemplo, para la edad (parte de la característica de Antecedentes), el valor queda de la siguiente manera:

Nivel Numérico	Descripción
0.37	Paciente con 37 años de edad.
0.76	Paciente con 76 años de edad
0.55	Paciente con 55 años de edad

**3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL**

Para de los Antecedentes, Signos y Síntomas, la escala se definió como sigue:

Nivel Numérico	Descripción
0	No presenta
0.1	Leve
0.2	Moderado
.3	Alto
0.4	Muy alto

Tabla 3.9

Para Laboratorio la clasificación queda:

Nivel Numérico	Descripción
0	~Sin datos
0.1	Bajo
0.2	Normal
0.3	Alto

Tabla 3.10

Para las salidas:

Nivel Numérico	Descripción
1	Cirrosis + Hepatitis Tóxica
2	Absceso Hepático
3	Hepatitis Tóxica
4	Cirrosis

Tabla 3.11

Teniendo todos estos subgrupos (inciso b), se siguió con el entrenamiento de las redes, teniendo excelentes resultados en Absceso Hepático Amebiano, y en algunos casos para Cirrosis + Hepatitis Tóxica, no siendo así, para Cirrosis y para Hepatitis Tóxica por Alcohol.

Una vez obtenidos los resultados, se empleó el siguiente procedimiento de análisis:

1. Se identifican cuáles son los resultados con diagnósticos erróneos haciendo un análisis del mismo.
2. Se evalúan los datos erróneos y se ve si no hay patrones iguales o muy parecidos entre enfermedades distintas.
3. De manera alterna, se entrena una Red Completa (con antecedentes, signos, síntomas y laboratorio que contenga las cuatro enfermedades) y otra sin considerar el laboratorio, pero cuyas salidas sean afectadas por un factor de cuatro, es decir, ahora el valor numérico de las salidas es de 4, 8, 12 y 16. Tomando para cada una, el porcentaje de salidas correctas y erróneas, de manera de seguir un análisis estadístico para cada enfermedad. Este factor de cuatro, se introduce para otorgar mayor amplitud entre las salidas, con la finalidad de obtener menor posibilidad de confundir el diagnóstico.

Se analizan las salidas con diagnóstico erróneo, de manera de saber si se solucionó el problema. Se concluye que la magnitud de las salidas y su intervalo de separación no influyen en nuestro problema de diagnóstico, puesto que el porcentaje de error se mantuvo.

3.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE PATRONES DE ENTRENAMIENTO Y PRUEBA

Los resultados obtenidos de los últimos subgrupos de entrenamiento, se resumen en el siguiente cuadro, este contiene los datos para las redes neuronales con salidas 1,2,3 y 4, así como, las correspondientes multiplicadas por un factor de 4, mostrándose así las diferencias entre ambas:

Salidas	Tipo de Red	R *trn	r *trn	R *tst	r *tst	Error Min trn	Error Min tst	n. ocultas
1,2,3 y 4	antece.dsc	0.83	0.84	0.86	0.87	0.0002	0.0052	12
	signos.dsc	0.38	0.4	0.13	0.16	0	0.0334	12
	sintomas.dsc	0.34	0.52	0.21	0.27	0	0.03	13
	lab.dsc	0.81	0.86	0.21	0.27	0.0006	0.035	13
	ant_sig.dsc	0.98	0.98	0.89	0.89	0	0.0049	16
	ant_sint.dsc	0.93	0.94	0.75	0.78	0	0.0094	16
	ant_lab.dsc	0.87	0.94	0.81	0.81	0	0.0072	17
	sig_sint.dsc	0.14	0.4	0.21	0.23	0	0.03	17
	sig_lab.dsc	0.91	0.98	0.53	0.55	0	0.0178	17
	sint_lab.dsc	0.26	0.41	0.26	0.29	0	0.0283	18
	a_s_s.dsc	0.94	0.95	0.89	0.9	0	0.0039	20
	an_st_lb.dsc	0.94	0.96	0.79	0.8	0.0001	0.0076	21
	an_sig_l.dsc	0.95	0.97	0.88	0.89	0	0.0028	21
	sg_sn_l.dsc	0.27	0.33	0.08	0.13	0	0.0328	22
	all.dsc	1	1	0.91	0.93	0	0.0032	25

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

Salidas	Tipo de Red	R	r	R*.tst	r*.tst	Error Min	Error Min	n. ocultas
		*.trn	*.trn			trn	tst	
4,8,12 y 16	antece.dsc	0.81	0.87	0.83	0.84	0	0.0062	12
	signos.dsc	0.38	0.4	0.12	0.16	0	0.0334	12
	sintomas.dsc	0.94	0.94	0	0.05	0	0.03	13
	Lab.dsc	0.27	0.33	0.08	0.13	0.0001	0.035	13
	ant_sig.dsc	0.88	0.91	0.85	0.86	0	0.0056	16
	ant_sint.dsc	0.91	0.92	0.84	0.86	0	0.0061	16
	ant_lab.dsc	0.88	0.95	0.82	0.82	0	0.0068	17
	sig_sint.dsc	0.14	0.4	0.21	0.23	0	0.0301	17
	sig_lab.dsc	0.91	0.98	0.53	0.56	0	0.178	17
	sint_lab.dsc	0.23	0.39	0.28	0.31	0	0.0276	17
	a_s_s.dsc	0.95	0.97	0.9	0.9	0	0.0039	20
	an_st_lb.dsc	0.92	0.96	0.82	0.83	0	0.007	21
	an_sig_l.dsc	0.91	0.96	0.87	0.87	0	0.005	21
	sg_sn_l.dsc	0.53	0.63	0.14	0.27	0	0.0328	22
	all.dsc	1	1	0.92	0.93	0	0.0032	25

Tabla 3.12 Resultados

De los datos anteriores, se concluye que:

- Las redes con salidas 1, 2, 3 y 4, arrojaron los mismos resultados que las redes que fueron entrenadas con salidas 4, 8, 12 y 16, por lo que se concluye que la amplitud entre las distintas salidas no afecta el resultado.
- Como se nota en el cuadro podemos observar que la característica más representativa fue antecedentes, puesto que las redes en las que se incluye este factor, resultaron tener mayor número de aceptación.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO, ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

- Dentro de este último grupo las dos redes con mejor desempeño fueron:
 - Antecedentes, signos y síntomas
 - Antecedentes, signos, síntomas y laboratorio.

Estas redes se utilizarán en la siguiente fase.

3.6. FASE DE PRUEBAS

La fase de pruebas comprende a su vez dos etapas:

- Probar un nuevo conjunto de patrones en aquellas redes en las que se obtuvo mejor rendimiento; estas son la red que contiene Antecedentes, signos, síntomas y laboratorio, una segunda red, sin considerar el laboratorio.
- Probar el mismo conjunto de patrones en el sistema de aplicación.

Para esta fase fue necesaria la recopilación de nuevos expedientes, incrementando el conjunto de Patrones de Validación, quedando de esta manera:

ENFERMEDAD	PATRONES DE VALIDACIÓN
AHA	15
C	14
C & H	8
H	6
TOTAL	43

Tabla 3.13 Expedientes de Validación

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

FASE I. VALIDACIÓN DE RESULTADOS DESDE NEUROHELL

Para que esta prueba pudiera hacerse en Neuroshell, se creo un archivo con los patrones de validación con extensión .pro. Así obtuvimos los siguientes resultados:

Salidas	ARCHIVO	R	r	Diagnóstico Erróneo/ Total	Porcentaje de Aceptación
1,2,3 y 4	A_S_S.pro	0.5765	0.6208	13/43	69.76
	All.pro	0.4510	0.4963	14/43	67.44

El porcentaje de aceptación máximo de las redes entrenadas es de 69.76% y corresponde a la red que considera únicamente Antecedentes, Signos y Síntomas.

El siguiente paso fue el de variar los parámetros de entrenamiento de la red de antecedentes signos y síntomas, consiguiendo un aumento considerable en los resultados y que son mostrados en la siguiente tabla:

.PAT								.PRO				
N Tm	N Tst	%	V. de Aprendizaje	Momento	Neuronas Ocultas	R	R	TOTAL	MALAS	BUENAS	%ACEP.	
65	14	18	0.3	0.5	24	0.919	0.8733	43	6	37	86.05%	
65	14	18	0.05	0.5	25	0.8928	0.8215	43	10	33	76.74%	
65	14	18	0.6	0.3	25	0.8723	0.7675	43	15	28	65.12%	
65	14	18	0.1	0.3	24	0.9123	0.8533	43	9	34	79.07%	
72	7	10	0.3	0.3	24	0.7732	0.6076	43	17	26	60.47%	
72	7	10	0.3	0.5	24	0.8089	0.6536	43	17	26	60.47%	
66	13	17	0.3	0.4	24	0.9055	0.8471	43	8	35	81.40%	
65	14	18	0.3	0.45	24	0.917	0.869	43	7	36	83.72%	
65	14	18	0.3	0.55	24	0.9204	0.8764	43	6	37	86.05%	
65	14	18	0.3	0.6	24	0.856	0.7306	43	18	25	58.14%	
65	14	18	0.3	0.55	25	0.85	0.7505	43	13	30	69.77%	
65	14	18	0.25	0.55	24	0.9187	0.8782	43	7	36	83.72%	
65	14	18	0.35	0.55	24	0.8605	0.7352	43	17	26	60.47%	

La primera y novena prueba, fueron las mejores redes, puesto que se alcanzo 86.05% de aceptación en los patrones de validación.

3. DESARROLLO DE LA ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO,
ESTRUCTURACIÓN DE LA RED NEURONAL

Ahora bien, se analizaron los resultados, encontrando que cinco de los expedientes de validación (A_S_S.pro), resultaban siempre con diagnóstico erróneo.

Estos expedientes fueron analizados por el Gastroenterólogo, encontrando que dos de éstos, no tienen los datos necesarios para dar un diagnóstico correcto, por lo que no se consideraron para la prueba de validación, obteniendo los siguientes resultados.

A_S_S.pat					A_S_S.pro	
% de patrones de prueba N	Variación de Aprendizaje	Momento	Neuronas Ocultas	R	Expedientes de Validación	% de Aceptación
18	0.3	0.55	24	0.9204	41	90.24%

RED	Cirrosis - Hepatitis Tóxica		Hepatitis Tóxica		Absceso Hepático		Cirrosis	
	Diagnósticos Correctos	% de Aceptación	Diagnósticos Correctos	% de Aceptación	Diagnósticos Correctos	% de Aceptación	Diagnósticos Correctos	% de Aceptación
A_S_S	8	100%	5	80%	15	100%	9	75%

FASE 2. VALIDACIÓN DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL A PARTIR DEL SISTEMA DE APLICACIÓN.

Para la realización de esta prueba, se requirió generar dos archivos que tuvieran los resultados del entrenamiento de las redes en NeuroShell, para poder hacer diagnósticos desde la aplicación en Visual Basic. Estos archivos se generaron desde un módulo de NeuroShell el cual está enfocado a la creación de aplicaciones de ejecución de las redes previamente entrenadas.

Uno de estos archivos era un archivo dll, el cual era idóneo para usarlo en la aplicación, puesto que cuando se quisiera cambiar de red, únicamente se reemplazaba éste archivo dll por el nuevo. Sin embargo no se obtuvieron los mismos resultados que anteriormente se habían obtenido desde Neuroshell, por lo que se decidió utilizar el segundo archivo.

Dicho archivo tiene la extensión .vb, y contiene el código en Visual Basic que calcula el diagnóstico de salida. Con este segundo archivo se obtuvieron exactamente los mismos resultados que en Neuroshell; el inconveniente, es que cuando se requiera reemplazar la red, tendrá que modificarse el código del sistema una vez entrenada la nueva red.

CAPÍTULO

4

4. ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA

4.1. ESTUDIO PRELIMINAR

OBJETIVO

Diseñar y planear un Sistema de Información que sirva como interfaz gráfica entre el usuario y una o varias redes neuronales artificiales, permitiéndole efectuar un diagnóstico diferencial de manera sencilla, rápida y agradable.

Así mismo crear un histórico de los pacientes, sus síntomas y su posible enfermedad, el cuál servirá de referencia a los usuarios en el momento que así lo requieran.

PAPEL DEL USUARIO

El usuario deberá tener conocimientos de Medicina General, puesto que el diagnóstico diferencial se basa en Antecedentes, Signos, Síntomas y Pruebas de Laboratorio del paciente.

El sistema tendrá que estar diseñado para que las redes neuronales artificiales puedan efectuar el diagnóstico al menos con los Antecedentes, Signos y Síntomas; para determinar dichos aspectos será necesario que el paciente sea oscultado por un experto.

4.2. REQUERIMIENTOS.

El Sistema deberá contar con:

- Una interfaz gráfica fácil de manejar.
- Un módulo de Diagnóstico Diferencial, el cuál interactúe con las redes que tuvieron mejor desempeño; en este caso:
 - a) La red conformada por Antecedentes, Signos y Síntomas.
 - b) La red conformada por Antecedentes, Signos, Síntomas y Laboratorio.

- Un módulo de Consultas, es decir el usuario podrá visualizar la información de cualquier paciente que con anterioridad haya sido dado de alta en el Sistema.

4.3. DISEÑO DEL SISTEMA

4.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se tiene el caso de un paciente que pudiera padecer Absceso Hepático Amebiano, Cirrosis Hepática ó Hepatitis Tóxica por Alcohol, en una o más ocasiones. Cada paciente tiene un número único de expediente.

Como primera instancia el paciente es interrogado con el fin de conocer sus antecedentes (edad, sexo, alcoholismo, tabaquismo, etc.), como segundo paso es explorado por el médico, el cual determina el grado en el que se presentan sus signos y síntomas, por último, se puede o no hacer pruebas de laboratorio.

