

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



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES
DIARREICAS AGUDAS EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS BASADO EN
LOGICA DIFUSA”**

PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIATURA EN INFORMATICA
MENCION: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMATICOS

POSTULANTE: ALFREDO JORGE ENRRIQUEZ SALINAS
TUTOR METODOLOGICO: LIC. JAVIER REYES PACHECO
ASESOR: M. Sc. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO

LA PAZ – BOLIVIA

2012



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

DEDICATORIA:

Al Dios Todopoderoso
por la dicha de la vida y el regalo de la vida eterna.

A mis padres y hermanos
por confiar en mí.

A mi esposa por amarme por lo que
soy,... y a pesar de lo que soy

A Matías para que un día se sienta
orgulloso de su padre

AGRADECIMIENTOS

A falta de tan solo unos trámites para presentar esta Tesis, resulta obligado mirar atrás y recordar a todas aquellas personas que de un modo u otro han facilitado mi camino al ansiado título de Licenciatura.

Nada de esta azarosa trayectoria hubiera sido posible sin el apoyo de mi familia, he tenido la bendición de tener unos padres comprensivos Alberto y Marcelina, que siempre han mostrado su absoluta confianza en mí, que se han sacrificado para que pudiera realizar mis estudios hasta el bachillerato, a mi hermano Santiago con quien siempre he tenido una relación extraordinaria que nos ha hecho inseparables, de todos mis hermanos y sus parejas he recibido un cariño enorme y unos ánimos para mover montañas, he contado con la bendición de tener buenos amigos y compañeros de pregrado como José y Mónica con los que me he divertido y con los que he aprendido a desarrollarme como persona, pero en especial a mi esposa Rosalía que le ha dado un nuevo sentido a mi vida, que me ayudo y apoyó desde que me conoció para que ingresé a la universidad y también en el desarrollo de la presente Tesis, y que me ha convertido en poco tiempo en esposo y padre, a Matías mi hijo que hace que cada mañana valga la pena levantarse, y que inspiró el tema para este trabajo, a mi Tutor Lic. Javier Reyes que me impulso en todo momento y a mi Asesor Lic. Aldo Valdez por su paciencia y guía para la culminación exitosa de mi Tesis.

A todos GRACIAS

ABSTRACT

The origins of the diffuse logic go back to the decade of 1960 when Zadeh introduced the theory of diffuse groups, during the following decade this author was developing new aspects of the theory that wide its initial conception from a theory of groups until a reasoning methodology that defined a new logic type, the fundamental property of this theory is that it introduces aspects of ambiguity and uncertainty, that which allows to express the logical relationships from a nearer way to the natural language with logical processes of inference. The expert system based on diffuse logic allows generating very complex behaviors maintaining an easily interpretable description from a linguistic point of view.

At the present time the systems based on diffuse logic are used in multitude of fields. As expert systems they have been used in systems of medical diagnosis due to the easiness of interpreting the behavior of the illnesses and their respective symptoms linguistically, the main objective of this Thesis consists on applying the use of the diffuse logic in the field of the medicine in the diagnosis of illnesses sharp diarrhea so that they are a base of new investigations on this respect that you/they allow to confront the design of this type of systems of more complexity that you/they extend the use of technical of inference based on diffuse logic to new application domains.

To fulfill this objective he/she intends the use of linguistic variables that facilitates in great measure the interpretation of the uncertainty of the symptom of the illnesses that you/they define the behavior of the diffuse expert system, the language in the first place it contemplates the definition of diffuse operators on the part of the user allowing the development of formalisms this way facilitating the comparison among different alternative, for I finish it supports the definition of hierarchies or levels in the symptom including aspects for the taking of decisions or the exchange of diffuse values among variables of another hierarchical structure and to infer a solution in the same terms.

RESUMEN

Los orígenes de la lógica difusa se remontan a la década de 1960 cuando Zadeh introdujo la teoría de conjuntos difusos, durante la siguiente década este autor fue desarrollando nuevos aspectos de la teoría que amplió su concepción inicial desde una teoría de conjuntos hasta una metodología de razonamiento que definía un nuevo tipo de lógica, la propiedad fundamental de esta teoría es que introduce aspectos de ambigüedad e incertidumbre, lo cual permite expresar las relaciones lógicas de una forma más cercana al lenguaje natural con procesos lógicos de inferencia. El sistema experto basado en lógica difusa permite generar comportamientos muy complejos manteniendo una descripción fácilmente interpretable desde un punto de vista lingüístico.

En la actualidad los sistemas basados en lógica difusa se utilizan en multitud de campos. Como sistemas expertos se han utilizado en sistemas de diagnóstico médico debido a la facilidad de interpretar lingüísticamente el comportamiento de las enfermedades y sus respectivos síntomas, el objetivo principal de esta Tesis consiste en aplicar el uso de la lógica difusa en el campo de la medicina en el diagnóstico de enfermedades diarreicas agudas para que sean una base de nuevas investigaciones sobre este respecto que permitan afrontar el diseño de este tipo de sistemas de mayor complejidad que extiendan el uso de técnicas de inferencia basadas en lógica difusa a nuevos dominios de aplicación.

Para cumplir con este objetivo se propone en primer lugar el uso de variables lingüísticas que facilita en gran medida la interpretabilidad de la incertidumbre de la sintomatología de las enfermedades que definen el comportamiento del sistema experto difuso, el lenguaje contempla la definición de operadores difusos por parte del usuario permitiendo de este modo el desarrollo de formalismos facilitando la comparación entre diferentes alternativas, por último soporta la definición de jerarquías o niveles en la sintomatología incluyendo aspectos para la toma de decisiones o el intercambio de valores difusos entre variables de otra estructura jerárquica e inferir una solución en los mismos términos.

INDICE

1. MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1. INTRODUCCION	1
1.2 . ANTECEDENTES	3
1.2.1. DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS	3
1.2.2. DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS ACTUALMENTE	4
1.2.3. LA LOGICA DISFUSA Y LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	6
1.2.4. TRABAJOS EN EL ÁREA DE SISTEMAS EXPERTOS – CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES.....	6
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.3.1. PROBLEMA CENTRAL	7
1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	9
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.5. HIPOTESIS.....	10
1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	10
1.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	10
1.5.3. VARIABLE INTERVINIENTE.....	10
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	10
1.6.1. SOCIAL	10
1.6.2. CIENTÍFICA	11
1.6.3. ECONÓMICA	11
1.7. ALCANCE Y LÍMITES	11
1.7.1. LIMITES	11
1.7.2. ALCANCES	12
1.7.3. APORTES.....	12
1.8. METODOLOGIA.....	13
1.8.1. METODOLOGÍA DE BUCHANAN	13
1.9. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	13
2. MARCO TEÓRICO	16

2.1. SISTEMAS EXPERTOS	16
2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO.....	17
2.2.1. LA COMPONENTE HUMANA	18
2.2.2. LA BASE DE CONOCIMIENTO.....	18
2.2.3. EL MOTOR DE INFERENCIA	18
2.2.4. INTERFACE DE USUARIO	19
2.3. ETAPAS DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	19
2.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2.3.2. ENCONTRAR EXPERTOS HUMANOS QUE PUEDAN RESOLVER EL PROBLEMA.....	20
2.3.3. DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	20
2.3.4. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO, LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN..	21
2.3.5. DESARROLLO Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO.....	21
2.3.6. MANTENIMIENTO Y PUESTA AL DÍA.....	21
2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN.....	22
2.4.1. IDENTIFICACIÓN:.....	23
2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN:.....	23
2.4.3. FORMALIZACIÓN:.....	23
2.4.4. IMPLEMENTACIÓN:.....	24
2.4.5. TESTEO:.....	24
2.5. LÓGICA DIFUSA.....	25
2.5.1. CONJUNTOS DIFUSOS	26
2.5.2. FUNCIONES DE PERTENENCIA.....	29
2.5.2.1. FUNCIÓN TRIANGULAR.....	29
2.5.2.2. FUNCIÓN GAMA	30
2.5.2.3. FUNCIÓN TRAPEZOIDAL.....	30
2.6. VARIABLES LINGÜÍSTICAS	31
2.6.1. LÓGICA DIFUSA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL	32
2.7. ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS	32
2.7.1. TIPOS DE DIARREA	34
2.7.1.1. SÍNDROME DIARREICO LEVE:.....	34
2.7.1.2. SÍNDROME DIARREICO MODERADO	34
2.7.1.3. SÍNDROME DIARREICO GRAVE.....	34

2.7.2. PLAN PREVENTIVO.....	34
2.7.2.1. DIARREA SIN DESHIDRATACIÓN (PLAN A).....	34
2.7.2.2. (PLAN B). NIÑO CON DIARREA Y DESHIDRATACIÓN NO GRAVE.....	35
2.7.2.3. (PLAN C.) MANEJO DEL NIÑO CON DIARREA GRAVE Y SIGNOS DE DESHIDRATACIÓN ALTO.....	36
3. MARCO DE DESARROLLO	38
3.1. INTRODUCCION.....	38
3.1.1. IDENTIFICACIÓN.....	39
3.1.1.1. PREPARACIÓN DE ENTREVISTAS	39
3.1.1.2. SESIONES DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO	40
3.1.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	48
3.1.3. FORMALIZACIÓN.....	52
3.1.3.1. BASE DE HECHOS	54
3.1.3.2. FUZZIFICACIÓN	56
3.1.3.3. MOTOR DE INFERENCIA.....	60
3.1.3.4. DEFUZZIFICACIÓN.....	63
3.1.4. IMPLEMENTACIÓN.....	65
4. PRUEBA DE HIPOTESIS	69
4.1. INTRODUCCION	69
4.2. EVALUACION DE LA VARIABLE.....	69
4.2.1. PROCESO.....	71
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	76
5.1. INTRODUCCION	76
5.2. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE TESIS	76
5.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79

INDICE DE FIGURAS

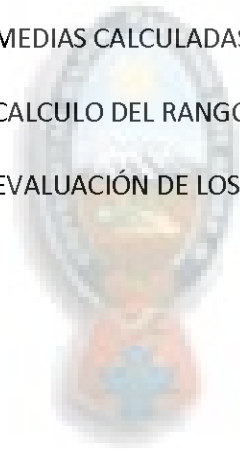
FIG. 1.1 PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE.....	2
FIG. 2.1 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.	17
FIG. 2.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO.....	17
FIG. 2.3 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	19
FIG. 2.4 FASES DE LA METODOLOGÍA BUCHANAN.....	22
FIG. 2.5 INTERRELACION DE FASES.....	24
FIG. 2.6 TRES CONJUNTOS DIFUSOS SOBRE LA VARIABLE LINGÜÍSTICA ALTURA.....	28
FIG. 2.7 FUNCION TRIANGULAR.....	29
FIG. 2.8 FUNCION GAMA.....	30
FIG. 2.9 FUNCION GAMA.....	30
FIG. 2.10 VARIABLES LINGÜÍSTICAS Y CONJUNTOS DIFUSOS.....	31
FIG. 3.1 METODOLOGÍA BUCHANAN Y EL MODELO DE DESARROLLO DE UN SE.....	38
FIG. 3.2 ESQUEMA DE ATRIBUTOS DE LAS EDA's.....	48
FIG. 3.3 PROCESO DE DIAGNOSTICO DE EDA's.....	49
FIG. 3.4 RED SEMÁNTICA DE SIGNOS/SINTOMAS DE EDA.....	53
FIG. 3.5 FUNCIONES DE GRADOS DE INCONCIENCIA.....	57
FIG. 3.6 FUNCIONES DE GRADOS DE HUNDIMIENTO DE OJOS.....	57
FIG. 3.7 FUNCIONES DE GRADOS DE AUSENCIA DE LÁGRIMAS.....	58
FIG. 3.8 FUNCIONES DE GRADOS DE SEQUEDAD DE BOCA Y LENGUA.....	58
FIG. 3.9 FUNCIONES DE GRADOS DE SED.....	59
FIG. 3.10 FUNCIONES DE SIGNOS DEL PLIEGUE.....	60
FIG. 3.11 SISTEMA DE INFERENCIA EN LÓGICA DIFUSA.....	61
FIG. 3.12 ARBOL DE OPERADORES AND.....	62