Así el sistema tal vez diagnostique una o más enfermedades, dependiendo de la(s) red(es) que se utilice(n).

Entidades del Sistema

PACIENTE. Un paciente tiene un número de expediente único. Puede presentar distintos cuadros clínicos, en distintos periodos de tiempos.

CUADRO CLÍNICO. El cuadro clínico de un paciente en un período de tiempo específico, esta compuesto por antecedentes, signos, síntomas y pruebas de laboratorio.

ANTECEDENTES. En este caso, los antecedentes de mayor relevancia son: edad, antecedentes de hepatitis tóxica por alcohol, alcoholismo, desnutrición, tabaquismo y malos hábitos higiénicos.

SIGNOS. El conjunto de Signos se compone por: Ictericia, Ascitis, Hepatomegalia, Insuficiencia Hepática, Palidez, Encefalopatía, Edema, Dolor en el Hipocondrio Derecho.

SÍNTOMAS. Esta compuesto por: Hiporexia, Astenia, Pérdida de Peso, Fiebre, Náusea, Vómito, Dolor Abdominal, Hemorragia Digestiva, Síntomas Respiratorios.

LABORATORIO: Consta de 8 pruebas de laboratorio, las cuales son: Hemoglobina, Hematocrito, Leucocitos, Bilirrubina, Enzimas (TGP, TGO, GGT), Albúmina, Colesterol y Fosfatasa Alcalina.

DIAGNÓSTICO. Dependiendo del Cuadro clínico que presente el paciente, existirá un diagnóstico del padecimiento en estudio, en el cual podrá contemplarse una enfermedad por red utilizada.

4.3.3. ASOCIACIONES ENTRE ENTIDADES

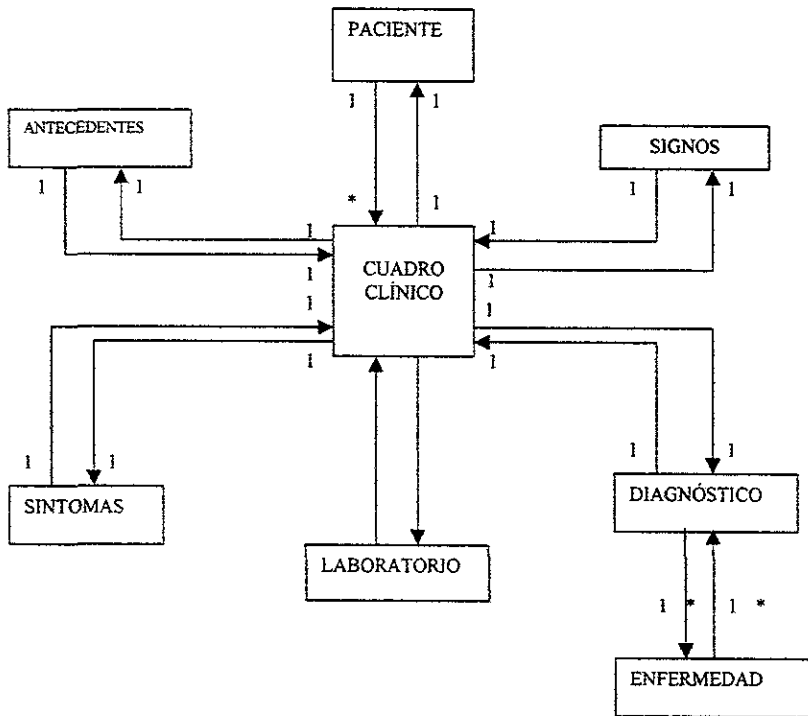


fig. 4.1

4.3.4. MODELO ENTIDAD RELACIÓN

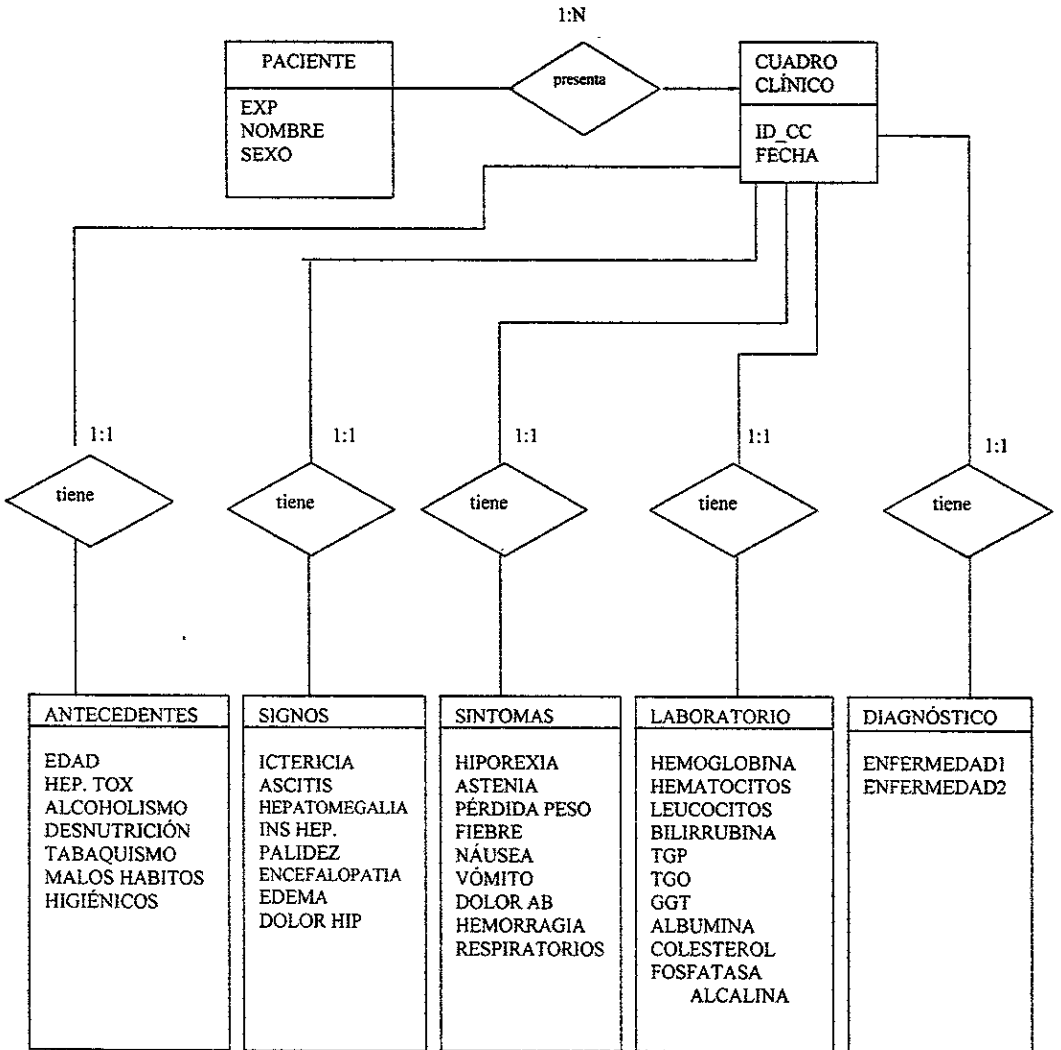


Fig. 4.2

4.3.5. TABLAS NORMALIZADAS

- R_{PACIENTE}(EXP, NOMBRE, SEXO, EDAD)
- R_{CUADRO}(CC, FECHA, EXP)
- R_{ANTECEDENTES}(CC, EDAD, HEP_TOX, ALCOHOLISMO, DESNUTRICIÓN, MALA_HIGIENE, TABAQUISMO)
- R_{SIGNOS}(CC, ICTERICIA, ASCITIS, HEPATOMEGALIA, INS_HEP, PALIDEZ, ENCEFALOPATIA, EDEMA, DOLOR_HIPO)
- R_{SENTOMAS}(CC, HIPOREXIA, ASTENIA, PÉRDIDA_PESO, FIEBRE, NÁUSEA, VÓMITO, DOLOR ABDOMINAL, HEMORRAGIA DIGESTIVA, SNTO_RES)
- R_{LABORATORIO}(CC, HEMOGLOBINA, HEMATOCRITO, LEUCOCITOS, BILIRRUBINA, TGP, TGO, GGT, ALBÚMINA, COLESTEROL, FOSFATASA)
- R_{DIAGNÓSTICO}(CC, ENFERMEDAD1, ENFERMEDAD2)

4.3.6.LISTA DE ENTIDADES

Paciente	Atributos	Tipo de Datos
	No. Expediente	Long
	Nombre	String
	Sexo	Char[1]
	Edad	Integer

Cuadro Clinico	Atributos	Tipo de Datos
	ID_CC	Integer
	Fecha	String

Antecedentes	Atributos	Tipo de Datos
	Edad	Integer
	Hepatitis Tóxica	Integer
	Alcoholismo	Integer
	Desnutrición	Integer
	Tabaquismo	Integer
	Malos Hábitos Higiénicos	Integer

Signos	Atributos	Tipo de Datos
	Ictericia	Integer
	Ascitis	Integer
	Hepatomegalia	Integer
	Insuficiencia Hepática	Integer
	Palidez	Integer
	Encefalopatía	Integer
	Edema	Integer
	Dolor en Hipocondrio	Integer

Síntomas	Atributos	Tipo de Datos
	Hiporexia	Integer
	Astenia	Integer
	Pérdida de Peso	Integer
	Fiebre	Integer
	Naúsea	Integer
	Vómito	Integer
	Dolor Abdominal	Integer
	Hemorragia Digestiva	Integer
	Síntomas Respiratorios	Integer

Laboratorio	Atributos	Tipo de Datos
	Hemoglobina	Integer
	Hematocitos	Integer
	Leucocitos	Integer
	Bilirrubina	Integer
	TGP	Integer
	TGO	Integer
	GGT	Integer
	Albúmina	Integer
	Colesterol	Integer
	Fosfatasa Alcalina	Integer

Diagnóstico	Atributos	Tipo de Datos
	Enfermedad1	String
	Enfermedad2	String

Asociación entre entidades:

Presenta	Paciente - CC
----------	---------------

Tiene	CC - Antecedentes
	CC - Signos
	CC - Sintomas
	CC - Laboratorio
	CC - Diagnóstico

Tabla 4.1 Lista y asociación entre entidades.

4.3.7. DIAGRAMA ESTRUCTURADO (MAPA DEL PROGRAMADOR)

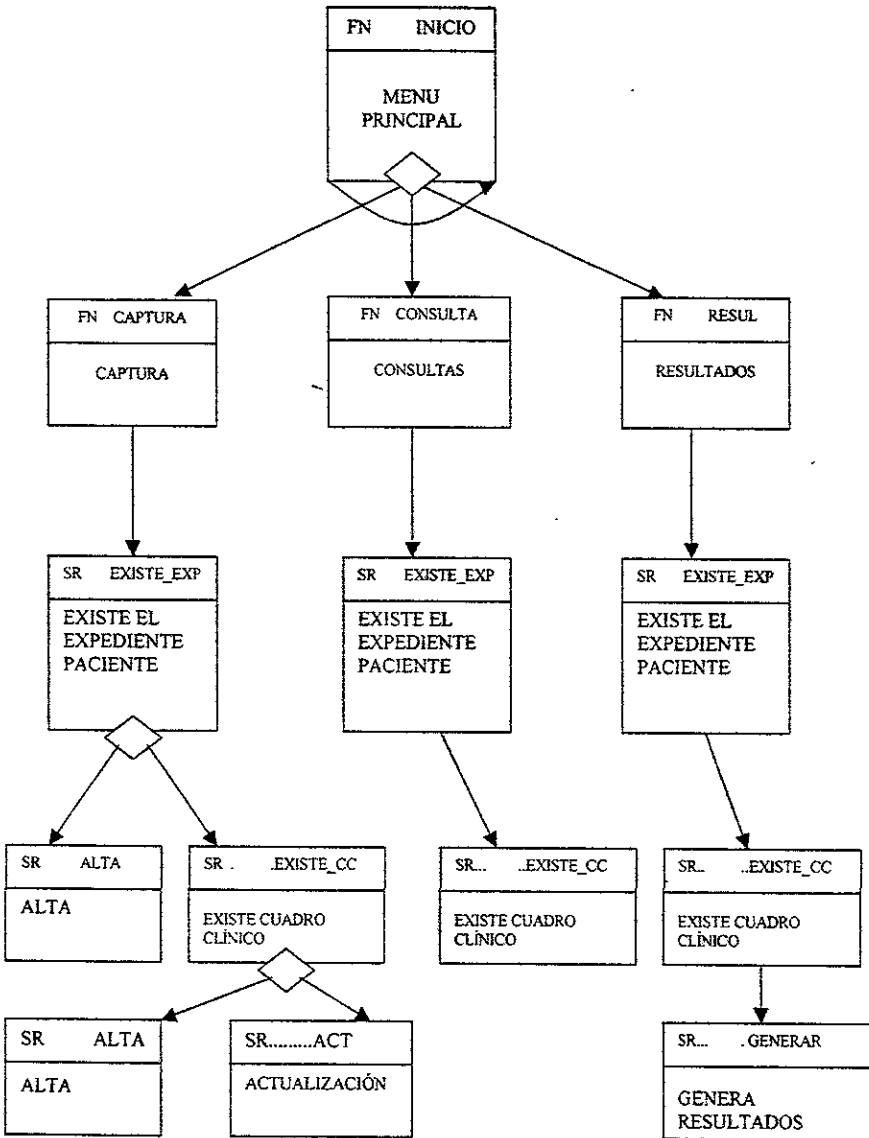
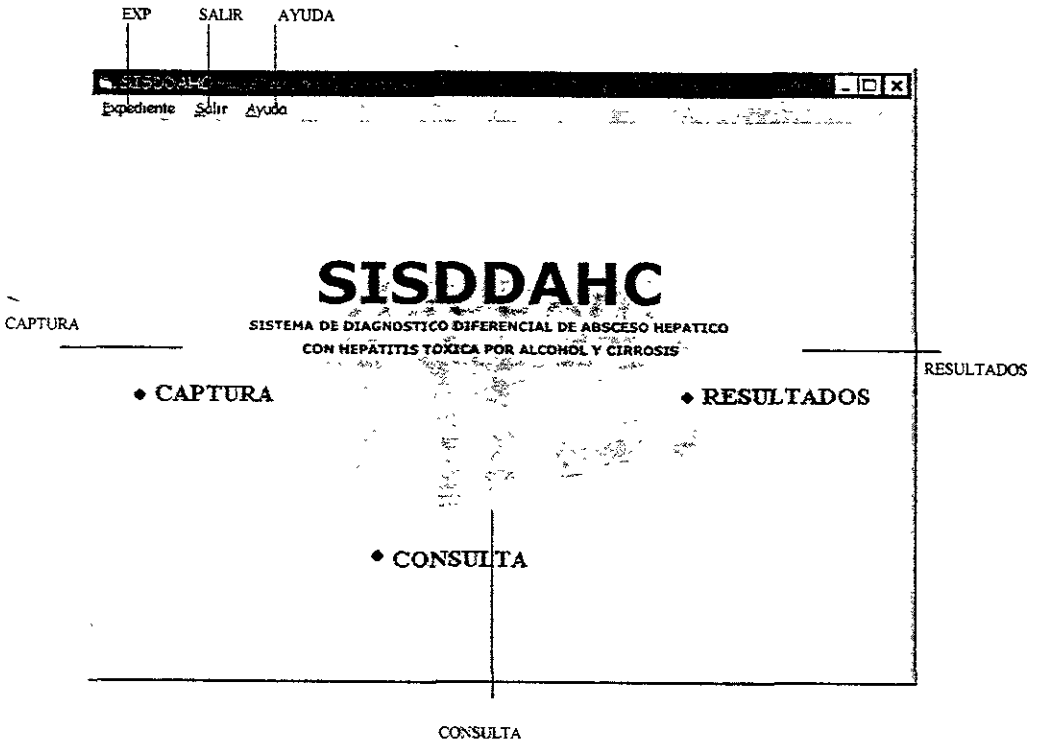


fig. 4.3

4.3.8. PROTOTIPO

4.3.8.1. MENU INICIAL (fig. 4.4)



EXP. Al presionar éste, aparecerá un menú de Captura, Consulta y Resultados.

AYUDA. Al presionar éste obtendrá una breve ayuda de cómo usar el sistema.

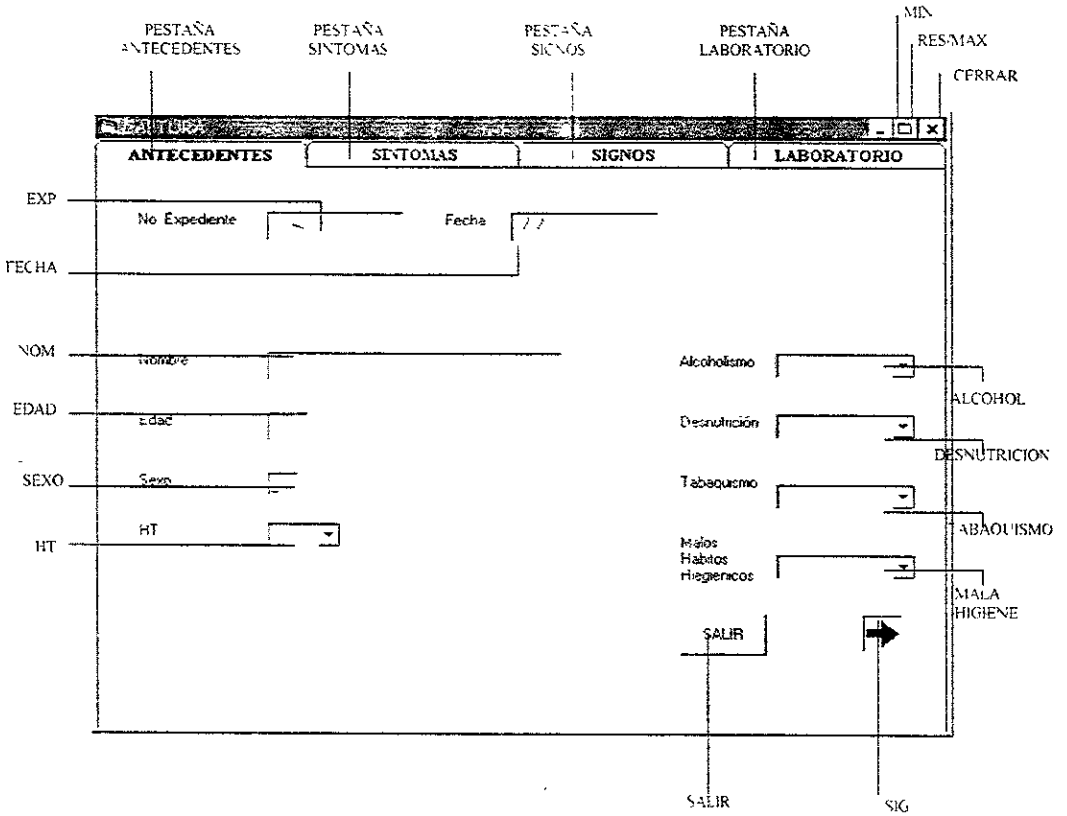
SALIR. Al presionar éste podrá finalizar el uso del sistema.

CAPTURA. Al hacer doble clic sobre éste aparecerá la ventana de Captura (ver 4.3.8.1.1)

CONSULTA. Al hacer doble clic sobre éste aparecerá la ventana de Consulta (ver 4.3.8.1.2)

RESULTADOS. Al hacer doble clic sobre éste aparecerá la ventana de Resultados (ver 4.3.8.1.3)

4.3.8.1.1.CAPTURA (ALTAS /ACTUALIZACIONES, fig. 4.5)



a) ANTECEDENTES

PESTAÑA SÍNTOMAS. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Síntomas" de la Ventana "Captura" (ver inciso b). si y solo si los datos de EXP y FECHA ya han sido introducidos.

PESTAÑA SIGNOS. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Signos" de la Ventana "Captura" (ver inciso c), si y solo si los datos de **EXP** y **FECHA** ya han sido introducidos.

PESTAÑA LABORATORIO. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Laboratorio" de la Ventana "Captura" (ver inciso d), si y solo si los datos de **EXP** y **FECHA** ya han sido introducidos.

BOTÓN MIN. Al presionar este botón la ventana actual será minimizada.

BOTÓN RES/MAX. Si el tamaño actual de la ventana es el normal, ésta se maximizará, de lo contrario, recuperará su tamaño normal.

BOTÓN CERRAR. Al presionar este botón, la ventana actual desaparecerá por completo.

EXP. En este recuadro, el usuario tendrá que especificar el número de expediente correspondiente al paciente que desea dar de alta en la base de datos.

FECHA- En este recuadro el usuario tendrá que especificar la fecha en la que se presentó el cuadro clínico.

Una vez introducidos el **EXP** y la **FECHA**, el sistema buscará información concerniente al expediente y fecha indicada. Si se encontró información, aparece el "Mensaje Actualizar" se procede a efectuar una actualización si así se desea. Si no se encontró La información, el sistema se preparará para darla de alta en la Base de Datos.

NOMBRE. En este recuadro el usuario podrá introducir el nombre del paciente. O bien de visualizarlo y modificarlo en caso de que se trate de una actualización.

EDAD. En este recuadro el usuario podrá introducir la edad del paciente. O bien de visualizarla y modificarla en caso de que se trate de una actualización.

SEXO. En este recuadro el usuario podrá introducir el sexo del paciente. O bien de visualizarlo y modificarlo en caso de que se trate de una actualización.

HT. En este recuadro el usuario indicará "SI", si el paciente tiene antecedentes de Hepatitis Tóxica por Alcohol ó "NO" en caso contrario. En caso de tratarse de una actualización el usuario podrá visualizarlo y modificarlo.

ALCOHOLISMO. En este recuadro el usuario introducirá el grado de alcoholismo del paciente. O bien de visualizarlo y modificarlo en caso de que se trate de una actualización.

DESNUTRICIÓN. En este recuadro el usuario introducirá el grado de desnutrición del paciente. O bien de visualizarlo y modificarlo en caso de que se trate de una actualización.

MALA_HIGIENE. En este recuadro el usuario introducirá el grado de los malos hábitos higiénicos del paciente. O bien de visualizarlos y modificarlos en caso de que se trate de una actualización.

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

SIG: Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de "Síntomas" de la Ventana "Captura" (ver fig. 4.5 inciso b).

b) SINTOMAS

ANTECEDENTES		SINTOMAS	SIGNOS	LABORATORIO
HIPO	Hiporexia (falta de apetito) <input type="text"/>		Vomito <input type="text"/>	VOMITO
ASTENIA	Astenia <input type="text"/>	Dolor abdominal <input type="text"/>		DOLOR A
PESO	Perdida de peso <input type="text"/>	Hemorragia Digestiva <input type="text"/>		HEVO_D
FIEBRE	Fiebre <input type="text"/>	Sintomas Respiratorios <input type="text"/>		S-RES
NAUSEA	Nauseas <input type="text"/>			
←		SALIR		→
ATRÁS		SALIR		SIG

HIPO. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado de Hiporexia que presenta el paciente.

ASTENIA. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado de Astenia que presenta el paciente.

PESO. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado en el que el paciente sufre pérdida de peso.

FIEBRE. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado de Fiebre que presenta el paciente.

NAUSEA. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado en el que el paciente presentó náuseas.

VÓMITO. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado de en que el paciente presentó vómito.

DOLOR_A. En este recuadro el usuarios deberá especificar el grado en que el paciente presentó Dolor Abdominal.

HEMO_D. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado en que el paciente presentó Hemorragia Digestiva.

S- RES. En este recuadro el usuario deberá especificar el grado en el que el paciente presentó Dificultades Respiratorias.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta “Antecedentes” de la Ventana “Captura” (ver fig. 4.5 inciso a).

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana “Menú Inicial” (ver fig. 4.4).

SIG: Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de “Signos” de la Ventana “Captura” (ver fig. 4.5 inciso c).

c)SIGNOS

ANTECEDENTES	SINTOMAS	SIGNOS	LABORATORIO
ICT	icticia	Palidez	PALIDEZ
ASCITIS	serosa	Encefalopatía	ENC
HEPATOPALMOS	hepatocelular	Edema	EDEMA
HEMORRAGIAS	hepáticas	Dolor en Hipocondrios	D_HIPO

Buttons: ← ATRAS, Guardar, SALIR, → SIG

ICT. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta ictericia.

ASCITIS. En este recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta Ascitis.

HEPATO. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta Hepatomegalia.

IN_HEP. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta signos de Insuficiencia Hepática.

PALIDEZ. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta Palidez.

ENC. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta Encefalopatía.

EDEMA. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta signos de Edema.

D_HIPO. En éste recuadro el usuario deberá especificar en que grado el paciente presenta Dolor en el Hipocondrio Derecho.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta "Síntomas" de la Ventana "Captura" (ver fig. 4.5 inciso b).

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

SIG. Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de "Laboratorio" de la Ventana "Captura" (ver fig. 4.5 inciso d).

d) LABORATORIO

ANTECEDENTES	SINTOMAS	SIGNOS	LABORATORIO
Hemoglobina		ENZIMAS	
HB		TGP	TGP
Hematocitos		TGO	TGO
HTO		GGT	GGT
Leucocitos		Albumina	ALB
LTO		Colesterol	COL
Bilirrubina		Fosfatasa Alcalina	FOS
BIRR			
Enfermedad			

ENFER

HB. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Hemoglobina que resultó de las pruebas de laboratorio.

HTO. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Hematocritos que resultó de las pruebas de laboratorio.

LTO. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Leucocitos que resultó de las pruebas de laboratorio.

BIRR. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Bilirrubinas que resultó de las pruebas de laboratorio.

TGP. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima TGP que resultó de las pruebas de laboratorio.

TGO. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima TGO que resultó de las pruebas de laboratorio.

GGT. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima GGT que resultó de las pruebas de laboratorio.

ALB. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Albúmina que resultó de las pruebas de laboratorio.

COL. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el (sin datos, bajo, normal, alto) de Colesterol que resultó de las pruebas de laboratorio.

FOS. En este recuadro el usuario tendrá que especificar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Fosfatasa que resultó de las pruebas de laboratorio.

ENFER. En este recuadro el usuario tendrá que especificar la enfermedad del paciente según los resultados de laboratorio.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta "Signos" de la Ventana "Captura" (ver fig. 4.5 inciso c).