FIG. 3.13 PROCESOS DEL SE PARA DIAGNOSTICO de EDA's	63
FIG. 3.14 MÉTODO DE SINGLETON PARA EL SE	63
FIG. 3.15 FUNCIONES DE SALIDA DE GRADOS DE EDA	64
FIG. 3.16 EJEMPLO DE EVALUACIÓN EN LA FUNCIÓN DE PERTENENCIA.....	65
FIG. 3.17 INTERFACE DE USUARIO.....	66
FIG.3.18 INFORMACION DE AYUDA AL USUARIO POR SINTOMATOLOGIA	67
FIG. 3.19 RESULTADO DE LA EVALUACION.....	67
FIG. 4.1 MODELO DE PRUEBA WILCOXON	70



INDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 RELACIÓN DE PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	9
TABLA 3.1 BOLIVIA EPISODIOS DE DIARREA EN MENORES DE 5 AÑOS	50
TABLA 3.2 EVALUACIÓN DEL ESTADO DE DESHIDRATACION	52
TABLA 3.3 VARIABLES PARA SIGNOS Y SÍNTOMAS	55
TABLA 3.4 BASE DE HECHOS DE SIGNOS Y SÍNTOMAS EN PORCENTAJE Y TIEMPO.....	56
TABLA 4.2 COMPARACIÓN DE DIAGNOSTICOS	71
TABLA 4.3. MUESTRA DE DIAGNÓSTICOS DADOS POR EL EXPERTO HUMANO Y EL SISTEMA EXPERTO.....	72
TABLA 4.4 MEDIAS CALCULADAS	72
TABLA 4.5 CALCULO DEL RANGO	73
TABLA 4.6 EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES.....	73



UNIVERSIDAD
MAYOR DE
SAN
ANDRÉS



1. MARCO INTRODUCTORIO

1.1. INTRODUCCION

En los últimos años, la progresiva incorporación de los avances tecnológicos (aplicación de la informática) en la práctica de la medicina, han hecho que esta ciencia sufra un cambio radical, tomando en cuenta que se van introduciendo sistemas informáticos como apoyo en diferentes áreas referidas a la salud tanto en los diagnósticos como en la búsqueda de nuevos conocimientos.

Es la aplicación de la informática y las comunicaciones al área de la salud, mediante el uso del software médico formando parte de las tecnologías sanitarias. Su objetivo principal es prestar servicio a los profesionales de la salud para mejorar la calidad de la atención sanitaria.

Las computadoras y los sistemas de información se están introduciendo al área de la medicina para agilizar y mejorar los procesos de apoyo médico, en la toma de decisiones médicas y la atención al paciente. Es el diagnóstico quizás, el más controvertido de los sectores de la aplicación de los sistemas en la medicina, por las implicaciones éticas que puede traer¹

Una de las ramas de la Inteligencia Artificial que está contribuyendo con la medicina es la de los sistemas expertos (SE)², que hace un amplio uso del conocimiento especializado de los expertos para resolver problemas como un especialista humano lo haría en un área determinada y usando su propia manera de resolver el problema basado en la experiencia.

Mundialmente las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAs)³ son la causa más común de morbi-mortalidad infantil siendo responsables de 2 millones de muertes anualmente en niños menores a 5 años, lo que equivale entre 1400 a 1900 episodios de diarrea y 5 muertes por minuto.

¹ GIARRATANO Y RILEY, (2001)

² Se usara SE para referirse a un Sistema Experto durante el desarrollo de la presente tesis

³ Se usara EDAs para referirse a las Enfermedades Diarreicas Agudas durante el desarrollo de la presente tesis

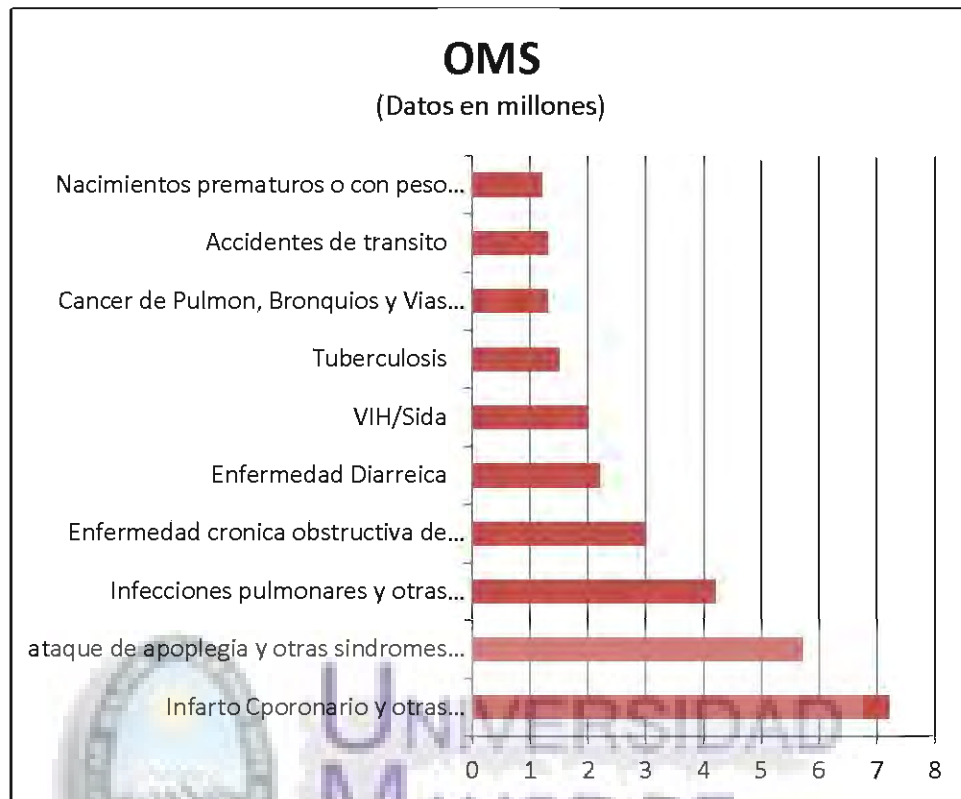


FIGURA. 1.1 PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE

Fuente: OMS (2010)

En Bolivia, las EDA se presentan en alrededor del 30% de la población total de niños menores a 5 años, produciéndose anualmente más de 12.000 muertes. En la ciudad de Cochabamba similar a otras regiones de Bolivia, las EDA son una de las principales causas de consulta y hospitalización en la población infantil. Así, en el año 2002 se registraron casos de diarreas en el 36% de los niños menores a 5 años y 1395 hospitalizaciones por esta causa.

La presente tesis plantea el desarrollo y construcción de un prototipo de un sistema experto que permita diagnosticar EDAs niños /as menores de 5 años. Como una herramienta de apoyo al médico, de acuerdo a los síntomas que presenten la enfermedades diarreicas agudas. Al ser el campo de estudio de la tesis el diagnóstico médico, y por las características que presenta, se recomienda que problemas de este tipo sean tratados mediante razonamiento difuso (Lógica Difusa) y la base de conocimientos a través de la experiencia del experto humano.

1.2. ANTECEDENTES

Los sistemas expertos han sido incluidos en el campo de la medicina y han brindado un aporte importante en la búsqueda de diagnósticos que sean más precisos para poder brindar un buen tratamiento, han sido usados como apoyo y consulta dependiendo siempre de la intervención de un experto humano.

Los Sistemas Expertos Médicos funcionan con las Bases de Hechos, Bases de conocimiento y Motores de Inferencia. Por eso, mientras más se utilicen, más grande será su conocimiento y por tanto más fiables serán sus “diagnósticos”. Pero no reemplazan al experto humano.

1.2.1. DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS

Una de las Universidades en la que se trabajó con la combinación medicina/informática fue la de Stanford, donde se creó un sistema de diagnóstico que se llamó MYCIN (a finales de los años 70), el cual diagnosticaba enfermedades infecciosas de la sangre. Este sistema emitía diagnósticos teniendo en cuenta incluso la edad, talla y peso del paciente (además, evidentemente, de los síntomas específicos que tuviera).

Al principio, MYCIN tenía una tasa de aciertos superior al de médicos no especializados, pero inferior al de los especialistas. No fue un gran éxito, pero daba esperanzas, y además, esto era sólo el comienzo, conforme aparecían nuevas versiones la tasa de aciertos aumentaba. Tras el MYCIN surgió EMYCIN y posteriormente TMYCIN.

MYCIN sirvió, además, como experiencia para crear sistemas expertos en ámbitos distintos al médico.

Actualmente el uso de sistemas expertos ha diversificado su uso a diferentes áreas como ser:

- Diagnósticos y reparación
- Predicción

- Planificación
- Monitorización de tareas
- Ayuda a la educación
- Ayuda a la toma de decisiones
- Ayuda en operaciones legales y administrativas
- Ayuda en la identificación de problemas
- Interpretación de datos

1.2.2. DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS ACTUALMENTE

Hoy en día se están desarrollando algunos Sistemas Expertos Médicos (SEM) que tratan de simular el razonamiento del especialista y de proporcionar el diagnóstico probable y el manejo del paciente. Esto permite usarlos en la enseñanza. Aún hay que superar muchas limitaciones y obstáculos para lograr sus objetivos y, por otra parte, los SEM nunca superarán el sentido común y el buen juicio del experto humano. Lo que se pretende es promover una relación más productiva entre el ser humano y la informática en el campo de la medicina.

ONCOCIN es un sistema experto automático para monitorizar el tratamiento de pacientes enfermos de cáncer. Proporciona al médico recomendaciones sobre cómo tratar al paciente. Asigna protocolos de tratamientos estándar a los pacientes en función de su historial, el resultado de los últimos análisis de laboratorio, el último examen clínico y el tratamiento que ya se está siguiendo contra la enfermedad.

Incluye base de datos de la especificación de los distintos protocolos que existen para el tratamiento del cáncer, datos relativos a los pacientes, como los resultados de los tests.

El software **EDIMED**, el cual se encuentra aún en etapa de desarrollo, en el cual se puede apreciar una de sus aplicaciones, el diagnóstico de enfermedades pulmonares, en la que se consideraron catorce síntomas que son comunes en

cinco enfermedades diferentes, dependiendo el diagnóstico del grado con que cada síntoma se presente.

Para cada síntoma se usan variables lingüísticas y se establecen los valores lingüísticos de acuerdo a la información de un experto, se generan tablas que conforman la base de datos que serán consultadas para obtener, mediante el empleo del álgebra difusa, varios diagnósticos con grados de pertenencia probabilístico. En la arquitectura de base de datos relacionales empleada, los síntomas constituyen atributos o elementos asociados a cada registro, que agrupados conforman el archivo de determinado tipo de enfermedades.

PUFF Es un SE que diagnostica enfermedades pulmonares Caduceus De la Universidad de Pittsburgh, para diagnosticar medicina interna.

MED 1 Es un shell fue desarrollado en 2003 por F. Puppe en el marco de una tesis doctoral en la Universidad de Kaiserslautern y llevado a la práctica posteriormente en varios computadores. El lenguaje de programación sobre el que se basa, aunque no es accesible desde el MED1, es Interlisp. El MED1, como su nombre indica, es especialmente apropiado para sistema de diagnóstico médico. Debido al contexto de desarrollo, la interface del usuario no es en absoluta tan cómoda como en otros Shell como el KEE, cuyo desarrollo fue orientado hacia la explotación comercial. La principal ventaja del MED1, es su gran flexibilidad en la manipulación de conocimientos difusos.

GUIDON El sistema GUIDON se inicia con la presentación de un caso clínico sobre el cual el sistema va proporcionando información adicional a solicitud del estudiante y almacena la información sobre el tipo y número de consultas que va realizando, así como el orden de razonamiento que emplea el estudiante al tratar de resolver el caso problema. El GUIDON puede interrumpir la consulta y reorientar al estudiante en el momento en que presenta una de las reglas apropiadas para la solución. Este sistema proporciona ayuda al estudiante en función del camino que éste va siguiendo para solucionar el caso.

Guidon El GUIDON también cuenta con la posibilidad de hacer presentaciones de casos clínicos de tipo tutorial, con el propósito de introducir nuevo material o establecer diálogos sobre los mecanismos de inferencia referentes al caso para llegar al diagnóstico y tratamiento adecuados.