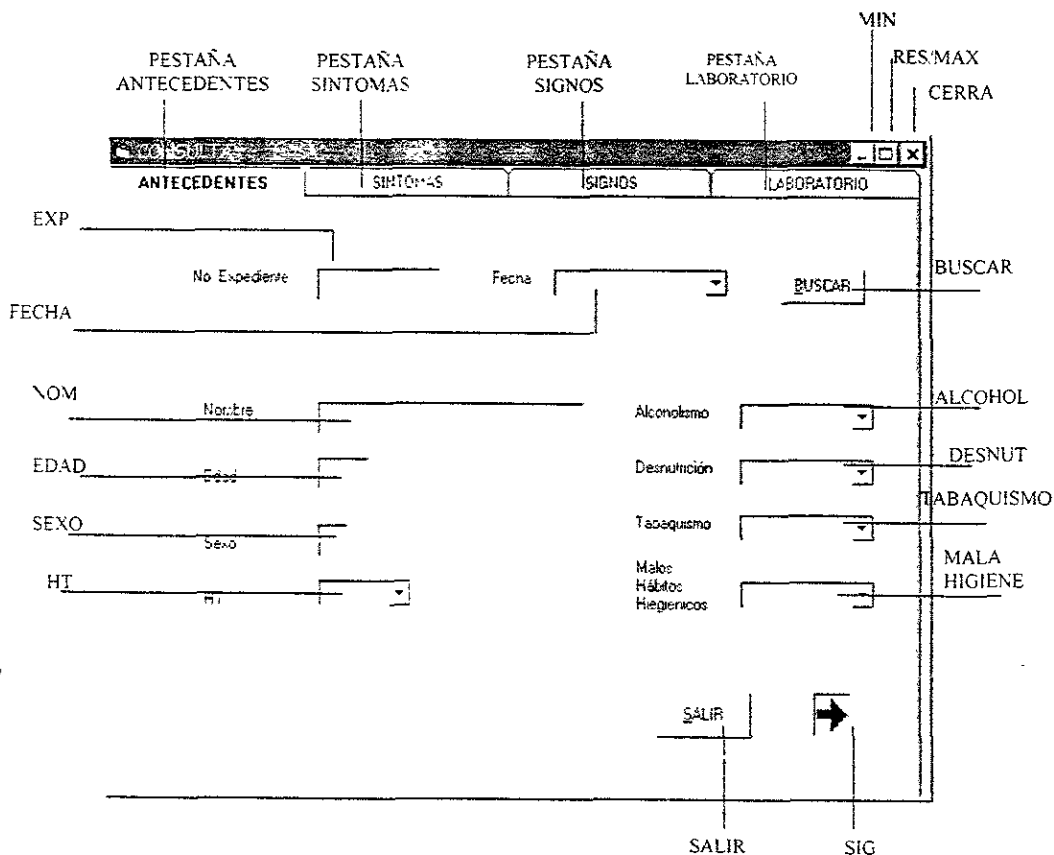
SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

GUARDAR. Al presionar éste botón, los datos introducidos por el usuario en los recuadros de cada una de las carpetas de la Ventana "Captura", serán dados de alta o bien serán actualizados en la Base de Datos. Si se trata de un nuevo registro, es decir de una captura, posteriormente se habilitará el botón de Resultados.

RESULTADOS. Al presionar éste botón la ventana actual desaparecerá y se activará la Ventana de Resultados (ver fig.4.8)

4.3.8.1.2. CONSULTAS (fig. 4.6)

a) ANTECEDENTES



PESTAÑA SÍNTOMAS. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Síntomas" de la Ventana "Consultas" (ver inciso b), si y solo si los datos de **EXP** y **FECHA** ya han sido introducidos.

PESTAÑA SIGNOS. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Signos" de la Ventana "Consultas" (ver inciso c), si y solo si los datos de **EXP** y **FECHA** ya han sido introducidos.

PESTAÑA LABORATORIO. Al presionar esta pestaña aparecerá el contenido de la carpeta "Laboratorio" de la Ventana "Consultas" (ver inciso d), si y solo si los datos de **EXP** y **FECHA** ya han sido introducidos.

BOTÓN MIN. Al presionar este botón la ventana actual será minimizada.

BOTÓN RES/MAX. Si el tamaño actual de la ventana es el normal, ésta se maximizará, de lo contrario, recuperará su tamaño normal.

BOTÓN CERRAR. Al presionar este botón, la ventana actual desaparecerá por completo.

EXP. En este recuadro, el usuario tendrá que especificar el número de expediente correspondiente al paciente del cual requiere consultar su Cuadro Clínico.

FECHA- En este recuadro el usuario podrá elegir la fecha del cuadro clínico del expediente indicado anteriormente. (Aparecerán todas las fechas registradas del expediente indicado, automáticamente después de que el usuario lo haya tecleado).

BUSCAR. Una vez introducidos el **EXP** y la **FECHA**, al presionar este botón, el sistema buscará información concerniente al expediente y fecha indicada. En caso de no encontrar información aparece el Mensaje "No existen datos de ese expediente en la fecha indicada."

NOMBRE. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nombre del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

EDAD. En este recuadro el usuario podrá visualizar la edad del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

SEXO. En este recuadro el usuario podrá visualizar el sexo del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

HT. En este recuadro el usuario podrá visualizar si el paciente tiene o no antecedentes de Hepatitis Tóxica por Alcohol, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

ALCOHOLISMO. En este recuadro el usuario visualizará el grado de alcoholismo del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

DESNUTRICIÓN. En este recuadro el usuario visualizará el grado de desnutrición del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

MALA_HIGIENE. En este recuadro el usuario visualizará el grado de los malos hábitos higiénicos del paciente, una vez que el Sistema haya buscado el expediente y el cuadro clínico correspondiente a la fecha indicada.

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

SIG: Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de "Síntomas" de la Ventana "Consultas" (ver fig. 4.6 inciso b).

b) Síntomas

The screenshot shows a software window titled "CONSULTA" with four tabs: "ANTECEDENTES", "SINTOMAS", "SIGNOS", and "LABORATORIO". The "SINTOMAS" tab is selected. The interface is organized into two columns of symptoms, each with a dropdown menu for selection. On the left side, the following symptoms are listed with their corresponding dropdowns:

- HIPO: Hipoprexia (falta de apetito)
- ASTENIA: Astenia
- PESO: Pérdida de peso
- FIEBRE: Fiebre
- NAUSEA: Nausea

On the right side, the following symptoms are listed with their corresponding dropdowns:

- VÓMITO
- Dolor abdominal
- Hemorragia Digestiva
- Síntomas Respiratorios

At the bottom of the window, there are three navigation buttons: "ATRÁS" (with a left-pointing arrow), "SALIR", and "SIG" (with a right-pointing arrow).

Siempre que el sistema haya encontrado información referente al paciente y la fecha del cuadro clínico indicados por el usuario en la Ventana "Consultas" Carpeta "Antecedentes" (ver fig. 4.6 inciso a), en los recuadros:

HIPO. El usuario podrá visualizar el grado de Hipoprexia que presenta o presentó el paciente.

ASTENIA El usuario podrá visualizar el grado de Astenia que presenta o presentó el paciente

PESO. El usuario podrá visualizar el grado en el que el paciente sufre o sufrió pérdida de peso.

FIEBRE. El usuario podrá visualizar el grado de Fiebre que presenta o presentó el paciente.

NAUSEA. El usuario podrá visualizar el grado en el que el paciente presenta o presentó náuseas.

VÓMITO. El usuario podrá visualizar el grado de en que el paciente presenta o presentó vómito.

DOLOR_A. El usuario podrá visualizar el grado en que el paciente presenta o presentó Dolor Abdominal.

HEMO_D. El usuario podrá visualizar el grado en que el paciente presenta o presentó Hemorragia Digestiva.

S_RES. El usuario podrá visualizar el grado en el que el paciente presenta o presentó Dificultades Respiratorias.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta “Antecedentes” de la Ventana “Captura” (ver fig. 4.6 inciso a).

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana “Menú Inicial” (ver fig. 4.4).

SIG: Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de “Signos” de la Ventana “Captura” (ver fig. 4.6 inciso c).

c) SIGNOS

ANTECEDENTES	SINTOMAS	SIGNOS	LABORATORIO
ICT	Ictericia	Palidez	PALIDEZ
ASCITIS	Ascitis	Encefalopatía	ENC
HEPATO	Hepatomegalia	Edema	EDEMA
IN_HEP	Insuficiencia Hepática	Dolor en Hipocondrio	D_HIPO

ATRAS SALIR SIG

Siempre que el sistema haya encontrado información referente al paciente y la fecha del cuadro clínico indicados por el usuario en la Ventana "Consultas" Carpeta "Antecedentes" (ver fig. 4.6 inciso a), en los recuadros:

ICT. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó ictericia.

ASCITIS. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó Ascitis.

HEPATO. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó Hepatomegalia.

IN_HEP. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó signos de Insuficiencia Hepática.

PALIDEZ. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó signos de Palidez.

ENC. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó signos de Encefalopatía.

EDEMA. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó signos de Edema.

D_HIPO. El usuario podrá visualizar en que grado el paciente presenta o presentó Dolor en el Hipocondrio Derecho.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta "Síntomas" de la Ventana "Consultas" (ver fig. 4.6 inciso b).

SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

SIG: Al presionar éste icono aparecerá la Carpeta de "Laboratorio" de la Ventana "Consultas" (ver fig. 4.6 inciso d).

d) LABORATORIO

Siempre que el sistema haya encontrado información referente al paciente y la fecha del cuadro clínico indicados por el usuario en la Ventana "Consultas" Carpeta "Antecedentes" (ver fig. 4.6 inciso a). en los recuadros:

HB. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Hemoglobina que resultó de las pruebas de laboratorio.

HTO. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Hematocritos que resultó de las pruebas de laboratorio.

LTO. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Leucocitos que resultó de las pruebas de laboratorio.

BIRR. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Bilirrubinas que resultó de las pruebas de laboratorio.

TGP. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima TGP que resultó de las pruebas de laboratorio.

TGO. En este recuadro el usuario podrá visualizar el (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima TGO que resultó de las pruebas de laboratorio.

GGT. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de la enzima GGT que resultó de las pruebas de laboratorio.

ALB. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Albúmina que resultó de las pruebas de laboratorio.

COL. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Colesterol que resultó de las pruebas de laboratorio.

FOS. En este recuadro el usuario podrá visualizar el nivel (sin datos, bajo, normal, alto) de Fosfatasa que resultó de las pruebas de laboratorio.

ATRÁS. Al presionar éste icono se activará la Carpeta “Signos” de la Ventana “Consultas” (ver fig. 4.6 inciso c).

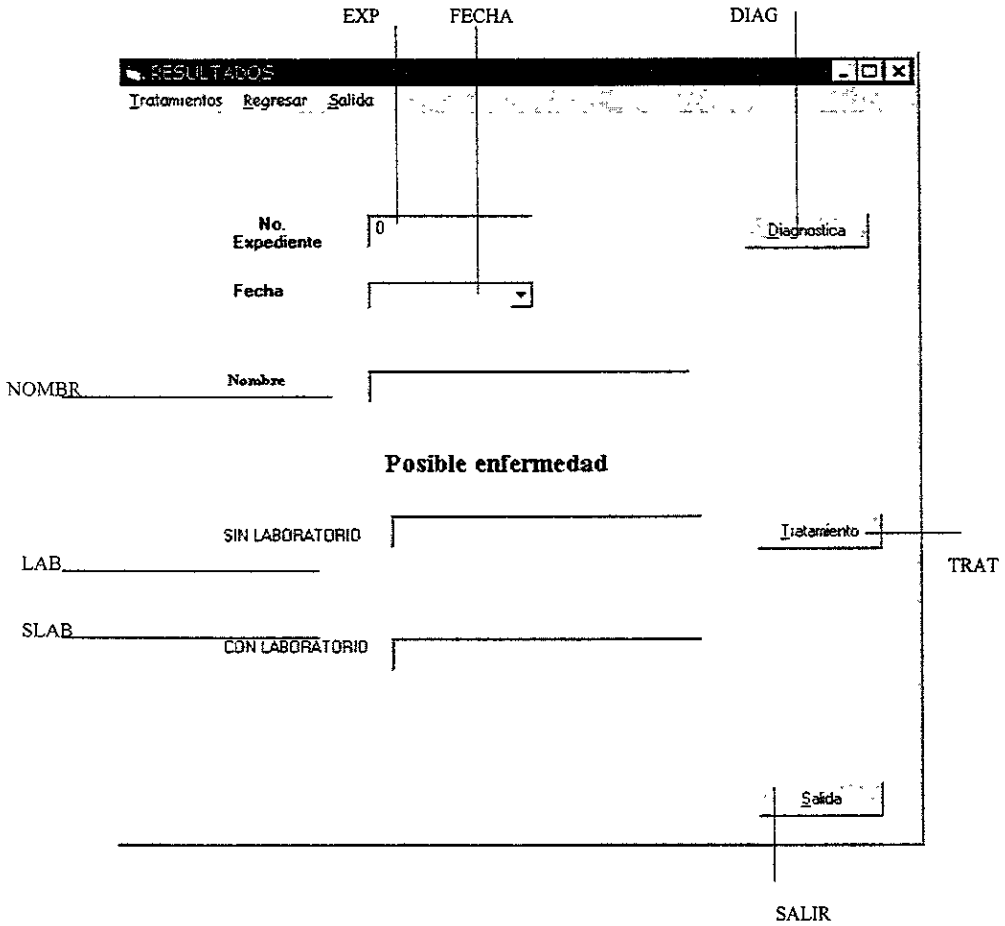
SALIR. Al presionar este botón cierra la ventana actual y activa la Ventana “Menú Inicial” (ver fig. 4.4).

se habilitará el botón de Resultados.

RESULTADOS. Al presionar éste botón la ventana actual desaparecerá y se activará la Ventana de Resultados (ver fig. 4.7)

ENFER: En este recuadro se visualizara la enfermedad que el usuario introdujo previamente en el sistema, basándose en los resultados de laboratorio.

4.3.8.1.3.RESULTADOS (fig. 4.7)



EXP. En este recuadro el sistema desplegará el último número de expediente consultado o captura por algún usuario, esto a partir de que se haya encendido el sistema por última vez. El usuario podrá modificar el número de expediente del cual desea conocer el diagnóstico.

FECHA. Al hacer clic sobre éste combo, se desplegarán todas las fechas registradas del paciente cuyo expediente corresponda al indicado en el recuadro EXP.