1.2.3. LA LOGICA DISFUSA Y LOS SISTEMAS EXPERTOS

La lógica difusa fue investigada por primera vez alrededor de mediados de los años sesenta por el ingeniero Lotfy A. Zadeh en la Universidad de Berkeley (California). En un principio este ingeniero no denominó a esta lógica como lógica borrosa sino que la llamó principio de incompatibilidad. A continuación mostraremos como describió él este principio:

”Conforme la complejidad de un sistema aumenta, nuestra capacidad para ser precisos y construir instrucciones sobre su comportamiento disminuye hasta el umbral más allá del cual, la precisión y el significado son características excluyentes”.

La capacidad de los SE para dar una explicación lógica de su razonamiento puede ser útil en la enseñanza médica. La lógica difusa es un instrumento muy útil para este cometido pues otorga herramientas que permiten obtener razonamientos a partir de un conjunto de premisas. En un nivel de abstracción mas elevado, permite generar una respuesta acorde a situaciones que no han sido analizadas. Nunca un SE desplazará al especialista. Se debe crear una "alianza" que combine la superioridad actual del hombre con la de la máquina.

1.2.4. TRABAJOS EN EL ÁREA DE SISTEMAS EXPERTOS – CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

En el campo de los Sistemas Expertos se desarrollaron diversos sistemas, que se hallan en la biblioteca de la carrera de Informática, como:

- “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES NUEROLÓGICAS CIATICAS”, Franz Genaro Mamani Loayza, 2004, Objetivo General: Desarrollar un Sistema Experto para el Diagnóstico de

Enfermedades Neurológicas Ciáticas para proporcionar diagnósticos oportunos y sugerencias de tratamiento, utilizando la lógica difusa.

- “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ANEMIA Y POLIGLOBULIA MEDIANTE HEMOGRAMA” Silvana Gladis Lima Mendoza, 2007, Objetivo General: Desarrollar un prototipo de un sistema experto que proporcione un diagnóstico de anemia y poliglobulia considerando el examen hematológico, utilizando lógica difusa.
- “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES A 5 AÑOS”. Ubner Escobar Merma, 2007, Objetivo General: Desarrollar un Sistema Experto, que coadyuve como una herramienta al profesional en nutrición y proporcionar diagnósticos de desnutrición de un niño de acuerdo a los síntomas que presente este y evitar mayores complicaciones utilizando para esto como herramienta de abstracción del conocimiento de la lógica difusa.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, las EDAs, son un problema importante de salud de la población infantil, principalmente en los países en desarrollo donde se producen anualmente entre 2,6 a 3 millones de muertes constituyendo la segunda causa global de mortalidad infantil. Estas estadísticas se reflejan en que se produce un promedio de 3 episodios de diarrea por año en niños menores a 5 años y una tasa global de mortalidad promedio de más de 10.000 niños por día.

1.3.1. PROBLEMA CENTRAL

El no diagnosticar a las niños menores de 5 años que sufren de EDAs, impide que se lleve a cabo el tratamiento correspondiente para poder ayudarle o descubrir la las causas del mismo.

En Bolivia, las EDA constituyen una de las principales causas de mortalidad entre niños menores de 5 años de edad, produciéndose aproximadamente quince mil muertes por año.

En los últimos años, un número creciente de patógenos bacterianos y virales han sido asociados a las EDA gracias a la progresiva incorporación de nuevas tecnologías de detección, que han permitido establecer la relación causal entre los microorganismos y las EDA, mediante la identificación y caracterización de genes de patogenicidad y virulencia.

¿Cómo diagnosticar una Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en niños menores de cinco años, y hacer que este diagnóstico sea confiable⁴?

1.3.2. PROBLEMAS SECUNDARIOS

Factores como el agua, saneamiento, el hacinamiento y la malnutrición favorecen la frecuencia, diseminación y gravedad de las diarreas. En el medio tropical, los rotavirus son responsables del 20 al 60% de las diarreas. Junto a otras causas infecciosas, el biberón, la leche en polvo mal preparada, el destete brusco, la malnutrición, el sarampión o la meningitis, bajo nivel de saneamiento básico, poca información en los padres de familia, etc., pueden provocar diarrea.

La siguiente tabla muestra los problemas y la relación causa efecto

TABLA 1.1

Nº	CAUSA	EFEECTO
1	Escasez de profesionales pediatras	No existe un sistema que realice el seguimiento para el control de las EDAs y el posterior tratamiento
2	Bajo nivel de educación e información de los padres de familia	La gente no toma interés sobre el gran peligro que puede causar las EDAs que pueden causar la muerte
3	Poco acceso a servicios de salud y saneamiento básico	Contribuyen a que aparezcan diferentes enfermedades diarreicas y otras infecciones

⁴ La confiabilidad será determinada en el Capítulo 4 según escala propuesta

4	No se tienen los cuidados necesarios con el menos de 5 años	Incremento de los gastos de salud de las familias
5	No hay investigaciones sobre EDAS en el campo informático	No existe un software que diagnostique y recomiende un tratamiento para las EDAs en niños menores de 5 años
6	Los criterios de diagnóstico sobre EDAs varían según el especialista	Pueden haber Diferentes diagnósticos

RELACIÓN DE PROBLEMAS SECUNDARIOS

Fuente: Elaboración Propia

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de Sistema Experto, para el diagnóstico confiable de EDAs en niños menores de 5 años.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos, son:

- Obtener el conocimiento del experto humano empleando entrevistas con el Experto Pediatra.
- Prevenir las complicaciones de las EDAs con el uso del sistema experto.
- Construir una base de conocimientos, a través de la experiencia que el experto posea en área de EDAs y preservar el mismo.
- Evaluar los resultados obtenidos por el Sistema Experto mediante la comparación con diagnósticos emitidos por el Experto Pediatra.

1.5. HIPOTESIS

“El uso de la lógica difusa en el sistema experto para el diagnóstico de EDAs es una herramienta capaz de apoyar el trabajo del profesional en el área de salud y proporcionar un diagnóstico confiable”.

1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Diagnóstico para EDAs en niños menores de 5 años.

1.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Sistema Experto para el Diagnóstico de EDAs.

1.5.3. VARIABLE INTERVINIENTE

La Lógica Difusa en el Sistema Experto.

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. SOCIAL

La disposición de un Sistema Experto que pueda diagnosticar Enfermedades Diarreicas Agudas, y apoyar el diagnóstico de un experto médico, además de mostrar los tratamientos posibles a ser tomados. Con esta tesis se busca prevenir y mejorar la calidad de la salud de los niños menores de 5 años. De otro lado, un sistema de diagnóstico temprano de este tipo de enfermedades, también le evitará al padre de familia de la Ciudad de La Paz y El Alto innecesarias preocupaciones acerca de la salud del menor de 5 años, las cuales, además son molestas.

Con la ayuda de un sistema experto, personal con poca experiencia puede resolver problemas que requieren un conocimiento de experto. Esto es también importante en casos en los que hay pocos expertos humanos.

El sistema experto puede ser utilizado para realizar las operaciones que son consideradas monótonas, aburridas e incómodas para los expertos o para quienes tienen la responsabilidad de realizarlos.

1.6.2. CIENTÍFICA

Se planteara un modelo de lógica difusa para el sistema experto que puede ser útil en el futuro, porque ésta podría ser revisada mejorada y así poder ser usada para diagnosticar otras enfermedades además de las EDAs en niños menores de 5 años.

La presente tesis es la continuación de investigaciones en medicina moderna con mediaciones tecnológicas. Es además, el primer sistema experto en diagnóstico de EDAs, que sirve de modelo para futuras investigaciones en diagnósticos de otras enfermedades. Así como también es modelo para otros sistemas expertos basados en lógica difusa.

Un sistema experto combina la sabiduría colectiva de varios expertos humanos en lugar de la de uno solo.

1.6.3. ECONÓMICA

Cuando los expertos humanos son caros o difíciles de encontrar, El Sistema Experto podría reducir los costos en consultas médicas, para el diagnóstico de EDAs en niños menores de 5 años, y hacerlas accesibles a los padres de familia de bajos recursos de la ciudad de La Paz y El Alto. Además en los Centros de Salud se ahorraría el tiempo en diagnosticar estas enfermedades, lo cual implica también una disminución en el gasto que tenga que erogar la familia.

1.7. ALCANCE Y LÍMITES

1.7.1. LÍMITES

Por ser las EDAs un tema bastante grande, el presente trabajo sólo tomará en cuenta:

- Diagnóstico de Enfermedades Diarreicas Agudas en niños menores de 5 años tomando en cuenta la gravedad del mismo.
- Herramientas y lenguajes de programación capaces de procesar, analizar datos de entrada bajo especificaciones particulares.
- La investigación se apoya en especialistas del área de Pediatría y Medicina General y toma casos de pacientes menores de 5 años.

- No se tomaran en cuenta otras complicaciones con otras patologías.
- El sistema experto no reemplazará por completo la experiencia del experto humano

1.7.2. ALCANCES

- El estudio teórico que se realiza para esta tesis se basa fundamental en métodos y técnicas relacionadas al campo de los Sistemas Expertos que permiten resolver problemas en una área determinada del conocimiento y requieren de la inteligencia de un experto humano pudiendo mejorar su productividad, ahorrar tiempo y dinero.
- Conservar valiosos conocimientos de fácil difusión pero que de ninguna manera reemplazan al experto humano, como también de la Lógica Difusa, que son una representación de los conocimientos y del razonamiento que permite representar una función de pertenencia a determinado estado.
- Las EDAs objeto de esta tesis son: Diarrea Leve sin deshidratación, Diarrea Moderada con deshidratación, Diarrea Grave con deshidratación.

1.7.3. APORTES

El desarrollo o la adquisición de un sistema experto es generalmente caro, pero el mantenimiento y el coste marginal de su uso repetido es relativamente bajo. Por otra parte, la ganancia en términos monetarios, tiempo, y precisión resultantes del uso de los sistemas expertos son muy altas, y la amortización es muy rápida, en este sentido los aportes más importantes serán:

- Desarrollo del prototipo de sistema experto
- Preservación del conocimiento del médico especialista
- Será una herramienta útil para posteriores investigaciones en el área de medicina y EDAs.
- Profundización en la investigación de la lógica difusa y los sistemas expertos
- Apoyo al personal médico en los centros de salud

- El sistema experto puede resolver problemas mucho más rápidamente que un experto humano. Por ello el sistema experto, es un aporte muy valioso en casos en los que el tiempo de respuesta es crítico.

1.8. METODOLOGIA

La investigación científica para resolver problemas en el área de salud es muy importante pues aplica principios y conceptos filosóficos que clasifican la teoría de la práctica, hacemos hincapié en las causas que rodean este problema para la realización de un buen trabajo

1.8.1. METODOLOGÍA DE BUCHANAN

En la adquisición de conocimiento el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto.

Se destacan 6 etapas fundamentales:

- Identificación
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Testeo
- Revisión del prototipo

La característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto de Campo, en el presente trabajo se usaran 5 de las 6 fases propuestas por Buchanan.

1.9. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la presente tesis se seguirán los siguientes pasos:

- Recolección de la información sobre EDAs en niños menores de 5 años, su sintomatología y los instrumentos usados por especialistas para su diagnóstico.
- Estudio de la sintomatología de EDAs en niños menores de 5 años.

- Planteamiento de la Lógica Difusa para el Sistema Experto.
- Desarrollo de un prototipo para realizar el diagnóstico de EDAs en niños menores de 5 años.
- Pruebas del prototipo en varios niños.
- Contrastar los resultados obtenidos con el Sistema Experto con los de un médico especialista en EDAs en niños menores de 5 años.
- Conclusiones.





CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. SISTEMAS EXPERTOS

En la literatura existente se pueden encontrar muchas definiciones de sistema experto. [Stevens (1984), pagina 40], da la definición siguiente:

Los sistemas expertos son máquinas que emulan el pensar y razonar como un experto lo haría en una cierta especialidad o campo. Por ejemplo, un sistema experto en diagnostico medico requeriría como datos los síntomas del paciente, los resultados de análisis clínicos y otros hechos relevantes, y, utilizando éstos, buscaría en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad. Los SE son actualmente utilizados en:

- Negocios
- Industria
- Medicina
- Ingeniería
- Militar
- Espacio
- Ciencias Aplicadas
- Transporte
- Educación
- Otros

UNIVERSIDAD
MAYOR DE
SAN
ANDRÉS

Aunque la anterior es todavía una definición razonable de un sistema experto, han surgido desde entonces otras definiciones, debido al rápido desarrollo de la tecnología (ver, por ejemplo, Castillo y Alvarez (2001) y Durkin (2004)). El sentido de estas definiciones puede resumirse como sigue:

Un sistema experto puede definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada.

Durante la última década se han desarrollado muy rápidamente numerosas aplicaciones de sistemas expertos a muchos campos, por ejemplo, Quinlan (1987, 1989). Durkin (2004) examina unos 2,500 sistemas expertos y los clasifica por

critérios, tales como áreas de aplicación, tareas realizadas, etc. Tal como puede verse en la Figura 2.1, la economía, la industria y la medicina continúan siendo los campos dominantes entre aquellos en los que se utilizan los sistemas expertos. La sección siguiente muestra algunos ejemplos que motivan la aplicación de los sistemas expertos en algunos de estos campos.

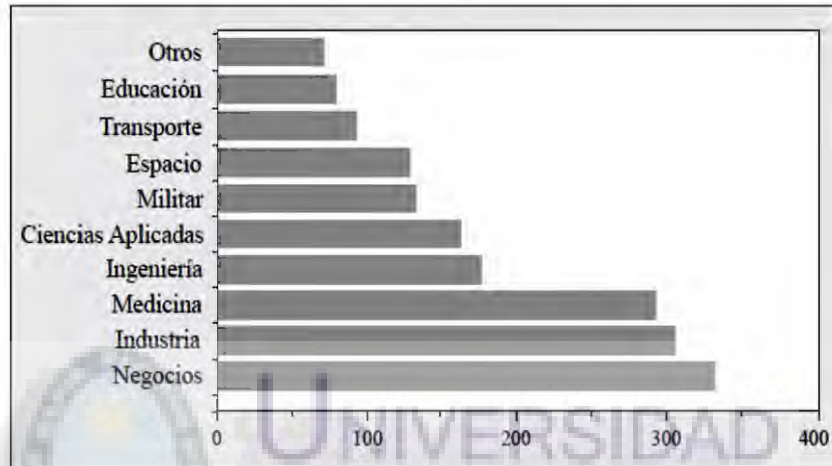


FIGURA 2.1 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.

Fuente: Durkin (2004), Castillo y Alvarez (2001).

2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO

Las definiciones de sistemas expertos se entienden mejor cuando se examinan las principales componentes de los sistemas expertos. Estas componentes se muestran esquemáticamente en la Figura 2.2 y se explican seguidamente.

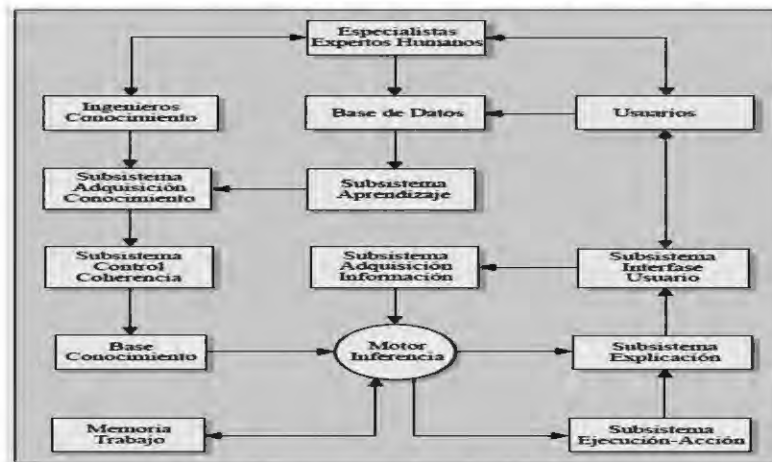


FIGURA 2.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO

Fuente: Hadi (1995)

2.2.1. LA COMPONENTE HUMANA

Un sistema experto es generalmente el resultado de la colaboración de uno o varios expertos humanos especialistas en el tema de estudio y los ingenieros del conocimiento, con los usuarios en mente. Los expertos humanos suministran el conocimiento básico en el tema de interés, y los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el sistema experto pueda entender. La colaboración de los expertos humanos, los ingenieros del conocimiento y los usuarios es, quizás, el elemento más importante en el desarrollo de un sistema experto.

2.2.2. LA BASE DE CONOCIMIENTO

Los especialistas son responsables de suministrar a los ingenieros del conocimiento una base de conocimiento ordenada y estructurada, y un conjunto de relaciones bien definidas y explicadas. Esta forma estructurada de pensar requiere que los expertos humanos repiensen, reorganicen, y reestructuren la base de conocimiento y, como resultado, el especialista se convierte en un mejor conocedor de su propio campo de especialidad.

Hay que diferenciar entre datos y conocimiento. El conocimiento se refiere a afirmaciones de validez general tales como reglas, distribuciones de probabilidad, etc. Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular. Por ejemplo, en diagnóstico médico, los síntomas, las enfermedades y las relaciones entre ellos, forman parte del conocimiento, mientras los síntomas particulares de un paciente dado forman parte de los datos. Mientras el conocimiento es permanente, los datos son efímeros, es decir, no forman parte de la componente permanente de un sistema y son destruidos después de usarlos.

2.2.3. EL MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es el corazón de todo sistema experto. El cometido principal de esta componente es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos. Por ejemplo, en diagnóstico médico, los síntomas de un paciente (datos)

son analizados a la luz de los síntomas y las enfermedades y de sus relaciones (conocimiento).

Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar basadas en conocimiento determinista o conocimiento probabilístico. Como puede esperarse, el tratamiento de situaciones de incertidumbre (probabilísticas) puede ser considerablemente más difícil que el tratamiento de situaciones ciertas (deterministas).

2.2.4. INTERFACE DE USUARIO

La interface de usuario es el enlace entre el sistema experto y el usuario. Por ello, para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma fácil y agradable.⁵

2.3. ETAPAS DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Es de vital importancia tomar en cuenta las etapas para el desarrollo de un sistema experto pues en cada una de ellas se especifica o delimita el trabajo a realizar

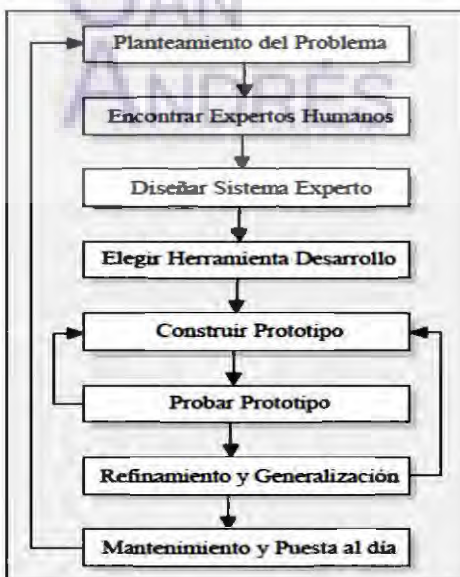


FIGURA 2.3 ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Fuente: Hadi (1995)

⁵ Shneiderman (1987) y Brown y Cunningham (1989).

2.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un sistema experto es responder a preguntas y resolver problemas, esta etapa es quizás la más importante en el desarrollo de un sistema experto. Si el sistema está mal definido, se espera que el sistema suministre respuestas erróneas.

2.3.2. ENCONTRAR EXPERTOS HUMANOS QUE PUEDAN RESOLVER EL PROBLEMA.

Es importante contar con el apoyo de un experto humano pues será en base a la heurística de los mismos en los cuales estará basada la base de hechos y por ende el conocimiento del SE, no se debe pensar que en un SE es el reemplazo del experto humano pues siempre será necesaria la experiencia del mismo.

Es imperativo que un experto apropiado esté disponible:

- Debe existir un experto que esté posibilitado para resolver problemas del dominio del tema.
- El experto debe ser capaz de describir el conocimiento del dominio y cómo se aplica.
- El experto debe disfrutar de buena reputación entre los potenciales usuarios del sistema.
- Múltiples expertos deben estar de acuerdo sobre las técnicas de solución de problemas.

2.3.3. DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO.

Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento estructuras que estarán basadas en la experiencia del experto en cuestión donde se pueden usar las diferentes técnicas y metodologías existentes para este propósito como por ejemplo las redes bayesianas, la lógica difusa, las reglas, etc., El sistema experto modela el proceso de razonamiento humano con un módulo conocido como el motor de inferencia. Dicho motor de inferencia trabaja con la información contenida en la base de conocimientos y la base de hechos para deducir nuevos hechos. Contrasta los hechos particulares de la base de hechos

con el conocimiento contenido en la base de conocimientos para obtener conclusiones acerca del problema., el subsistema de explicación viene a ser una característica de los SE, que es la habilidad para explicar su razonamiento. Usando el módulo del subsistema de explicación, un sistema experto puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión. Este módulo proporciona beneficios tanto al diseñador del sistema como al usuario. El diseñador puede usarlo para detectar errores y el usuario se beneficia de la transparencia del sistema., la interface de usuario, etc. Serán diseñadas para apoyar el resultado esperado del SE.

2.3.4. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO, LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.

Debe decidirse si realizar un sistema experto a medida, o utilizar un shell, una herramienta, o un lenguaje de programación. Si existiera un shell satisfaciendo todos los requerimientos del diseño, ésta debería ser la elección, no sólo por razones de tipo financiero sino también por razones de fiabilidad. Las herramientas comerciales están sujetas a controles de calidad, a los que otros programas no lo están.

2.3.5. DESARROLLO Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO.

El desarrollo de un SE deberá seguir cada etapa como una manera de garantizar un buen resultado en la elaboración del mismo. Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deben ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio. Es necesario realizar estas pruebas al prototipo para dejar de lado cualquier susceptibilidad de un resultado no esperado en el SE.

2.3.6. MANTENIMIENTO Y PUESTA AL DÍA.

En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances, etc. En esta etapa se corrigen los fallos si aún los existieran y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

Todas estas etapas influyen en la calidad del sistema experto resultante, que siempre debe ser evaluado en función de las aportaciones de los usuarios. [O'Keefe, Balci y Smith (1987), Chandrasekaran (1988) y Preece (1990)].

2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN

En la adquisición de conocimiento el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto.



FIGURA 2.4 FASES DE LA METODOLOGÍA BUCHANAN

Fuente: Moret, Mosqueira, Hernandez, (2012)

Se destacan 5 etapas fundamentales:

- Identificación
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Testeo

La característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto de Campo

2.4.1. IDENTIFICACIÓN:

Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento. Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos. Se identifican los objetivos y metas. Entre los participantes se encuentran: expertos del dominio, ingenieros de conocimiento, Usuarios. Se establecen características del problema como: Tipo, Subtareas, Terminología. Se Reconocen los recursos disponibles de fuentes de conocimiento y recursos computacionales además de establecer las metas o alcances

2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN:

Se analizaran los conceptos vertidos por el experto del área; los conceptos se toman en cuenta con sumo interés, pues el Experto del área es quien conoce en detalle los fundamentos particulares del tema a investigar y además proporciona la información principal para la base de hechos y la base de conocimiento como:

- Organización del conocimiento según un esquema conceptual
- Búsqueda de conceptos que representen el conocimiento del experto
- Identificación del flujo de información durante el proceso de resolución de problemas

2.4.3. FORMALIZACIÓN:

Se identifican los conceptos relevantes e importantes; El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos subproblemas es una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.