DIAG. Al presionar éste botón el Sistema hará dos diagnósticos referentes al expediente indicado, Dichos diagnósticos se basarán en el cuadro clínico cuya fecha sea la indicada en el Combo FECHA.

NOMBRE. Una vez presionado el botón DIAG, aparecerá en éste recuadro el nombre del paciente.

LAB. En éste recuadro, se desplegará el diagnóstico basado en los Resultados de Laboratorio, siempre que éste resultado haya sido capturado por el usuario previamente.

SLAB. En éste recuadro, se desplegará el diagnóstico realizado por el sistema, basado únicamente en los Antecedentes, Síntomas y Signos.

SALIR. Al presionar éste botón la ventana actual desaparecerá y se activará la Ventana "Menú Inicial" (ver fig. 4.4).

TRAT. Al presionar éste botón el sistema mostrará al usuario el tratamiento que debe seguirse para la enfermedad diagnosticada por la RNA.

4.4. Mantenimiento del Sistema

El sistema cuenta con un algoritmo de validación de diagnósticos, el cual consiste en determinar el porcentaje de error de la Red Neuronal Artificial utilizada, basándose en los diagnósticos obtenidos a través de los resultados de laboratorio. Cuando dicho error sobrepasa el 10%, el sistema indica al usuario que este debe ser actualizado, así como el total de diagnósticos comparados y el número de diagnósticos erróneos.

Cuando ocurra lo anterior la red utilizada deberá ser nuevamente entrenada con los nuevos patrones que se hallan recopilado, con el objetivo de no perder el 90% de eficacia en el diagnóstico.

CAPÍTULO

5

V. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

El desarrollo de un tema de tesis, está enfocado a la aplicación de conocimientos adquiridos en nuestra formación escolar, de modo que aporte nuevas formas de utilizar ese aprendizaje y busque nuevos campos de desarrollo para la aplicación de dicha información, de manera que cada investigación sirva de apoyo y experiencia para futuros trabajos relacionados con el tópico en cuestión, además de fortalecer los conocimientos adquiridos y enfocarlos a problemas reales para su adecuada solución. Este trabajo nos deja conclusiones definidas, resultado del proceso realizado para obtener una respuesta a la problemática planteada, cumpliendo además con los objetivos planteados.

Como consecuencia del trabajo realizado, se tienen las siguientes conclusiones y propuestas:

- La información generada en una investigación puede llegar a ser tan grande, que por la misma manipulación de una gran cantidad de datos, se pierde de vista el objetivo de una solución del problema, de manera que, se debe realizar una adecuada estrategia de planeación de proyecto. En nuestro caso, fue necesario elaborar un plan de trabajo y una vez recopilados todos los datos, descartar toda aquella información irrelevante, y tratar únicamente con los datos de interés, acotando así, la obtención de nuestra mejor solución, siendo necesaria la ayuda de un experto que nos apoyara con su experiencia, asegurando un mejor desempeño, respaldado por un adecuado análisis de datos. En este punto necesitamos de la aplicación de Minería de Datos.
- Para la estructuración de las redes, los datos se agruparon de la manera más sencilla posible, buscando que la manipulación de información brindara los mejores resultados, pues en función de los datos se desarrollaría el trabajo. Para la obtención de la mejor red, se requirió proponer varias estructuras de red, encontrando, que las redes con mejores resultados, fueron aquellas que involucraban como datos de entrada los parámetros de antecedentes, pudiendo concluir con este punto, que los datos con mayor

peso son aquellos que involucran hábitos propios del individuo, en contradicción de aquellos factores que muestre físicamente el paciente (como signos y síntomas). Respecto a las pruebas de laboratorio, son un factor determinante para el diagnóstico certero de la enfermedad, pero que se debía eliminar, buscando cumplir con el objetivo de reducción de costos. Este objetivo se cumplió al encontrar redes en los que no se incluyeran estos datos y que proporcionaban mejores resultados que las redes que incluían datos de laboratorio.

- La manera en la que se presentaban los datos al ser entrenados, afectaba notoriamente el resultado de la red, pues no tenían el formato adecuado y no reflejaban exactamente los datos reales, solicitando el apoyo del especialista que proporcionaba una revisión continua para evitar futuros tropiezos en el desarrollo de este trabajo. Una vez revisados por el experto, fue presentar los datos a la red para que ya entrenada y ya obtenidos sus datos de salida, se analizaran los resultados, encontrando aquella información que estuviera causando problemas en la correcta clasificación de la enfermedad. Ya analizado el problema, se procedía a una nueva etapa de entrenamiento. Este procedimiento fue recursivo, hasta encontrar el máximo rendimiento de la red.
- Cuando se obtuvo la mejor red, se realizaron otras pruebas de rendimiento de la misma variando parámetros en la estructura de la red (momento, neuronas ocultas, etc.). encontrando como mejor resultado un porcentaje de 92.04% en el diagnóstico correcto de enfermedades, superando el mínimo propuesto de 90% de diagnósticos acertados.
- Para la estructuración de los datos, requerimos analizar la relación entre ellos, así como características comunes. Necesitamos organizar la información y diseñar la Base de Datos con nuestra información. Esta información es un punto importante en el desarrollo del Sistema de Aplicación SISDDAHC. Pues se debía tomar en consideración que un paciente podía ingresar al hospital en varias ocasiones, afectando la información inicial que el expediente pudiera tener en el sistema, con lo que se plantea que además de acceder a la información mediante el número de expediente, se

encontrara una llave alterna para la descripción total de los datos del paciente en cada fecha de ingreso. Esto porque el enfermo podía ingresar a hospitalización en varias ocasiones, presentando cuadros clínicos distintos en función de la evolución o mejoría de la enfermedad, o bien, resultado de una nueva enfermedad sobre el paciente, y si solo se accedía por medio del número de expediente, este solo mostraría los últimos datos capturados, eliminando así un posible análisis del desarrollo del padecimiento.

- Como objetivo, se planteó el desarrollo de un sistema que fuese la interfaz entre el usuario(médico), y nuestra aplicación desarrollada. Una ventaja de la herramienta de Redes Neuronales Artificiales utilizada (NeuroShell), es la generación de código en diversos lenguajes de programación, que podría ser exportado a otras aplicaciones (generación de DLL) y ser ejecutado externamente a NeuroShell. En nuestro caso, al utilizar directamente el código generado en el sistema y correr la función como parte del código del sistema, éste concedía mejores resultados que aquel en el que se incluía directamente la llamada a la ejecución del módulo generado en Neuroshell (DLL), con lo que se decide insertar explícitamente en las líneas del programa en un módulo especial que contenga el código generado por NeuroShell.
- Dado los problemas detectados en la manipulación de los datos, se concluye que los datos poseían "ruido", problema que se enfatizó considerando que los expedientes eran escritos por diferentes médicos, introduciendo un criterio subjetivo basado en la experiencia, y en que la recopilación de los datos no fue realizado por una sola persona, con el que los datos se vieron alterados según el criterio propio de cada uno de los que participamos en la investigación. Como estos datos tienen cierto grado de incertidumbre, se propone como trabajo futuro, el desarrollo de redes que involucren el manejo variables de lógica difusa para la solución de nuestro problema.
- Se planea dar mantenimiento al sistema, en función del rendimiento que vaya generando, esta actualización se realizará periódicamente de acuerdo al porcentaje de diagnósticos correctos.

- La aplicación de este sistema, se ve respaldado por el alto índice de padecimientos en nuestro país de las enfermedades ya citadas, y por las consecuencias que un inoportuno tratamiento puede ocasionar al paciente, pues un padecimiento atendido a destiempo, puede desencadenar la complicación de la enfermedad y la causa de otros padecimientos más graves, y ocasionar con una muerte temprana.

APÉNDICE A. INDICE DE TABLAS

Capítulo 3.

- 3.1. Características por enfermedad.
- 3.2. Niveles de equivalencia de los parámetros de Signos, síntomas y antecedentes.
- 3.3. Niveles de equivalencia de los parámetros de Laboratorio.
- 3.4. Escala de valores para los signos, síntomas y antecedentes.
- 3.5. Escala de valores para laboratorio.
- 3.6. Rango de valores para los indicadores de laboratorio.
- 3.7. Distribución inicial de expedientes.
- 3.8. Nueva agrupación de expedientes.
- 3.9. Escala para las características de Antecedentes, signos y síntomas.
- 3.10. Escala para las características de laboratorio.
- 3.11. Escala para salidas.
- 3.12. Escala para resultados.
- 3.13. Expedientes de validación.
- 3.14. Lista y asociación entre entidades.

APÉNDICE B. INDICE DE FIGURAS

Capítulo 1.

- 1.1 Corte cerebral.
- 1.2 Representación gráfica del patrón OR y XOR.
- 1.3 Estructura Neuronal.
- 1.4 Microestructura de una red Neuronal Artificial.
- 1.5 Estructura de una Neurona Artificial.
- 1.6 Funciones de Transferencia.
- 1.7 1. Entradas y salidas de una neurona, 2. Patrón lineal, 3. Función de activación escalón.
- 1.8 Adaline
- 1.9 Red con propagación hacia atrás.
- 1.10 Esquema de una red Hopfield.
- 1.11 Estructura de una red Multinivel.
- 1.12 Estructura de un Sistema Experto.
- 1.13 Jerarquía Tecnológica de Minería de Datos.
- 1.14 Proceso de Descubrimiento en Base de Datos (KDD).
- 1.15 Ciclo de Vida de Minería de Datos.

Capítulo 3.

- 3.1 Estructura de la Red en bloques de información general por atributos.
- 3.2 Estructura de la Red en bloque por enfermedad.

Capítulo 4.

- 4.1 Asociación entre entidades.
- 4.2 Modelo Entidad-Relación.
- 4.3 Diagrama Estructurado.
- 4.4 Menú Inicial.
- 4.5 Captura.
- 4.6 Consultas.
- 4.7 Resultados.

APÉNDICE C. CÓDIGO GENERADO POR NEUROHELL

```
' ' Insert this code into your VB program to fire the
C:\MISDOC-1\ERIKATESIS\REDES\REDESA-2\A_S_S4 network
' This code is designed to be simple and fast for porting to any machine.
' Therefore all code and weights are inline without looping or data
storage
' which might be harder to port between compilers.
Sub Fire_A_S_S(inarray(), outarray())

    Dim netsum As Double
    Static feature2(24) As Double

    ' inarray(1) is heptitis_toxica
    ' inarray(2) is EDAD
    ' inarray(3) is sexo
    ' inarray(4) is alcoholismo
    ' inarray(5) is desnutricion
    ' inarray(6) is tabaquismo
    ' inarray(7) is malos_hab._Hig.
    ' inarray(8) is hiporexia
    ' inarray(9) is astenia
    ' inarray(10) is perdida_de_peso
    ' inarray(11) is fiebre
    ' inarray(12) is nausea
    ' inarray(13) is vomito
    ' inarray(14) is dolor_abdominal
    ' inarray(15) is hemorragia_digestiva
    ' inarray(16) is sintomas_respiratorios
    ' inarray(17) is ictericia
    ' inarray(18) is ASCITIS
    ' inarray(19) is hepatomegalia
    ' inarray(20) is insuficiencia_HEPatica
    ' inarray(21) is palidez
    ' inarray(22) is ENCEFALOPATIA
    ' inarray(23) is EDEMA
    ' inarray(24) is DOLOR HIPO.DER.
    ' outarray(1) is salida

    If (inarray(1) < -0.6197375) Then inarray(1) = -0.6197375
    If (inarray(1) > 1.10075) Then inarray(1) = 1.10075
    inarray(1) = (inarray(1) + 0.6197375) / 1.720487

    If (inarray(2) < 0.179287) Then inarray(2) = 0.179287
    If (inarray(2) > 0.7224851) Then inarray(2) = 0.7224851
    inarray(2) = (inarray(2) - 0.179287) / 0.5431981

    If (inarray(3) < 0.08992498) Then inarray(3) = 0.08992498
    If (inarray(3) > 0.2619737) Then inarray(3) = 0.2619737
    inarray(3) = (inarray(3) - 0.08992498) / 0.1720487

    If (inarray(4) < -0.05837122) Then inarray(4) = -0.05837122
    If (inarray(4) > 0.5621687) Then inarray(4) = 0.5621687
    inarray(4) = (inarray(4) + 0.05837122) / 0.62054

    If (inarray(5) < -0.1055755) Then inarray(5) = -0.1055755
    If (inarray(5) > 0.4625375) Then inarray(5) = 0.4625375
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROSHELL

```
inarray(5) = (inarray(5) + 0.1055755) / 0.568113

If (inarray(6) < -0.1261659) Then inarray(6) = -0.1261659
If (inarray(6) > 0.4907229) Then inarray(6) = 0.4907229
inarray(6) = (inarray(6) + 0.1261659) / 0.6168888

If (inarray(7) < -0.130661) Then inarray(7) = -0.130661
If (inarray(7) > 0.4096484) Then inarray(7) = 0.4096484
inarray(7) = (inarray(7) + 0.130661) / 0.5403094

If (inarray(8) < -0.1715852) Then inarray(8) = -0.1715852
If (inarray(8) > 0.3462687) Then inarray(8) = 0.3462687
inarray(8) = (inarray(8) + 0.1715852) / 0.5178539

If (inarray(9) < -0.1289168) Then inarray(9) = -0.1289168
If (inarray(9) > 0.4428409) Then inarray(9) = 0.4428409
inarray(9) = (inarray(9) + 0.1289168) / 0.5717577

If (inarray(10) < -0.1626195) Then inarray(10) = -0.1626195
If (inarray(10) > 0.2512271) Then inarray(10) = 0.2512271
inarray(10) = (inarray(10) + 0.1626195) / 0.4138466