- Proceso de traducción de:
 - Conceptos clave
 - Subproblemas
 - Características del flujo de información
- Construcción de representaciones formales basadas en:
 - Herramientas de desarrollo
 - Esquemas de ingeniería del conocimiento

2.4.4. IMPLEMENTACIÓN:

Se formaliza el conocimiento obtenido del Experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación, implica:

- Formulación de reglas
- Formulación de estructuras de control
- Obtención de un prototipo
 - Permite comprobar si hemos conceptualizado bien el conocimiento del dominio
 - Permite comprobar si hemos formalizado bien el conocimiento del dominio

2.4.5. TESTEO:

Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose la performance del sistema. Además de:

- Evaluación del rendimiento del prototipo construido
- Identificación de anomalías en...
 - Base de conocimientos
 - Mecanismos de inferencia

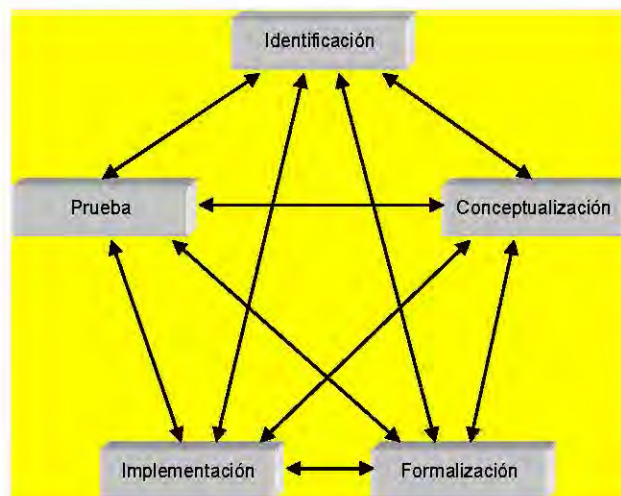


FIGURA 2.5, INTERRELACION DE FASES

Fuente: Moret, Mosqueira, Hernandez, (2012)

2.5. LÓGICA DIFUSA

La lógica difusa ha cobrado una fama grande por la variedad de sus aplicaciones, las cuales van desde el control de complejos procesos industriales, hasta el diseño de dispositivos artificiales de deducción automática, pasando por la construcción de artefactos electrónicos de uso doméstico y de entretenimiento, así como también de sistemas de diagnóstico. De hecho, desde hace ya, al menos, década y media, la expedición de patentes industriales de mecanismos basados en la lógica difusa tiene un crecimiento sumamente rápido en todas las naciones industrializadas del orbe. Se ha considerado de manera general que el concepto de lógica difusa apareció en 1965, en la Universidad de California en Berkeley, introducido por Lotfi A. Zadeh. Las lógicas difusas, pues de hecho hay que hablar de ellas en plural, son esencialmente lógicas multivaluadas que extienden a las lógicas clásicas. Estas últimas imponen a sus enunciados únicamente valores falso o verdadero. Bien que éstas han modelado satisfactoriamente a una gran parte del razonamiento “natural”, es cierto que el razonamiento humano utiliza valores de verdad que no necesariamente son “tan deterministas”. Por ejemplo, al calificar que “el cielo es azul” uno está tentado a graduar qué tan “azul”, en efecto, es el cielo, e igualmente, si “un vehículo se mueve rápido”, también se está obligado a considerar qué tan rápido es el vehículo, aunque esto último no implique necesariamente cuantificar la velocidad del vehículo con toda precisión.

Las lógicas difusas procuran crear aproximaciones matemáticas en la resolución de ciertos tipos de problemas. Pretenden producir resultados exactos a partir de datos imprecisos, por lo cual son particularmente útiles en aplicaciones electrónicas o computacionales. El adjetivo “difuso” aplicado a ellas se debe a que los valores de verdad no-deterministas utilizados en ellas tienen, por lo general, una connotación de incertidumbre. Un vaso medio lleno, independientemente de que también este medio vacío, no está lleno completamente ni está vacío completamente. Qué tan lleno puede estar es un elemento de incertidumbre, es decir, de difusidad, entendida esta última como una propiedad de indeterminismo. Ahora bien, los valores de verdad asumidos por enunciados aunque no son

deterministas, no necesariamente son desconocidos. Por otra parte, desde un punto de vista optimista, lo difuso puede entenderse como la posibilidad de asignar más valores de verdad a los enunciados que los clásicos “falso” o “verdadero”. Así pues, reiteramos, las lógicas difusas son tipos especiales de lógicas multivaluadas⁶.

Las lógicas difusas han tenido aplicaciones de suma relevancia en el procesamiento electrónico de datos. En determinadas áreas de conocimiento, a sus enunciados se les asocia valores de verdad que son grados de veracidad o falsedad, mucho más amplios que los meros “verdadero” y “falso”. En un sistema deductivo se distinguen enunciados “de entrada” y enunciados “de salida”. El objetivo de todo sistema manejador de una lógica difusa es describir los grados de los enunciados de salida en términos de los de entrada. Más aún, algunos sistemas son capaces de refinar los grados de veracidad de los enunciados de salida conforme se refinan los de los de entrada. Por estas propiedades es que ciertos sistemas de lógica difusa aparentan una labor de aprendizaje, y son excelentes mecanismos de control de procesos.

2.5.1. CONJUNTOS DIFUSOS

En los conjuntos difusos relajamos la restricción de que la función de pertenencia valga 0 ó 1, y dejamos que tome valores en el intervalo [0,1]. La necesidad de trabajar con conjuntos difusos surge de un hecho: hay conceptos que no tienen límites claros. Por ejemplo: ¿Una persona que mide 1.80 es alta? ¿Una temperatura de 15 grados es baja?. Vemos que, a diferencia de lo que ocurre en el caso de las frutas (no hay vaguedad, un alimento o bien es una fruta o bien no lo es), en otras situaciones nos vemos obligados a tratar con ella.

Llamaremos variable lingüística a aquella noción o concepto que vamos a calificar de forma difusa. Por ejemplo: la altura, la edad, el error, la variación del error... Le aplicamos el adjetivo "lingüística" porque definiremos sus características mediante el lenguaje hablado.

⁶ PASSINO and YURKOVICH, (1998)

Llamaremos universo de discurso al rango de valores que pueden tomar los elementos que poseen la propiedad expresada por la variable lingüística. En el caso de la variable lingüística 'altura de una persona normal', sería el conjunto de valores comprendido entre 1.4 y 2.3 m.

Llamamos valor lingüístico a las diferentes clasificaciones que efectuamos sobre la variable lingüística: en el caso de la altura, podríamos dividir el universo de discurso en los diferentes valores lingüísticos: por ejemplo bajo, mediano y alto.

Llamaremos conjunto difuso a un valor lingüístico junto a una función de pertenencia. El valor lingüístico es el "nombre" del conjunto, y la función de pertenencia se define como aquella aplicación que asocia a cada elemento del universo de discurso el grado con que pertenece al conjunto difuso. Decimos que un conjunto es nítido si su función de pertenencia toma valores en $\{0,1\}$, y difuso si toma valores en $[0,1]$.

Dado un conjunto difuso A , se define como alfa-corte de A , al conjunto de elementos que pertenecen al conjunto difuso A con grado mayor o igual que alfa, es decir:

$$A_{\alpha} = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

Se define como alfa corte estricto al conjunto de elementos con grado de pertenencia estrictamente mayor que alfa, es decir:

$$A_{\alpha} = \{x \in X \mid \mu_A(x) > \alpha\}$$

Se define como soporte de un conjunto difuso A , al conjunto nítido de elementos que tienen grado de pertenencia estrictamente mayor que 0, o sea, al alfa-corte estricto de nivel 0.

$$\text{Soporte}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) > 0\}$$

Se define como núcleo de un conjunto difuso A , al conjunto nítido de elementos que tienen grado de pertenencia 1. (alfa-corte de nivel 1)

$$\text{Núcleo}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\}$$

Se define la altura de un conjunto difuso A como el valor más grande de su función de pertenencia.

Se dice que un conjunto difuso está normalizado si y solo si su núcleo contiene algún elemento (o alternativamente, si su altura es 1), es decir:

$$\exists x \in X \mu_A(x) = 1$$

El elemento x de U para el cual $\mu_F(x) = 0.5$ se llama el punto de cruce.

Un conjunto difuso cuyo soporte es un único punto x de U y tal que la función de pertenencia de x es 1 (es decir, el soporte coincide con el núcleo y tienen un único punto) se llama un conjunto difuso unitario

Por Ejemplo:

Consideremos la variable lingüística “Altura de los seres humanos”, que toma valores en el universo de discurso $U = [1.4, 2.50]$. Vamos a hacer una clasificación difusa de los seres humanos en tres conjuntos difusos (o valores lingüísticos): bajos, medianos y altos, estos valores tendrán su correspondencia en cada una de las funciones matemáticas que determinaran su pertenencia en un rango de $[0,1]$ siendo el aceptado aquella función que como respuesta obtenida sea la que más se acerca al valor 1.

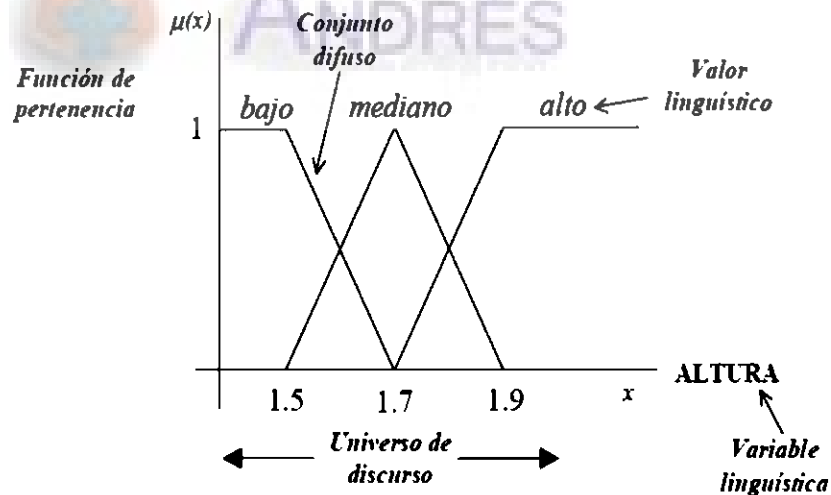


FIGURA 2.6, TRES CONJUNTOS DIFUSOS SOBRE LA VARIABLE LINGÜÍSTICA ALTURA

Fuente: DUARTE, Oscar (2010)

En esta ilustración se denotan 3 conjuntos difusos sobre la variable lingüística altura, cuyos valores lingüísticos asociados son bajo, mediano y alto respectivamente. Las funciones de pertenencia son de tipo L para bajo, Lambda o Triángulo para el mediano y Gamma para el alto. De este modo si Luis mide 1.80 metros, la lógica difusa nos dice que es un 0.2 mediano y un 0.8 alto. De este modo expresamos que mientras un elemento puede estar dentro de un determinado conjunto, puede no cumplir las especificaciones de dicho conjunto al cien por cien (por ejemplo, en el caso de Luis, a la vista del resultado podríamos afirmar que es poco mediano y más bien alto).

2.5.2. FUNCIONES DE PERTENENCIA

Aunque en principio cualquier función sería válida para definir conjuntos difusos, en la práctica hay ciertas funciones típicas que siempre se suelen usar, tanto por la facilidad de computación que su uso conlleva como por su estructura lógica para definir su valor lingüístico asociado. A la hora de determinar una función de pertenencia, normalmente se eligen funciones sencillas, para que los cálculos no sean complicados. En particular, en aplicaciones en distintos entornos, son muy utilizadas las funciones triangulares, gama y las trapezoidales:

2.5.2.1. FUNCIÓN TRIANGULAR

Definida mediante el límite inferior a , el superior b y el valor modal m , tal que $a < m < b$. La función no tiene porque ser simétrica.



FIGURA 2.7, FUNCION TRIANGULAR

Fuente: Jaramillo A., Patricia Ph. D (1999)

2.5.2.2. FUNCIÓN GAMA

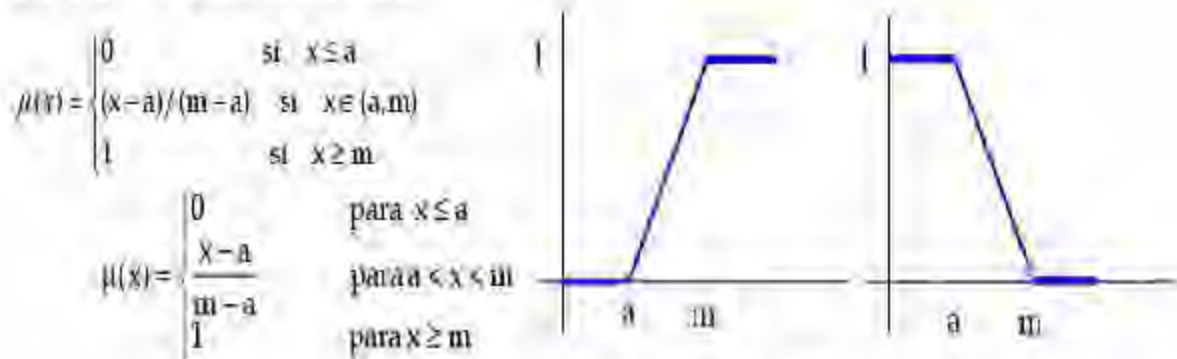


FIGURA 2.8, FUNCION GAMA

Fuente: Jaramillo A., Patricia Ph. D (1999)

2.5.2.3. FUNCIÓN TRAPEZOIDAL

Definida por sus límites inferior a , superior d , y los límites de soporte inferior b y superior c , tal que $a < b < c < d$.

En este caso, si los valores de b y c son iguales, se obtiene una función triangular



FIGURA 2.9, FUNCION GAMA

Fuente: Jaramillo A., Patricia Ph. D (1999)

Desde el punto de vista tecnológico, las lógicas difusas se encuadran en el área de la llamada Inteligencia Artificial y han dado origen a sistemas expertos de tipo difuso y a sistemas de control automático.

En esta tesis haremos énfasis en el carácter de las variables lingüísticas en la lógica difusa.

2.6. VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Las variables lingüísticas nos permiten la valoración de variables en términos lingüísticos, como por ejemplo, poco, mucho, suficiente, etc.

Son variables cuyos valores se representan mediante términos lingüísticos. El significado de estos términos se determina mediante conjuntos difusos:

- Proporcionan una transición gradual de estados
- Tienen capacidad para expresar y trabajar con observaciones y medidas de incertidumbre
- Por capturar medidas de incertidumbre son más ajustadas a la realidad que las variables nítidas

Pueden ser representadas por número difusos, que se definen por los siguientes elementos:

Una variable lingüística se caracteriza mediante: (v, T, X, g, m)

- V es el nombre de la variable
- T es el conjunto de términos lingüísticos de v
- X es el universo de discurso de la variable v
- g es una regla sintáctica para generar términos lingüísticos, y
- m es una regla semántica que asigna a cada término lingüístico t su significado $m(t)$ que es un conjunto difuso en X

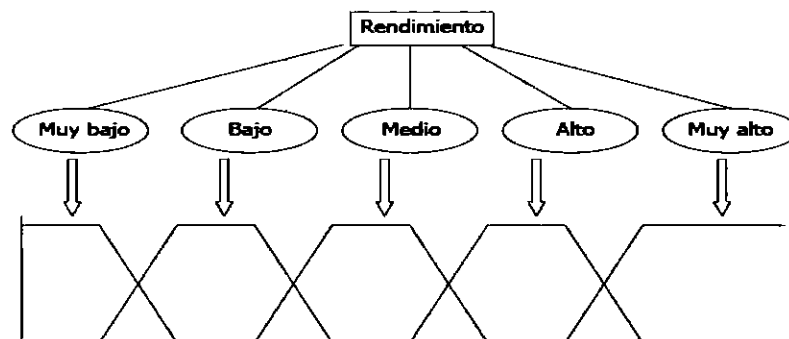


FIGURA 2.10 VARIABLES LINGÜÍSTICAS Y CONJUNTOS DIFUSOS

Fuente: Peña, (2005)

2.6.1. LÓGICA DIFUSA EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En Inteligencia artificial, la lógica difusa, o lógica borrosa se utiliza para la resolución de una variedad de problemas, principalmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general, la resolución la comprensión de datos. Los sistemas de lógica difusa están también muy extendidos en la tecnología cotidiana, por ejemplo en cámaras digitales, sistemas de aire acondicionado, lavarropas, etc. Los sistemas basados en lógica difusa imitan la forma en que toman decisiones los humanos, con la ventaja de ser mucho más rápidos. Estos sistemas son generalmente robustos y tolerantes a imprecisiones y ruidos en los datos de entrada. Algunos lenguajes de programación lógica que han incorporado la lógica difusa serían por ejemplo las diversas implementaciones de Fuzzy PROLOG o el lenguaje Fril entre otros.

Consiste en la aplicación de la lógica difusa con la intención de imitar el razonamiento humano en la programación de computadoras. Con la lógica convencional, las computadoras pueden manipular valores estrictamente duales, como verdadero/falso, sí/no o ligado/desligado. En la lógica difusa, se usan modelos matemáticos para representar nociones subjetivas, como caliente/tibio/frío, para valores concretos que puedan ser manipuladas por los ordenadores.

2.7. ENFERMEDADES DIARREICAS AGUDAS

Uno de los principales problemas asociados a la mayor gravedad de las enfermedades en niños menores de 5 años atendidos en los servicios de salud es la falta de conocimiento de los padres y otros responsables del cuidado de los niños al respecto de los signos de alarma que indican que el niño debe ser visto por un personal de salud. En muchos países se ha observado que aun cuando los servicios y el personal de salud están accesibles a la población, los niños enfermos no son llevados para ser atendidos por estos, sino que son tratados en el hogar con remedios caseros. En algunos casos, los niños también son vistos por curanderos y otro tipo de personal tradicional. El manejo de la enfermedad de

un niño en el hogar no es aconsejado siempre que las medidas de tratamiento que se apliquen no sean potencialmente nocivas y siempre que los padres o responsables del cuidado del niño conozcan y sepan identificar los signos de alarma para decidir que el niño debe ser atendido por un personal de salud. La demora en la consulta al servicio de salud puede provocar un agravamiento de la enfermedad, y puede requerir que el niño sea tratado en un hospital, o incluso puede provocar su muerte. Por esta razón es muy importante que la comunidad conozca los signos de alarma que debe observar en un niño cuando está enfermo para concurrir inmediatamente al servicio de salud en caso de que aparezcan.

Paradójicamente, no obstante los grandes avances en la comprensión de las causas de la enfermedad diarreica y en su tratamiento correcto, en la actualidad aún persiste una importante discrepancia entre expertos acerca de cómo definirla.

No hay una definición precisa y universalmente aceptada de lo que es un episodio de ENFERMEDADES DIARREICA AGUDAS.

El número de deposiciones hechas por una persona en un día depende de variadas circunstancias como son las características de la alimentación, la edad del paciente, el momento biológico y el momento patológico, las costumbres, el clima, para citar algunas. Cuando se dice que una persona tiene diarrea se entiende que sus evacuaciones contienen más agua de lo normal.

Por lo tanto: “Se define un CASO DE DIARREA como la eliminación de tres o más evacuaciones intestinales líquidas o blandas en un período de 24 horas”.

“Se considera DIARREA el aumento en la frecuencia de las evacuaciones intestinales o variaciones en su consistencia (más líquida, por ejemplo) comparada con lo que la madre considera normal”.

La anterior es una definición OPERACIONAL, reconociendo que es bastante complejo establecer cuál es la frecuencia y la consistencia consideradas normales de las heces de los humanos.

2.7.1. TIPOS DE DIARREA

Hay autores que clasifican el síndrome diarreico de tres formas, teniendo en cuenta el punto inmediatamente anterior:

2.7.1.1. SÍNDROME DIARREICO LEVE:

En estos enfermos no hay trastornos de la perfusión periférica. Por lo general éstos no presentan sepsis y no están deshidratados o bien la deshidratación que tienen sólo refiere un tratamiento rutinario con hidratación oral

2.7.1.2. SÍNDROME DIARREICO MODERADO

En estos casos el paciente se presenta una condición de intranquilidad, además de tener los ojos hundidos y hay alguna presencia de lágrimas en los ojos, la lengua está relativamente húmeda, presentando sed.

2.7.1.3. SÍNDROME DIARREICO GRAVE

El cuadro diarreico tiene que considerarse “grave” si el organismo utiliza mecanismos compensatorios de las funciones circulatorias aún tan elementales como la taquicardia y la taquipnea.

La “gravedad” se refiere a que hay inminencia de que se desarrolle choque o que éste ya está presente. Por tanto el diagnóstico de la gravedad de la diarrea no sólo debe depender de la cantidad de las pérdidas hídricas sino que debe apoyarse en valuaciones múltiples de parámetros básicos: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, estado de alerta, presión arterial, diuresis horaria, cifras de bicarbonato.

2.7.2. PLAN PREVENTIVO.

2.7.2.1. DIARREA SIN DESHIDRATACIÓN (PLAN A).

Cuando el médico ha establecido que su paciente tiene diarrea pero que no está deshidratado debe ordenar, previa instrucción a la familia, su manejo en casa, teniendo en cuenta lo que las OMS llama “REGLAS DE ORO” para evitar la

deshidratación y por ende la hospitalización y la complicación, reduciendo además de manera fácil y ágil los costos que implicarían otros tipos de conducción. Las “reglas de oro” son: Ofrecer y dar mayor cantidad de líquidos de lo que usualmente se le dan: Los niños necesitan tomar más líquidos para reemplazar los que se pierden por la diarrea, por los vómitos y por la fiebre. Para estos líquidos existen varias opciones que dependen de las costumbres, del conocimiento que el médico tenga del medio en que labora, de la colaboración y entendimiento de la familia.

2.7.2.2. (PLAN B). NIÑO CON DIARREA Y DESHIDRATACIÓN NO GRAVE

Para rehidratar esta categoría de pacientes se tiene que usar las SRO, en un período de 4 a 6 horas, pudiendo algunos rehidratarse en más o en menos tiempo.

El tratamiento debe ejecutarse en una Institución u Organismo de Salud donde se pueda disponer de un sitio para que esté cómodo el niño y su acompañante para poder ser observado de cerca y frecuentemente por parte del personal de enfermería y con la supervisión del médico. En este sentido podrían invocarse otras alternativas que pueden brindar iguales posibilidades.

Para calcular la cantidad de SRO a darle existen varias modalidades pero recomendamos la siguiente: Darle al niño lo que éste acepte a intervalos no mayores de media hora y durante un tiempo promedio de 4 a 6 horas. Las sales de rehidratación deben ofrecerse con taza y cuchara y sólo excepcionalmente con biberón. Si vomita seguido conviene esperar un poco (aproximadamente 10 minutos) para luego continuar ofreciéndole cantidades pequeñas a intervalos cortos.

Si tolera, se reanuda el Plan B, o sea, lo que reciba por lo menos cada media hora. No se aconseja un Plan B de más de 8 horas. Si el niño, una vez evaluado, no ha mejorado, debe ser reconsiderado y posiblemente pasado a un plan más agresivo. En cambio, si mejora, se contempla la posibilidad de enviarlo al domicilio con instrucciones muy precisas.

Durante el Plan B de observación cercana, si el niño manifiesta deseos de comer, hay que darle su alimentación y luego se prosigue con la rehidratación programada.

En este Plan B puede haber rechazo a las SRO por parte del paciente o de los familiares, cansancio porque ya se las mandaron en varias partes y el niño no mejora, pero tampoco hay signos de gravedad: Debe usarse en este punto una metodología más agresiva que la oral espontánea pero menos que la vía venosa, la sonda nasogástrica. Es un procedimiento sencillo, rápido pero que debe ser entendido, conocido y practicado tanto por médicos como por el personal de enfermería.

2.7.2.3. (PLAN C.) MANEJO DEL NIÑO CON DIARREA GRAVE Y SIGNOS DE DESHIDRATACIÓN ALTO.

El Plan C., combina, en general, la administración venosa de una solución polielectrolítica durante un tiempo que oscila entre 2 y 6 horas y que se complementa (si no hay contraindicación) con suministro de SRO en Plan B.

De acuerdo con la metodología transfusional que se siga se pueden usar varios tipos de soluciones o mezclas.

En su defecto se puede usar Solución Ringer Lactato (Hartmann) o prepararla de tal manera que quede con 90 miliequivalentes de Sodio y 20 de potasio. Se calcula la infusión a un tenor de 150 cc por kilos para 6 horas. La metodología de suministro venoso en deshidratación por diarrea y por otras causas es variada y caprichosa en nuestro medio. Lo que se necesita es que el médico general conozca a fondo qué deshidratados necesitan líquidos venosos, cuál es la metodología que él conoce en todas sus variantes y con qué cuenta para realizarla.



CAPITULO III

3. MARCO DE DESARROLLO

3.1. INTRODUCCION

En este capítulo desarrollaremos las bases para la construcción del sistema experto para el diagnóstico de EDAs, se plantean las variables lingüísticas con el uso de la lógica difusa que serán parte principal para la base de conocimiento y el motor de inferencia en base al método de singleton que reúne y unifica los resultados obtenidos por los valores de entrada y los conjuncia en una variable única para poder ser evaluada en la función de salida, así también se analizaran y formalizaran los conocimientos del experto humano (pediatra) estructurando la información para el uso en el sistema experto. Se usara la metodología Buchanan con sus respectivas etapas y el modelo para el desarrollo de un sistema experto:



FIGURA 3.1 METODOLOGÍA BUCHANAN Y EL MODELO DE DESARROLLO DE UN SE

FUENTE: Elaboración propia

3.1.1. IDENTIFICACIÓN

El proceso de identificación y adquisición seguido ha sido subdividido en diferentes perspectivas de profundización gradual, con las siguientes etapas:

1. Primeras reuniones para conceptos generales
2. Extracción de conocimientos (A partir de la documentación disponible, como por ejemplo, libros, conferencias, historias clínicas, etc.).
3. Deducción de conocimientos (A partir de los expertos)
 - Interrogatorios iniciales
 - Investigación profunda.