If (inarray(11) < -0.1751465) Then inarray(11) = -0.1751465
If (inarray(11) > 0.3776781) Then inarray(11) = 0.3776781
inarray(11) = (inarray(11) + 0.1751465) / 0.5528246

If (inarray(12) < -0.1646848) Then inarray(12) = -0.1646848
If (inarray(12) > 0.4001278) Then inarray(12) = 0.4001278
inarray(12) = (inarray(12) + 0.1646848) / 0.5648126

If (inarray(13) < -0.1001428) Then inarray(13) = -0.1001428
If (inarray(13) > 0.4596364) Then inarray(13) = 0.4596364
inarray(13) = (inarray(13) + 0.1001428) / 0.5597792

If (inarray(14) < -0.179452) Then inarray(14) = -0.179452
If (inarray(14) > 0.3490722) Then inarray(14) = 0.3490722
inarray(14) = (inarray(14) + 0.179452) / 0.5285242

If (inarray(15) < -0.1807947) Then inarray(15) = -0.1807947
If (inarray(15) > 0.3656048) Then inarray(15) = 0.3656048
inarray(15) = (inarray(15) + 0.1807947) / 0.5463995

If (inarray(16) < -0.1240863) Then inarray(16) = -0.1240863
If (inarray(16) > 0.1671243) Then inarray(16) = 0.1671243
inarray(16) = (inarray(16) + 0.1240863) / 0.2912106

If (inarray(17) < -0.1609868) Then inarray(17) = -0.1609868
If (inarray(17) > 0.4090881) Then inarray(17) = 0.4090881
inarray(17) = (inarray(17) + 0.1609868) / 0.5700749

If (inarray(18) < -0.170675) Then inarray(18) = -0.170675
If (inarray(18) > 0.3630801) Then inarray(18) = 0.3630801
inarray(18) = (inarray(18) + 0.170675) / 0.5337551

If (inarray(19) < -0.1483501) Then inarray(19) = -0.1483501
If (inarray(19) > 0.2648058) Then inarray(19) = 0.2648058
inarray(19) = (inarray(19) + 0.1483501) / 0.4131559
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROSHELL

```
If (inarray(20) < -0.1659898) Then inarray(20) = -0.1659898
If (inarray(20) > 0.3026987) Then inarray(20) = 0.3026987
inarray(20) = (inarray(20) + 0.1659898) / 0.4686885
```

```
If (inarray(21) < -0.1614854) Then inarray(21) = -0.1614854
If (inarray(21) > 0.3361689) Then inarray(21) = 0.3361689
inarray(21) = (inarray(21) + 0.1614854) / 0.4976543
```

```
If (inarray(22) < -0.1680422) Then inarray(22) = -0.1680422
If (inarray(22) > 0.2946244) Then inarray(22) = 0.2946244
inarray(22) = (inarray(22) + 0.1680422) / 0.4626666
```

```
If (inarray(23) < -0.1589873) Then inarray(23) = -0.1589873
If (inarray(23) > 0.2501266) Then inarray(23) = 0.2501266
inarray(23) = (inarray(23) + 0.1589873) / 0.4091139
```

```
If (inarray(24) < -0.1773953) Then inarray(24) = -0.1773953
If (inarray(24) > 0.4179016) Then inarray(24) = 0.4179016
inarray(24) = (inarray(24) + 0.1773953) / 0.5952969
```

```
netsum = -0.2672504
netsum = netsum + inarray(1) * -0.5150598
netsum = netsum + inarray(2) * 0.1524066
netsum = netsum + inarray(3) * -0.005087424
netsum = netsum + inarray(4) * 0.08432848
netsum = netsum + inarray(5) * 0.1119783
netsum = netsum + inarray(6) * 0.01719382
netsum = netsum + inarray(7) * -0.2539018
netsum = netsum + inarray(8) * 0.1382442
netsum = netsum + inarray(9) * -0.2219934
netsum = netsum + inarray(10) * -0.2226733
netsum = netsum + inarray(11) * 0.04869074
netsum = netsum + inarray(12) * 0.1136107
netsum = netsum + inarray(13) * 0.06623441
netsum = netsum + inarray(14) * 0.2877268
netsum = netsum + inarray(15) * -0.1670871
netsum = netsum + inarray(16) * -0.07803239
netsum = netsum + inarray(17) * 0.2770398
netsum = netsum + inarray(18) * 0.003905881
netsum = netsum + inarray(19) * 0.06386337
netsum = netsum + inarray(20) * -0.1024626
netsum = netsum + inarray(21) * -0.2686884
netsum = netsum + inarray(22) * 0.1840905
netsum = netsum + inarray(23) * 0.01685546
netsum = netsum + inarray(24) * -0.2006362
feature2(1) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.0629203
netsum = netsum + inarray(1) * -0.3647147
netsum = netsum + inarray(2) * -0.1528758
netsum = netsum + inarray(3) * -0.2133806
netsum = netsum + inarray(4) * -0.2107095
netsum = netsum + inarray(5) * -0.04617139
netsum = netsum + inarray(6) * -0.1566974
netsum = netsum + inarray(7) * 0.1390397
netsum = netsum + inarray(8) * 0.09640973
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROSHELL

```

netsum = netsum + inarray(9) * 0.07957411
netsum = netsum + inarray(10) * 0.0941117
netsum = netsum + inarray(11) * 0.2171235
netsum = netsum + inarray(12) * -0.1730347
netsum = netsum + inarray(13) * -0.2350659
netsum = netsum + inarray(14) * 0.1036187
netsum = netsum + inarray(15) * 0.09074243
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1831684
netsum = netsum + inarray(17) * -0.1524435
netsum = netsum + inarray(18) * -0.1102295
netsum = netsum + inarray(19) * 0.1027257
netsum = netsum + inarray(20) * 0.06217089
netsum = netsum + inarray(21) * 0.0690533
netsum = netsum + inarray(22) * -0.1868193
netsum = netsum + inarray(23) * -0.03333672
netsum = netsum + inarray(24) * -0.2163033
feature2(2) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.1714628
netsum = netsum + inarray(1) * -0.3897873
netsum = netsum + inarray(2) * 0.1535505
netsum = netsum + inarray(3) * 0.09989563
netsum = netsum + inarray(4) * 0.1842281
netsum = netsum + inarray(5) * -0.1380106
netsum = netsum + inarray(6) * 0.2709832
netsum = netsum + inarray(7) * -0.1452872
netsum = netsum + inarray(8) * -0.01156502
netsum = netsum + inarray(9) * -0.2462424
netsum = netsum + inarray(10) * -0.03919978
netsum = netsum + inarray(11) * -0.2048939
netsum = netsum + inarray(12) * 0.1174518
netsum = netsum + inarray(13) * -0.02731818
netsum = netsum + inarray(14) * -0.1785798
netsum = netsum + inarray(15) * -0.0908749
netsum = netsum + inarray(16) * 0.244258
netsum = netsum + inarray(17) * -0.2067795
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1257414
netsum = netsum + inarray(19) * -0.2219622
netsum = netsum + inarray(20) * 0.2901493
netsum = netsum + inarray(21) * 0.2004036
netsum = netsum + inarray(22) * -0.2764328
netsum = netsum + inarray(23) * 0.05036923
netsum = netsum + inarray(24) * 0.01121443
feature2(3) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = 0.1878008
netsum = netsum + inarray(1) * -0.3988306
netsum = netsum + inarray(2) * 0.2296223
netsum = netsum + inarray(3) * -0.07359047
netsum = netsum + inarray(4) * 0.04155113
netsum = netsum + inarray(5) * 0.05090899
netsum = netsum + inarray(6) * -0.1650242
netsum = netsum + inarray(7) * 0.2346881
netsum = netsum + inarray(8) * -0.2816723
netsum = netsum + inarray(9) * -0.04473069
netsum = netsum + inarray(10) * 0.1682359
netsum = netsum + inarray(11) * -0.04376049

```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROHELL

```

netsum = netsum + inarray(12) * 0.1940013
netsum = netsum + inarray(13) * -0.07237707
netsum = netsum + inarray(14) * -0.05774641
netsum = netsum + inarray(15) * -0.1258548
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1509199
netsum = netsum + inarray(17) * -0.239951
netsum = netsum + inarray(18) * 0.3084918
netsum = netsum + inarray(19) * 0.08124065
netsum = netsum + inarray(20) * -0.2045477
netsum = netsum + inarray(21) * 0.2680465
netsum = netsum + inarray(22) * -0.08871732
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1007308
netsum = netsum + inarray(24) * 0.1321803
feature2(4) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = 0.0404721
netsum = netsum + inarray(1) * 0.1861536
netsum = netsum + inarray(2) * 0.312732
netsum = netsum + inarray(3) * -0.0174253
netsum = netsum + inarray(4) * -0.2332699
netsum = netsum + inarray(5) * 0.1154847
netsum = netsum + inarray(6) * 0.1366097
netsum = netsum + inarray(7) * -0.1116071
netsum = netsum + inarray(8) * -0.03326339
netsum = netsum + inarray(9) * 0.2545592
netsum = netsum + inarray(10) * -0.1393185
netsum = netsum + inarray(11) * -0.1052658
netsum = netsum + inarray(12) * 0.2347268
netsum = netsum + inarray(13) * 0.001199419
netsum = netsum + inarray(14) * -0.2348316
netsum = netsum + inarray(15) * -0.07823496
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1526475
netsum = netsum + inarray(17) * 0.2532055
netsum = netsum + inarray(18) * -0.04378311
netsum = netsum + inarray(19) * 0.1253835
netsum = netsum + inarray(20) * 0.2348533
netsum = netsum + inarray(21) * -0.1755887
netsum = netsum + inarray(22) * 0.05726713
netsum = netsum + inarray(23) * -0.2518432
netsum = netsum + inarray(24) * -0.06539559
feature2(5) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.02412583
netsum = netsum + inarray(1) * 0.2774293
netsum = netsum + inarray(2) * 0.2657301
netsum = netsum + inarray(3) * 0.3087944
netsum = netsum + inarray(4) * 0.2577941
netsum = netsum + inarray(5) * 0.1300134
netsum = netsum + inarray(6) * 0.073778
netsum = netsum + inarray(7) * -0.09695733
netsum = netsum + inarray(8) * -0.1720713
netsum = netsum + inarray(9) * -0.265679
netsum = netsum + inarray(10) * -0.1517922
netsum = netsum + inarray(11) * -0.1585112
netsum = netsum + inarray(12) * 0.1718028
netsum = netsum + inarray(13) * 0.1637344
netsum = netsum + inarray(14) * 0.1264433

```