La Adquisición de conocimientos se comenzó con una serie de reuniones con los expertos, y posibles usuarios del Sistema Experto. Estas reuniones han servido para:

- Determinar los requisitos funcionales del Sistema Experto.

Lo que se describe a continuación, refleja la entrevista desarrollada con el objetivo de vislumbrar características esenciales para el sistema experto.

En las primeras reuniones se ha buscado describir conocimientos generales, así como afianzarse con la terminología del dominio.

El siguiente paso en el proceso de adquisición ha sido el estudio de la documentación existente. En este estudio se ha conseguido aprender sobre el dominio del problema, documentación referida a las enfermedades diarreicas agudas, lo cual ha permitido estudiar y asimilar conocimientos, que ha favorecido la interrelación con los expertos.

3.1.1.1. PREPARACIÓN DE ENTREVISTAS

Para desarrollar la tarea se ha seguido el siguiente ciclo para cada sesión:

a) Preparación de la sesión.

- Información a tratar.
- Amplitud, profundidad, etc.
- Técnica adecuada.
- Preparación de preguntas.

b) Sesión.

- Repaso del análisis.
- Explicación al experto de los objetivos.
- Evaluación de la sesión con el experto.
- Resumen y comentarios del experto.

c) Transcripción

d) Análisis de la Sesión.

- Extracción de conocimientos concretos.
- Lectura para recuperar detalles olvidados.

3.1.1.2. SESIONES DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Sesión 1: Primera Reunión con Expertos

- Información a tratar: primer acercamiento al problema.
- Amplitud y profundidad: Se trata de esclarecer la tarea que lleva adelante el experto, sin detallar casos específicos.
- Técnica adecuada: Entrevista no estructurada
- Preparación de Preguntas:
 - ¿En qué consiste la actividad que desarrolla el experto para diagnosticar EDA's?
 - ¿Cuántos tipos de EDA's se presentan comúnmente?
 - ¿Cómo se lleva a cabo la tarea de revisión del paciente?
 - ¿Qué es lo más relevante a tomar en cuenta en las EDA's?
 - ¿A qué debería estar abocada la tarea del sistema experto según su recomendación?
 - ¿Cuál es el mayor peligro de una EDA?

Transcripción de la Sesión 1

Sesión 1

Fecha: 07/04/12

Expertos: Dra. Elizabeth Arce Valdivia y Dra. Rosalía Huanca L.

Lugar: Centro Materno Infantil Santa María de los Ángeles "CMISMA"

IC: Alfredo Enrriquez

Técnica empleada: Cuestionario

Objetivos: Obtener conceptos básicos sobre el dominio y la tarea que debe realizar el SE para diagnósticos de EDA's en menores de cinco años.

¿En qué consiste la actividad que desarrolla el experto para diagnosticar EDA's?

- Nos basamos en los datos, es decir en los signos y síntomas que obtenemos de los padres del niño/a, las deposiciones líquidas, ojos hundidos, el pliegue positivo, la humedad de las mucosas orales y otros.

¿Cuántos tipos de EDA's se presentan comúnmente?

- Por lo general se evalúa la diarrea para saber cuánto tiempo tuvo diarrea, si tiene sangre en las heces para determinar si tiene disentería y lo más importante si hay signos de deshidratación y según esto se presentan tres que son leve, moderada y grave

¿Cómo se lleva a cabo la tarea de revisión del paciente?

- Se realiza en un ambiente bien iluminado preferentemente con luz natural y lo primero que se hace es observar, luego palpamos y auscultamos a nivel abdominal si hay hiperactividad

¿Qué es lo más relevante a tomar en cuenta en las EDA's?

- Las frecuencias y cantidad de las deposiciones líquidas del niño, sus características, su deshidratación, si existen vómitos

¿A qué debería estar abocada la tarea del sistema experto de diagnóstico de EDA's según su recomendación?

- Clasificar el tipo de EDA según sus signos y síntomas

¿Cuál es el mayor peligro de una EDA?

- La anamnesis respecto al tipo de evacuación, el número de las mismas, las referencias de sangre macroscópica en las heces o de pujo, ya orientan

respecto al carácter enterotoxigenico o enteroinvasivo de la infección y sobre todo al mayor peligro de la deshidratación

Análisis de la sesión

Conceptos educidos

REQUERIMIENTOS

CLASIFICACION

ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

Conocimientos obtenidos

REQUERIMIENTOS

Es la especificación de la información que se necesita para realizar determinadas tareas o funciones.

CLASIFICACION

Es una condición y/o especificación técnica u operativa respecto de los requerimientos y su forma de subdividir y categorizar los conceptos.

ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS

Identificación detallada de la información que se necesita para realizar determinadas tareas o funciones en nuestro caso para datos que servirán de entrada al SE

ANALISIS DE REQUERIMIENTOS

El estudio de los requerimientos especificados con el fin de sacar conclusiones, Pueden ser: semántica, consistencia, etc.

Evaluación de la sesión

Se obtuvieron los resultados esperados. Se concluye que el SE debe asistir al usuario en la clasificación de las enfermedades diarreicas agudas mediante el pedido de la información necesaria para tal fin, completando llegado el caso el diagnostico considerando los grados de deshidratación, pues las deposiciones

liquidas son notorias y no precisan mayores consideraciones y nos llevan a evaluar los grados de deshidratación.

CLASIFICACIÓN DE LA DIARREA

A todos los niños con diarrea se les clasifica según:

- Su estado de deshidratación
- El tiempo de duración de la diarrea
- Presencia de sangre en las heces

CLASIFICAR LA DESHIDRATACIÓN

Hay tres clasificaciones posibles para la deshidratación en un niño con diarrea

- Deshidratación grave
- Con deshidratación
- Sin deshidratación

Sesión 2: Segunda Reunión con Expertos

- Información a tratar: Identificación y especificación de las entradas para el SE
- Amplitud y profundidad: Se establecen características del problema tipo de tareas, subtareas, terminología médica y metas propuestas por la metodología Buchanan.
- Técnica adecuada: Entrevista estructurada
- Preparación de Preguntas:
 - De los casos en los que han trabajado, ¿Se mantiene un registro que permita obtener estudios históricos? En caso afirmativo, ¿Existe la posibilidad de utilizar dichos casos para evaluar el sistema?
 - Cuándo se lleva a cabo el análisis del paciente, al tomar decisiones, ¿Se utiliza sentido común?
 - ¿Cómo clasificaría los signos y síntomas mas relevantes a las EDA's?

- Los conocimientos necesarios están basados en conocimientos científicos públicos, o además, ¿Se requiere de cierta experiencia propia?
- Al realizar el análisis del paciente ¿Cómo cada signo o síntoma lo lleva a un posible grado de EDA?
- ¿Qué signos y síntomas son los más relevantes para diagnosticar el grado de deshidratación?
- ¿Qué manifestación clínica debería tomar en cuenta el sistema experto y por qué?
- Para analizar el dominio y establecer las preguntas del sistema experto ¿Se pueden clasificar de algún modo?

Transcripción de la Sesión 2

Sesión 2

Fecha: 21/04/12

Expertos: Dra. Elizabeth Arce Valdivia y Dra. Rosalía Huanca L.

Lugar: Centro Materno Infantil Santa María de los Ángeles "CMISMA"

IC: Alfredo Enríquez

Técnica empleada: Cuestionario

Objetivos: identificación de entradas del sistema y la obtención de las heurísticas del experto para dar solución al problema.

De los casos en los que han trabajado, ¿Se mantiene un registro que permita obtener estudios históricos?. En caso afirmativo, ¿Existe la posibilidad de utilizar dichos casos para evaluar el sistema?

- Si existen los documentos, en este caso las historias clínicas son un registro de cada paciente en cada consulta, estas historias podrían ser usadas para verificar las respuestas del sistema experto.

¿Qué manifestación clínica debería tomar en cuenta el sistema experto y por qué?

- La deshidratación de diversos grados, hasta el choque hipovolémico, según tipo, frecuencia y volumen del flujo evacuatorio, porque debe ser lo primero a observar y analizar en un niño y es lo más peligro conlleva.

Cuándo se lleva a cabo el análisis del paciente, al tomar decisiones, ¿Se utiliza sentido común?

- Se utilizan los diferentes niveles de tratamiento para el paciente especificados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) y se decide según el grado en que se presente cada signo o síntoma, se clasifica la diarrea según sus cuadros de clasificación que indican su estado de deshidratación, el tiempo de duración de la diarrea, presencia de sangre en las heces

¿Qué signos y síntomas clasificarían como claves para determinar las EDA's según el grado de deshidratación?

- Siguiendo las recomendaciones del AIEPI (Atención Integrada de Enfermedades Prevalentes de la Infancia) deben buscarse la condición de general de alerta o nivel de conciencia del niño, la capacidad de beber, el grado de humedad de las mucosas bucales, explorar el signo del pliegue presencia/ausencia de lágrimas ante el llanto del paciente y si el niño es capaz de beber o bebe mal los líquidos.

Al realizar el análisis del paciente ¿Cómo cada signo o síntoma lo lleva a un posible grado de EDA?

- Hay que observar el grado como se presenta cada signo o síntoma, es decir según la intensidad o ausencia en que se presente el síntoma será posible catalogarlo a uno de los cuadros de deshidratación y así recomendar un tratamiento según los ya establecidos por las instituciones reguladoras

Para analizar el dominio y establecer las preguntas del sistema experto ¿Se pueden clasificar de algún modo?

- Es posible establecer una catalogación de niveles de presencia de un signo o síntoma en el caso del estado o condición del niño podemos clasificar el estado o nivel de conciencia en: alerta, medianamente alerta y no alerta o en estado comatoso, si el niño no muestra estado de deshidratación entonces se encontrara alerta a todo lo que sucede a su alrededor, pero si el niño se muestra intranquilo/irritable, entonces presentara algún signo de deshidratación y su nivel de conciencia será medianamente alerta, si el niño se encuentra comatoso entonces no mostrara ningún signo de alerta lo cual implicaría que tiene un grado de deshidratación grave. Con respecto a los ojos podrían presentar tres estados: ojos normales, hundidos y muy hundidos cada uno según el grado de deshidratación que tenga el niño, la presencia de lágrimas también pueden dividirse en estados: presencia normal de lágrimas al presentarse llanto implica que el grado de deshidratación es leve, presencia de pocas lágrimas al presentarse llanto coloca al niño en un nivel de deshidratación moderada, y la ausencia de lágrimas coloca al niño en un grado de deshidratación grave, en cuanto a la humedad de la boca y la lengua también el posible apreciar estados: lengua y boca húmedas, lengua y boca secas y lengua y boca muy secas, la sed muestra también tres estados en los cuales se pueden clasificar, si tiene sed normal, es decir que si se le ofrece liquido el niño lo toma sin problemas ni rechazo, sediento cuando el grado de sed es más elevado y bebe ávidamente los líquidos, cuando el niño está muy sediento pero no puede beber por su estado grave de deshidratación y además su estado general tiende al choque y la inconciencia se considerara que el niño está en un grado de deshidratación grave, el signo del pliegue presenta un comportamiento que es posible clasificar según el grado en que demora en desaparecer: desaparece rápido, desaparece lento, desaparece muy lentamente, cuanto más demore en desaparecer el signo del pliegue el estado de deshidratación del niño será mayor.

Análisis de la sesión

Conceptos educidos

ENTRADAS DEL SISTEMA
PROCESO DE INFERENCIA
DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS (SALIDAS)

Conocimientos obtenidos

ENTRADAS DEL SISTEMA

Contiene los datos de entrada al sistema para el diagnóstico del problema de diagnosticar EDA con el objeto de poder justificar los pasos que sean necesarios para inferir el resultado

PROCESO DE INFERENCIA

El conocimiento inicial se genera a partir de los hechos representados, que al ser manipulados por los procesos de inferencia producen nuevos elementos y actualizan otros, generando una respuesta, la inferencia se realiza por “pareamiento de patrones”; o la activación de las reglas de las bases de conocimientos y es determinada por las reglas almacenados en la base de hechos

DIAGNÓSTICO Y RESULTADOS (SALIDAS)

Encontrar los resultados que generan la salida inferida. Describe la solución al problema. En función de los elementos de los distintos dominios de que se dispone se deducen de ellas nuevos estados en el proceso de resolución. Deduce a la vez nuevos valores de salida para elementos de distintos dominios.