```
netsum = netsum + inarray(15) * 0.1026291
netsum = netsum + inarray(16) * 0.14031
netsum = netsum + inarray(17) * -0.2447466
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1858416
netsum = netsum + inarray(19) * 0.182372
netsum = netsum + inarray(20) * -0.05024563
netsum = netsum + inarray(21) * 0.1504817
netsum = netsum + inarray(22) * -0.2432415
netsum = netsum + inarray(23) * -0.1416818
netsum = netsum + inarray(24) * 0.06567921
feature2(6) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.03866129
netsum = netsum + inarray(1) * -0.901499
netsum = netsum + inarray(2) * 0.06679978
netsum = netsum + inarray(3) * 0.1222655
netsum = netsum + inarray(4) * -0.01117011
netsum = netsum + inarray(5) * 0.1520596
netsum = netsum + inarray(6) * -0.1384494
netsum = netsum + inarray(7) * -0.2245015
netsum = netsum + inarray(8) * 0.077094
netsum = netsum + inarray(9) * 0.3145499
netsum = netsum + inarray(10) * -0.03403478
netsum = netsum + inarray(11) * -0.3831892
netsum = netsum + inarray(12) * -0.2209249
netsum = netsum + inarray(13) * 0.02038307
netsum = netsum + inarray(14) * 0.371531
netsum = netsum + inarray(15) * 0.2744665
netsum = netsum + inarray(16) * 0.3948564
netsum = netsum + inarray(17) * -0.2116441
netsum = netsum + inarray(18) * -0.238825
netsum = netsum + inarray(19) * -0.2599863
netsum = netsum + inarray(20) * -0.1043432
netsum = netsum + inarray(21) * 0.07276251
netsum = netsum + inarray(22) * -0.146845
netsum = netsum + inarray(23) * -0.1510422
netsum = netsum + inarray(24) * -0.3859707
feature2(7) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.08229212
netsum = netsum + inarray(1) * 0.8214583
netsum = netsum + inarray(2) * -0.108175
netsum = netsum + inarray(3) * -0.2009239
netsum = netsum + inarray(4) * 0.06471048
netsum = netsum + inarray(5) * -0.08656728
netsum = netsum + inarray(6) * 0.1324057
netsum = netsum + inarray(7) * 0.118787
netsum = netsum + inarray(8) * -0.1227278
netsum = netsum + inarray(9) * -0.1935559
netsum = netsum + inarray(10) * 0.1956064
netsum = netsum + inarray(11) * 0.3336084
netsum = netsum + inarray(12) * 0.3411761
netsum = netsum + inarray(13) * -0.1365454
netsum = netsum + inarray(14) * -0.05249164
netsum = netsum + inarray(15) * 0.1195545
netsum = netsum + inarray(16) * -0.0000025724
netsum = netsum + inarray(17) * -0.3142988
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROSHELL

```
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1452201
netsum = netsum + inarray(19) * 0.191904
netsum = netsum + inarray(20) * 0.03167239
netsum = netsum + inarray(21) * 0.06999683
netsum = netsum + inarray(22) * -0.2306668
netsum = netsum + inarray(23) * -0.08318657
netsum = netsum + inarray(24) * 0.3778232
feature2(8) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.2485743
netsum = netsum + inarray(1) * -1.042324
netsum = netsum + inarray(2) * -0.1344645
netsum = netsum + inarray(3) * -0.055991
netsum = netsum + inarray(4) * 0.2752059
netsum = netsum + inarray(5) * -0.2110612
netsum = netsum + inarray(6) * 0.1632476
netsum = netsum + inarray(7) * 0.1434098
netsum = netsum + inarray(8) * -0.1149669
netsum = netsum + inarray(9) * -0.1459308
netsum = netsum + inarray(10) * -0.1135307
netsum = netsum + inarray(11) * 0.001350137
netsum = netsum + inarray(12) * -0.4067259
netsum = netsum + inarray(13) * 0.08894736
netsum = netsum + inarray(14) * -0.2082227
netsum = netsum + inarray(15) * 0.03216588
netsum = netsum + inarray(16) * 0.2979447
netsum = netsum + inarray(17) * -0.08941563
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1255698
netsum = netsum + inarray(19) * 0.06322013
netsum = netsum + inarray(20) * -0.08037926
netsum = netsum + inarray(21) * 0.1990372
netsum = netsum + inarray(22) * 0.05727576
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1885854
netsum = netsum + inarray(24) * -0.4149153
feature2(9) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.1500669
netsum = netsum + inarray(1) * -0.3482351
netsum = netsum + inarray(2) * -0.1579389
netsum = netsum + inarray(3) * -0.09914834
netsum = netsum + inarray(4) * -0.06602079
netsum = netsum + inarray(5) * -0.1023173
netsum = netsum + inarray(6) * -0.06295834
netsum = netsum + inarray(7) * 0.09681111
netsum = netsum + inarray(8) * -0.1825138
netsum = netsum + inarray(9) * 0.1605598
netsum = netsum + inarray(10) * -0.1424278
netsum = netsum + inarray(11) * 0.07753194
netsum = netsum + inarray(12) * -0.3137095
netsum = netsum + inarray(13) * -0.01272949
netsum = netsum + inarray(14) * -0.09609786
netsum = netsum + inarray(15) * 0.07782347
netsum = netsum + inarray(16) * 0.09504626
netsum = netsum + inarray(17) * 0.2641705
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1407773
netsum = netsum + inarray(19) * 0.135031
netsum = netsum + inarray(20) * 0.3159235
```

```
netsum = netsum + inarray(21) * -0.07361596
netsum = netsum + inarray(22) * -0.04561511
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1011777
netsum = netsum + inarray(24) * -0.04090145
feature2(10) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.01280655
netsum = netsum + inarray(1) * -1.938847
netsum = netsum + inarray(2) * 0.2385051
netsum = netsum + inarray(3) * -0.01941907
netsum = netsum + inarray(4) * 0.2987204
netsum = netsum + inarray(5) * 0.2687126
netsum = netsum + inarray(6) * -0.00107385
netsum = netsum + inarray(7) * 0.01007267
netsum = netsum + inarray(8) * -0.06858912
netsum = netsum + inarray(9) * 0.04588121
netsum = netsum + inarray(10) * -0.2366131
netsum = netsum + inarray(11) * -0.5462291
netsum = netsum + inarray(12) * -0.07894708
netsum = netsum + inarray(13) * 0.1031525
netsum = netsum + inarray(14) * -0.07439896
netsum = netsum + inarray(15) * 0.2979473
netsum = netsum + inarray(16) * 0.2425077
netsum = netsum + inarray(17) * 0.004455439
netsum = netsum + inarray(18) * 0.2328966
netsum = netsum + inarray(19) * -0.2903345
netsum = netsum + inarray(20) * 0.3866052
netsum = netsum + inarray(21) * 0.215183
netsum = netsum + inarray(22) * 0.08377369
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1047313
netsum = netsum + inarray(24) * -0.3174802
feature2(11) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.2115117
netsum = netsum + inarray(1) * 0.05542419
netsum = netsum + inarray(2) * -0.2642338
netsum = netsum + inarray(3) * 0.05179955
netsum = netsum + inarray(4) * -0.2626987
netsum = netsum + inarray(5) * -0.2686966
netsum = netsum + inarray(6) * 0.2154354
netsum = netsum + inarray(7) * 0.1581775
netsum = netsum + inarray(8) * 0.01648797
netsum = netsum + inarray(9) * -0.1824648
netsum = netsum + inarray(10) * -0.2576729
netsum = netsum + inarray(11) * -0.1208434
netsum = netsum + inarray(12) * 0.001348151
netsum = netsum + inarray(13) * -0.05957989
netsum = netsum + inarray(14) * 0.07973133
netsum = netsum + inarray(15) * 0.2449216
netsum = netsum + inarray(16) * 0.2089149
netsum = netsum + inarray(17) * -0.04406963
netsum = netsum + inarray(18) * -0.2085537
netsum = netsum + inarray(19) * 0.0150987
netsum = netsum + inarray(20) * 0.2281219
netsum = netsum + inarray(21) * 0.1025897
netsum = netsum + inarray(22) * 0.1102482
netsum = netsum + inarray(23) * 0.2536004
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROSHELL

```
netsum = netsum + inarray(24) * -0.05390231
feature2(12) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.1086654
netsum = netsum + inarray(1) * 1.013318
netsum = netsum + inarray(2) * -0.0189705
netsum = netsum + inarray(3) * 0.1335727
netsum = netsum + inarray(4) * 0.1487535
netsum = netsum + inarray(5) * 0.03715289
netsum = netsum + inarray(6) * -0.2726398
netsum = netsum + inarray(7) * -0.07164728
netsum = netsum + inarray(8) * 0.1654221
netsum = netsum + inarray(9) * 0.06940404
netsum = netsum + inarray(10) * 0.288175
netsum = netsum + inarray(11) * -0.08090202
netsum = netsum + inarray(12) * 0.2138113
netsum = netsum + inarray(13) * -0.2454908
netsum = netsum + inarray(14) * -0.2664105
netsum = netsum + inarray(15) * -0.2111643
netsum = netsum + inarray(16) * -0.2809263
netsum = netsum + inarray(17) * 0.2682004
netsum = netsum + inarray(18) * -0.1823648
netsum = netsum + inarray(19) * 0.2785538
netsum = netsum + inarray(20) * -0.2340326
netsum = netsum + inarray(21) * -0.1317835
netsum = netsum + inarray(22) * -0.00451148
netsum = netsum + inarray(23) * 0.02408793
netsum = netsum + inarray(24) * 0.3103543
feature2(13) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = 0.0060949
netsum = netsum + inarray(1) * 0.1602461
netsum = netsum + inarray(2) * -0.2290571
netsum = netsum + inarray(3) * -0.09248941
netsum = netsum + inarray(4) * 0.1114124
netsum = netsum + inarray(5) * 0.1068986
netsum = netsum + inarray(6) * 0.2830282
netsum = netsum + inarray(7) * -0.2033802
netsum = netsum + inarray(8) * -0.2080501
netsum = netsum + inarray(9) * 0.0615974
netsum = netsum + inarray(10) * 0.06163172
netsum = netsum + inarray(11) * -0.2725282
netsum = netsum + inarray(12) * 0.2588697
netsum = netsum + inarray(13) * 0.1253023
netsum = netsum + inarray(14) * 0.2038505
netsum = netsum + inarray(15) * 0.08079291
netsum = netsum + inarray(16) * 0.2168531
netsum = netsum + inarray(17) * 0.2013621
netsum = netsum + inarray(18) * -0.06351717
netsum = netsum + inarray(19) * -0.2782349
netsum = netsum + inarray(20) * -0.01539121
netsum = netsum + inarray(21) * 0.08050676
netsum = netsum + inarray(22) * 0.107535
netsum = netsum + inarray(23) * -0.05149809
netsum = netsum + inarray(24) * -0.2646257
feature2(14) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROHELL

```

netsum = -0.07620521
netsum = netsum + inarray(1) * -0.3172484
netsum = netsum - inarray(2) * 0.1367135
netsum = netsum - inarray(3) * -0.2460409
netsum = netsum + inarray(4) * -0.1522479
netsum = netsum + inarray(5) * -0.02335204
netsum = netsum + inarray(6) * 0.04147799
netsum = netsum - inarray(7) * -0.3075868
netsum = netsum + inarray(8) * -0.0134758
netsum = netsum + inarray(9) * -0.009982989
netsum = netsum - inarray(10) * 0.02073745
netsum = netsum + inarray(11) * 0.01662796
netsum = netsum - inarray(12) * -0.3111457
netsum = netsum + inarray(13) * -0.2327406
netsum = netsum - inarray(14) * 0.2581796
netsum = netsum - inarray(15) * -0.02974102
netsum = netsum - inarray(16) * -0.0945838
netsum = netsum - inarray(17) * 0.03384385
netsum = netsum - inarray(18) * -0.2419206
netsum = netsum - inarray(19) * -0.1423946
netsum = netsum - inarray(20) * -0.2489158
netsum = netsum - inarray(21) * 0.05700867
netsum = netsum - inarray(22) * -0.06986883
netsum = netsum - inarray(23) * 0.250317
netsum = netsum - inarray(24) * -0.333315
feature2(15) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.2951699
netsum = netsum - inarray(1) * 0.04463539
netsum = netsum - inarray(2) * -0.295094
netsum = netsum - inarray(3) * -0.1396713
netsum = netsum - inarray(4) * 0.2248757
netsum = netsum + inarray(5) * -0.2534327
netsum = netsum - inarray(6) * -0.2435379
netsum = netsum - inarray(7) * -0.2567197
netsum = netsum - inarray(8) * 0.2831845
netsum = netsum - inarray(9) * -0.01376003
netsum = netsum - inarray(10) * 0.137777
netsum = netsum + inarray(11) * 0.2117999
netsum = netsum - inarray(12) * 0.2499079
netsum = netsum - inarray(13) * 0.05712276
netsum = netsum - inarray(14) * 0.04308865
netsum = netsum - inarray(15) * -0.138032
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1813833
netsum = netsum - inarray(17) * 0.2188995
netsum = netsum + inarray(18) * -0.09340137
netsum = netsum + inarray(19) * -0.1928309
netsum = netsum - inarray(20) * 0.1489907
netsum = netsum + inarray(21) * -0.07196065
netsum = netsum + inarray(22) * 0.2091208
netsum = netsum + inarray(23) * -0.1144312
netsum = netsum - inarray(24) * -0.2110639
feature2(16) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.3437174
netsum = netsum + inarray(1) * 0.9123023
netsum = netsum - inarray(2) * -0.2835971

```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROHELL

```
netsum = netsum + inarray(3) * 0.005077721
netsum = netsum + inarray(4) * 0.03281851
netsum = netsum + inarray(5) * 0.2454061
netsum = netsum + inarray(6) * -0.01319323
netsum = netsum + inarray(7) * 0.211768
netsum = netsum + inarray(8) * 0.1423075
netsum = netsum + inarray(9) * 0.02239482
netsum = netsum + inarray(10) * 0.2696485
netsum = netsum + inarray(11) * 0.144411
netsum = netsum + inarray(12) * 0.1760968
netsum = netsum - inarray(13) * 0.2115684
netsum = netsum + inarray(14) * 0.05766206
netsum = netsum + inarray(15) * -0.2590631
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1077491
netsum = netsum + inarray(17) * 0.06510815
netsum = netsum + inarray(18) * -0.2992116
netsum = netsum + inarray(19) * 0.2432824
netsum = netsum + inarray(20) * -0.3324263
netsum = netsum + inarray(21) * 0.2837412
netsum = netsum + inarray(22) * 0.06955267
netsum = netsum + inarray(23) * -0.04067111
netsum = netsum + inarray(24) * -0.1586854
feature2(17) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = -0.1171724
netsum = netsum + inarray(1) * 0.4199076
netsum = netsum + inarray(2) * 0.2210812
netsum = netsum + inarray(3) * 0.2122927
netsum = netsum + inarray(4) * 0.003114152
netsum = netsum + inarray(5) * 0.2227906
netsum = netsum + inarray(6) * -0.1654684
netsum = netsum + inarray(7) * 0.2139718
netsum = netsum + inarray(8) * 0.2681455
netsum = netsum + inarray(9) * 0.07569467
netsum = netsum + inarray(10) * -0.1685971
netsum = netsum + inarray(11) * 0.02009632
netsum = netsum + inarray(12) * -0.06787043
netsum = netsum + inarray(13) * -0.01799061
netsum = netsum + inarray(14) * 0.185241
netsum = netsum + inarray(15) * 0.2014351
netsum = netsum + inarray(16) * 0.2390565
netsum = netsum + inarray(17) * -0.07407643
netsum = netsum + inarray(18) * 0.04883313
netsum = netsum + inarray(19) * 0.07380161
netsum = netsum + inarray(20) * -0.09658755
netsum = netsum + inarray(21) * 0.01127146
netsum = netsum + inarray(22) * -0.1729053
netsum = netsum + inarray(23) * 0.02636755
netsum = netsum + inarray(24) * -0.02965236
feature2(18) = 1 / (1 + Exp(-netsum))
```

```
netsum = -0.2149335
netsum = netsum + inarray(1) * 0.04181213
netsum = netsum + inarray(2) * -0.09617517
netsum = netsum + inarray(3) * -0.02986579
netsum = netsum + inarray(4) * -0.1835753
netsum = netsum + inarray(5) * 0.05147374
```

```

netsum = netsum + inarray(6) * 0.1631715
netsum = netsum + inarray(7) * -0.1791229
netsum = netsum + inarray(8) * -0.2030522
netsum = netsum + inarray(9) * 0.1983219
netsum = netsum + inarray(10) * 0.0005996207
netsum = netsum + inarray(11) * -0.1023746
netsum = netsum + inarray(12) * -0.2850498
netsum = netsum + inarray(13) * 0.1575292
netsum = netsum + inarray(14) * -0.2844583
netsum = netsum + inarray(15) * -0.2743775
netsum = netsum + inarray(16) * -0.2337006
netsum = netsum + inarray(17) * -0.1664688
netsum = netsum + inarray(18) * 0.2604429
netsum = netsum + inarray(19) * -0.1588577
netsum = netsum + inarray(20) * -0.1019038
netsum = netsum + inarray(21) * 0.06540841
netsum = netsum + inarray(22) * 0.2505731
netsum = netsum + inarray(23) * -0.08247627
netsum = netsum + inarray(24) * -0.1874942
feature2(19) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.4140025
netsum = netsum + inarray(1) * 1.921297
netsum = netsum + inarray(2) * -0.1571245
netsum = netsum + inarray(3) * 0.4074067
netsum = netsum + inarray(4) * -0.5624289
netsum = netsum + inarray(5) * -0.149551
netsum = netsum + inarray(6) * 0.0441114
netsum = netsum + inarray(7) * -0.1858118
netsum = netsum + inarray(8) * 0.001438039
netsum = netsum + inarray(9) * 0.09429506
netsum = netsum + inarray(10) * 0.4510823
netsum = netsum + inarray(11) * 0.2095181
netsum = netsum + inarray(12) * 0.2327175
netsum = netsum + inarray(13) * -0.01916801
netsum = netsum + inarray(14) * -0.3919255
netsum = netsum + inarray(15) * -0.1620286
netsum = netsum + inarray(16) * -0.5824177
netsum = netsum + inarray(17) * -0.3560084
netsum = netsum + inarray(18) * -0.3958159
netsum = netsum + inarray(19) * 0.2372438
netsum = netsum + inarray(20) * 0.01467817
netsum = netsum + inarray(21) * 0.03985729
netsum = netsum + inarray(22) * 0.1735035
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1706525
netsum = netsum + inarray(24) * 0.479652
feature2(20) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = 0.2337655
netsum = netsum + inarray(1) * 0.5359582
netsum = netsum + inarray(2) * 0.01832643
netsum = netsum + inarray(3) * 0.2074673
netsum = netsum + inarray(4) * 0.1018465
netsum = netsum + inarray(5) * -0.05681082
netsum = netsum + inarray(6) * 0.1202697
netsum = netsum + inarray(7) * 0.04440941
netsum = netsum + inarray(8) * -0.1714097

```

C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROHELL

```

netsum = netsum + inarray(12) * 0.1328601
netsum = netsum + inarray(13) * 0.04604214
netsum = netsum + inarray(14) * -0.1056842
netsum = netsum + inarray(15) * 0.0928992
netsum = netsum + inarray(16) * -0.08637877
netsum = netsum + inarray(17) * -0.02450384
netsum = netsum + inarray(18) * 0.2544379
netsum = netsum + inarray(19) * -0.2019515
netsum = netsum + inarray(20) * -0.08224756
netsum = netsum + inarray(21) * -0.08423939
netsum = netsum + inarray(22) * -0.1860778
netsum = netsum + inarray(23) * 0.1545168
netsum = netsum + inarray(24) * -0.4398632
feature2(23) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = -0.3056466
netsum = netsum + inarray(1) * -0.09917485
netsum = netsum + inarray(2) * 0.09367664
netsum = netsum + inarray(3) * 0.1097293
netsum = netsum + inarray(4) * 0.01129927
netsum = netsum + inarray(5) * -0.1369201
netsum = netsum + inarray(6) * -0.2041232
netsum = netsum + inarray(7) * -0.03765674
netsum = netsum + inarray(8) * 0.2974764
netsum = netsum + inarray(9) * -0.07131994
netsum = netsum + inarray(10) * -0.2701315
netsum = netsum + inarray(11) * -0.1011018
netsum = netsum + inarray(12) * 0.04085263
netsum = netsum + inarray(13) * -0.1098817
netsum = netsum + inarray(14) * -0.2712381
netsum = netsum + inarray(15) * -0.1598359
netsum = netsum + inarray(16) * -0.1604534
netsum = netsum + inarray(17) * -0.144035
netsum = netsum + inarray(18) * 0.1347404
netsum = netsum + inarray(19) * -0.1861115
netsum = netsum + inarray(20) * -0.1509853
netsum = netsum + inarray(21) * -0.3082835
netsum = netsum + inarray(22) * 0.2398294
netsum = netsum + inarray(23) * -0.2321036
netsum = netsum + inarray(24) * 0.1300432
feature2(24) = 1 / (1 + Exp(-netsum))

```

```

netsum = 0.3082581
netsum = netsum + feature2(1) * 0.4846796
netsum = netsum + feature2(2) * 0.380382
netsum = netsum + feature2(3) * 0.4341227
netsum = netsum + feature2(4) * 0.2716642
netsum = netsum + feature2(5) * -0.08152182
netsum = netsum + feature2(6) * -0.1755141
netsum = netsum + feature2(7) * 1.015741
netsum = netsum + feature2(8) * -0.8171507
netsum = netsum + feature2(9) * 1.108413
netsum = netsum + feature2(10) * 0.4453174
netsum = netsum + feature2(11) * 1.929686
netsum = netsum + feature2(12) * 0.09432772
netsum = netsum + feature2(13) * -0.8648587
netsum = netsum + feature2(14) * 0.06139036

```


C. CÓDIGO FUENTE GENERADO POR NEUROHELL

```
netsum = netsum + feature2(15) * 0.4459042
netsum = netsum + feature2(16) * 0.01006656
netsum = netsum + feature2(17) * -0.8319181
netsum = netsum + feature2(18) * -0.3213765
netsum = netsum + feature2(19) * 0.0872747
netsum = netsum + feature2(20) * -1.951715
netsum = netsum + feature2(21) * -0.4666842
netsum = netsum + feature2(22) * 0.4992688
netsum = netsum + feature2(23) * 0.8887894
netsum = netsum + feature2(24) * 0.06391966
outarray(1) = 1 / (1 - Exp(-netsum))
```

```
outarray(1) = 4.78125 * (outarray(1) - 0.1) / 0.8 + 0.1253901
If (outarray(1) < 0.1253901) Then outarray(1) = 0.1253901
If (outarray(1) > 4.912585) Then outarray(1) = 4.912585
```

```
End Sub
```

GLOSARIO

Absceso	Colección limitada de pus.
Albumina	Proteína simple, soluble en agua y coagulable por el calor, que existe en casi todos los tejidos orgánicos.
Ascitis	Acumulación de líquido en la cavidad peritoneal por exudación y trasudación.
Astenia	Falta o pérdida de la fuerza.
Asterixis	Temblor de manos.
Atrofia	Disminución de volumen y peso de un órgano por defecto de nutrición. Por extensión, reducción del volumen de la célula, tejido u órgano de origen patológico.
Bilirrubinas	Pigmento biliar rojo, producto terminal de la hemoglobina.
Cáncer	Tumor maligno en general y especialmente el formado por células epiteliales. Los cánceres se dividen en dos grandes categorías de carcinoma y sarcoma. La característica básica de la malignidad es una anomalía de las células, transmitida a las células hijas, que se manifiesta por la reducción del control del crecimiento y la función celular, conduciendo a una serie de fenómenos adversos en el huésped, a través de un crecimiento masivo, invasión de tejidos vecinos y metástasis.
Cavidad Peritoneal	Espacio entre el peritoneo parietal y visceral.

Cavidad	Cavidad o espacio hueco en el cuerpo o dentro de uno de sus órganos.
Cirrosis	Enfermedad del hígado caracterizada por fibrosis, distorsión celular y nódulos
Colesterol	El más importante esterol animal.
Diafragma	Tabique muscular que separa el tórax del abdomen.
Edema	Acumulación abundante de líquido seroalbuminoso en el tejido celular debido a diversas causas: disminución de la presión osmótica del plasma por reducción de proteínas, aumento de la presión hidrostática en los capilares por insuficiencia cardíaca., mayor permeabilidad de las paredes celulares u obstrucción linfática.
Encéfalo	Porción del sistema nervioso central contenida dentro del cráneo que comprende el cerebro, el cerebelo, la protuberancia anular y la médula oblongada o bulbo.
Encefalopatía	Enfermedad o trastorno del encéfalo.
Epigastrio	Región superior y media del abdomen entre ambos hipocondrios y desde el apéndice xifoides hasta dos dedos por encima del ombligo.
Eritema	Enrojecimiento difuso de la piel producido por la congestión de los capilares y que desaparece momentáneamente por la compresión.
Esterol	Grupo de sustancias cristalinas identificadas en la materia no saponificable. de las plantas y animales .
Fosfatasa Alcalina	Producida por lo osteoblastos y células proliferativas del cartilago y periostio. interviene: en la precipitación de fosfato cálcico en los

	huesos, en la absorción de los fosfatos por el intestino, en la síntesis de las proteínas hísticas.
Ginecomastia	Desarrollo excesivo de las mamas del hombre.
Glándula	Órgano cuya función es elaborar productos especiales a expensas de los materiales de la sangre.
Hematie	Glóbulo rojo, eritrocito.
Hematocito	Célula o corpúsculo de la sangre.
Hemoglobina	Heteroproteína de color rojo existente en las hematies.
Hepatitis	Inflamación del hígado.
Hepatomegalia	Aumento del volumen del hígado.
Hígado	Glándula impar, asimétrica, la mayor del cuerpo, situada en la parte superior del abdomen. Es un órgano esencial para la vida, y sus funciones son: secretar bilis, formar glucógeno, fijar la grasa, fijar o destruir venenos, toxinas y bacterias
Hipocondrio	Región superior y lateral del abdomen en cada lado del epigastrio.
Hiporexia	Falta de apetito. Anorexia moderada; desgana.
Ictericia	Coloración amarilla de la piel, las mucosas y secreciones debida a la presencia de pigmentos biliares en la sangre.
Insuficiencia	Disminución de la capacidad de un órgano para cumplir su función propia.
Intersticial	Relativo a los interespacios de una parte; que rellena el espacio que

dejan otros elementos más diferenciados.

Leucocitos	Glóbulos blancos de la sangre formados en las porciones linfoidea, mielopoyética y reticular del sistema reticulo endotelial.
Metástasis	Aparición de uno o más focos morbosos secundarios a otro primitivo, con o sin desaparición de éste, en regiones o partes no contiguas al foco primitivo.
Peritoneo	Membrana serosa que tapiza las paredes abdominales y superficie inferior del diafragma (peritoneo parietal) y se refleja en uno o varios puntos sobre las vísceras para formar una cubierta completa para algunas, estómago, intestino, etc. e incompletas para otras vejiga, recto (peritoneo visceral).
Saponificable	Susceptible de convertirse en jabón o de desdoblarse en glicerina o ácidos grasos.
Seroalbúmina	Albúmina del suero de la sangre.
Telangiectasia	Dilatación de los vasos capilares de pequeño calibre, generalizada o localizada.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias:

1. Kuo-Sheng Cheng, Jzau-Sheng Lin y Chi-Wu Mao: THE APPLICATION OF COMPETITIVE HOPFIELD NEURAL NETWORK TO MEDICAL IMAGE SEGMENTATION IEEE Transactions on Medical Imaging 1996 15: 4
2. Berkman Sahiner: CLASSIFICATION OF MASS AND NORMAL BREAST TISSUE: A CONVOLUTION NEURAL NETWORK CLASIFIER WITH SPATIAL DOMAIN AND TEXTURE IMAGES IEEE Transactions on Medical Imaging 1996 15:5
3. Xiaohong Li, Shirish Bhide y Mansur R. Kabuka: LABELING OF MR BRAIN IMAGES USING BOOLEAN NEURAL NETWORK IEEE Transactions on Medical Imaging 1995 15:5
4. García Pérez, Ma. Elizabeth: REDES NEURONALES ARTIFICIALES: APLICACIÓN EN EL DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LA DEMENCIA VASCULAR Y TIPO ALZHEIMER UNAM, DEPEFI México, D.F., 1996
5. Gregory M. Provan and John R. Clarke: DINAMIC NETWORK CONSTRUCTION AND UPDATING TECHNIQUES FOR THE DIAGNOSIS OF ACUTE ABDOMINAL PAIN IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 1993 15:3
6. Adolfo Guzmán Arenas: MINERÍA DE DATOS Ed. SoftwarePro International
7. Dr. J.J. Villalobos Pérez : INTRODUCCIÓN A LA GASTROENTEROLOGÍA 3ª. ed. México, D.F. Editores Méndez, 1996 648-721.

8. Tierney, McPhee y Papadakis: DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y TRATAMIENTO 1998
33ª ed. México, D.F., Manual Moderno, 1997 624-643
9. Hilera y Martínez: REDES NEURONALES ARTIFICIALES. FUNDAMENTOS,
MODELOS Y APLICACIONES Addison - Wesley Iberoamericana, Serie Paradigma
RA - MA
10. López / Bautista: CRANEUM. DISEÑO DE UN SE PARA EL DIAGNÓSTICO
Y TRATAMIENTO DEL EDEMA CEREBRAL CAUSADO POR
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO México, D.F., UNAM, ENEP Acatlán, 1996
11. Lara Rosano, Felipe: REDES NEURONALES ARTIFICIALES. UNA
INTRODUCCIÓN UNAM, Instituto de Ingeniería, México, D.F., 1990
12. García Pérez, Ma. Elizabeth: CONSTRUCCIÓN DE UNA RED DINÁMICA Y
TÉCNICAS DE ACTUALIZACIÓN PARA EN EL DIAGNÓSTICO VASCULAR Y
TIPO ALZHEIMER UNAM, DEPI México, D.F., 1996
13. Gregory M. Provan TECHNIQUES FOR THE DIAGNOSIS OF ACUTE
ABDOMINAL PAIN IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence
1993 15:3