Evaluación de la sesión

Se obtuvieron resultados referidos a las variables de entrada a ser utilizadas en el SE así como su clasificación y los grados de cada una de ellas estableciendo una jerarquía por niveles según su incidencia en la enfermedad diarreica aguda, se establecieron las salidas que debe proporcionar el SE como resultado del proceso de inferencia adecuado a la heurística usada por los expertos y la recomendada en la bibliografía encontrada y las recomendaciones de los organismos reguladores en salud, además se pueden cuenta con datos históricos que servirán para el proceso de evaluación de los resultados presentados por el SE.

3.1.2. CONCEPTUALIZACIÓN

La conceptualización constituye la segunda etapa de la segunda fase de la Metodología Buchanan, la cual consiste básicamente en el entendimiento del dominio del problema y de la terminología usada, como así también la modelización de la tarea que lleva a cabo el experto a la hora de resolver el problema.

Esta etapa permite conformar un marco inicial o mapa mental de los diferentes conocimientos del dominio que el experto utiliza durante la realización de su tarea. Una vez que ha sido identificado el dominio, el siguiente paso consiste en estructurar los conocimientos para modelar el comportamiento del experto en la solución del problema que son de su competencia en este caso el diagnóstico de la gravedad del estado diarreico del paciente y el nivel de deshidratación que a su vez implica la gravedad de la EDA.

La conceptualización conlleva un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos y, se desarrolla en una etapa que corresponde con una actividad de Análisis y, la de un trabajo de Síntesis.

Usamos las redes semánticas porque proporcionan la estructura básica para la organización del conocimiento, el conocimiento es una simple colección de hechos inconexos o conexos, con o sin dirección. Con ellas, el conocimiento es una estructura cohesiva a partir de la cual puede inferirse conocimiento adicional.



FIGURA 3.2 ESQUEMA DE ATRIBUTOS DE LAS EDA's

FUENTE: Elaboración propia

En el tercer paso, en el ciclo de deducción de conocimientos se ha obtenido los conocimientos genuinamente privados de los expertos. La deducción es,

especialmente, el proceso de interacción con un experto humano con el propósito de construir un SE. El proceso de deducción puede dividirse en dos etapas fundamentales: el interrogatorio inicial, y la investigación profunda. En el interrogatorio inicial se ha tratado de obtener una visión general de alto nivel del dominio, donde se ha comprendido el alcance del dominio; la tarea de los expertos y el entorno de la tarea.

En el proceso de investigación profunda se ha tratado de obtener una visión de muy bajo nivel del dominio, donde se llega a comprender el verdadero proceso de diagnóstico de EDA's que desempeñan los expertos.



FIGURA 3.3 PROCESO DE DIAGNOSTICO DE EDA's

FUENTE: Elaboración propia

Es parte importante para el desarrollo del sistema experto la participación de médicos que atienden consultas con niños menores de 5 años considerando en ellos la experiencia en la atención de enfermedades diarreicas agudas, será

necesario establecer las variables de signos y síntomas referentes a las EDAs y la incidencia de cada signo o síntoma en la gravedad de las EDAs junto al experto médico pediatra. Se considera para el desarrollo del trabajo el uso del lenguaje de programación Visual Studio 2010 pues ofrece ventajas importantes para su construcción.

Según los expertos consultados las EDA's pueden clasificarse y tratarse en tres niveles importantes contemplando los diferentes planes de tratamiento según la gravedad de la enfermedad diarreica, así también lo muestran los datos estadísticos del sistema de salud boliviano referido a episodios de EDAs en menores de 5 años

Tabla 3.1.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	Plan A	Plan B	Plan C	TOTAL CASOS
BOLIVIA	235.429,00	60.351,00	10.032,00	305.812,00
CHUQUISACA	30.330,00	6.660,00	820	37.810,00
LA PAZ	42.246,00	9.508,00	1.514,00	53.268,00
COCHABAMBA	32.838,00	6.239,00	1.423,00	40.500,00
ORURO	10.425,00	4.070,00	514	15.009,00
POTOSI	35.258,00	7.511,00	653	43.422,00
TARIJA	9.487,00	2.891,00	365	12.743,00
SANTA CRUZ	62.175,00	14.882,00	3.838,00	80.895,00
BENI	11.457,00	7.995,00	804	20.256,00
PANDO	1.213,00	595	101	1.909,00

BOLIVIA EPISODIOS DE DIARREA EN MENORES DE 5 AÑOS

FUENTE: INE - SISTEMA NACIONAL DE INFORMACIÓN EN SALUD (SNIS-2007)

Plan A: Para pacientes con enfermedad diarreica sin deshidratación o deshidratación leve con atención en el hogar:

- Continuar con la alimentación habitual.
- Aumentar la ingesta de los líquidos de uso regular en el hogar así como Vida Suero Oral
- Capacitar a la madre para reconocer los signos de deshidratación y otros de alarma por enfermedades diarreicas: (sed intensa, poca ingesta

de líquidos y alimentos, numerosas heces líquidas, fiebre, vómito y sangre en las evacuaciones), con el propósito de que acuda nuevamente a solicitar atención médica en forma oportuna.

Plan B: Para pacientes con diarrea y deshidratación moderada con atención en la unidad de salud:

Administrar Vida Suero Oral 100 ml por kilogramo de peso, en dosis fraccionadas cada 30 minutos durante cuatro horas.

- Si el paciente presenta vómito, esperar 10 minutos e intentar otra vez la hidratación oral, más lentamente.
- Al mejorar el estado de hidratación, pasar al Plan A. caso contrario, repetir el Plan B por otras cuatro horas, de no existir mejoría pasar al Plan C.
- Si los vómitos persisten, existe rechazo al Vida Suero Oral, o gasto fecal elevado (más de 10 g/kg/hora o más de tres evacuaciones por hora) se hidratará con sonda nasogástrica, a razón de 20 a 30 ml de Vida Suero Oral por kilogramo de peso, por hora.

Plan C: Para pacientes con choque hipovolémico por deshidratación grave: Inicie inmediatamente administración de líquidos por vía intravenosa, con solución Hartmann; si no se encuentra disponible, use solución salina isotónica al 0.9.

Ahora, según los signos y síntomas que presente el paciente es posible clasificar las EDAs en los niveles que ameriten un tratamiento según los planes establecidos por el sistema de salud, tomando muy en cuenta el estado de hidratación del paciente para lo cual se observa según las recomendaciones del AIEPI buscando cuatro signos claves: Estado General del niño o nivel de conciencia, enoftalmos, capacidad para beber y signos del pliegue, el siguiente cuadro resume la evaluación del estado de hidratación del niño que permite clasificar el estado de hidratación y decidir qué plan se maneja para el niño con diarrea.

Tabla 3.2.

1.- OBSERVE Condición (estado General) Ojos Lagrimas Boca y lengua Sed	Bien Alerta Normales Presentes Húmedas Bebe Normal	Intranquilo Hundidos Presentes en poca cantidad Secas Sediento (bebe rápido y ávidamente)	Comatoso Muy hundidos Ausentes Muy secas Bebe Mal (no es capaz de beber)
2.- EXPLORE: Signo del pliegue	Desaparece rápidamente	Desaparece Lentamente	Desaparece muy lentamente
3.- DECIDA:	Tiene deshidratación leve	Tiene deshidratación moderada	Tiene deshidratación grave
4.- TRATE:	Use plan A	Use Plan B	Use Plan C

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE DESHIDRATACION

Fuente: UMSA Libro de la cátedra de pediatría 2009

Los expertos también categorizan a las EDAs como: EDA sin deshidratación, EDA con deshidratación y EDA con deshidratación grave

3.1.3. FORMALIZACIÓN

La etapa de formalización tiene como objetivo expresar los conocimientos sobre el problema y su resolución en estructuras que puedan ser utilizadas por una computadora.

Las distintas estructuras que permiten expresar formalmente los conocimientos de un dominio reciben el nombre de formalismos de representación. A los mecanismos de razonamiento de propósito general, independiente del dominio, que llevan adelante su razonamiento con dichas estructuras para resolver el problema se las llama motores de inferencia.

Todos estos elementos se combinan en un modelo formalizado, que es una representación formal o computable de los conocimientos y condiciones del experto. Para que un modelo formalizado sea totalmente computable necesita de un modelo implementado, formado por una base de conocimientos, un motor de inferencia y una estrategia de control.

El formalismo de representación elegido para el presente proyecto está basado al uso de la lógica difusa y a la implementación de funciones de pertenencia a cada conjunto de estados en los que pueda presentarse un signo o síntoma en las EDA's para menores de 5 años.

Los sistemas de producción están formados por una base de hechos, una base de reglas y la estrategia de control. La base de hechos o memoria de trabajo almacena información sobre la tarea y las metas a alcanzar. La base de reglas está formada por un conjunto de reglas o producciones que presentan la forma SI-ENTONCES. La parte SI se llama antecedente y representa una lista de conocimientos a verificar. La parte ENTONCES se llama consecuente y representa las acciones a realizar si los antecedentes son ciertos. Las acciones incluyen o excluyen datos de la base de hechos, solicitan datos al usuario o bien se los proporcionan.

La estructura de las redes semánticas se muestra en nodos y arcos o vínculos que los conectan es por eso que proporcionan la estructura básica para la organización del conocimiento pues es una forma también de representar la memoria y la comprensión del lenguaje del ser humano.



FIGURA 3.4 RED SEMÁNTICA DE SIGNOS/SINTOMAS DE EDA
FUENTE: Elaboración propia

3.1.3.1. BASE DE HECHOS

Este alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea tratar con la ayuda del modelo difuso, la base de hechos dispone de los signos y síntomas de las EDAs.

La base de hechos está constituida por el conocimiento concreto, el cual a su vez está constituido por los síntomas particulares y su nivel según el grado en que la enfermedad se presente en el paciente, tomaremos como ejemplo algunos razonamientos obtenidos de la atención al paciente:

Ejemplo 1: Niño de 6 meses de edad se presenta con un nivel de conciencia normal (nivel de inconciencia bajo), presenta sed normal (nivel de sed bajo), con signo de pliegue (-)⁷ presenta mucosas hidratadas (grado de humedad de boca y lengua altos) ojos hundidos (nivel medio de hundimiento de ojos), entonces Dx. (EDA S/D leve)

Ejemplo 2: Paciente 3 años presenta mucosas semi hidratadas (nivel medio de humedad en boca y lengua) y hundimiento de ojos (nivel medio de hundimiento de ojos), hay llanto pero poca presencia de lágrimas (nivel medio de presencia de lágrimas), esta sediento (nivel medio de sed), signo del pliegue (++), entonces Dx. (EDA C/D Moderada)

Ejemplo 3: Lactante en estado comatoso (nivel de inconciencia alto), y ojos muy hundidos (signo clave, además nivel alto de hundimiento de ojos), sin presencia de lágrimas (nivel alto de ausencia de lágrimas), mucosas muy secas (nivel alto de sequedad de boca y lengua), no es capaz de beber (signo clave y nivel de sed alto) signo del pliegue (+++), entonces Dx. (EDA C/D Grave)

Como resultado de la observación por el experto médico, se obtienen una serie de datos que deben ser traducidas de forma que puedan ser introducidas al sistema para de esta manera obtener una conclusión

Hechos obtenidos de los ejemplos:

⁷ El nivel signo del pliegue será representado por (-) rápido, (++) lento, (+++) muy lento

Hecho 1: El paciente presenta un grado de inconciencia {Bajo, Medio, Alto}

Hecho 2: El paciente presenta un grado de hundimiento de ojos {Bajo, Medio, Alto}

Hecho 3: El paciente presenta un grado de ausencia de lágrimas {Bajo, Medio, Alto}

Hecho 4: El paciente presenta un grado de sequedad de boca y lengua {Bajo, Medio, Alto}

Hecho 5: El paciente presenta un grado de sed {Bajo, Medio, Alto}

Hecho 6: El paciente presenta signo del pliegue {Rápido, Lento, Muy Lento}

El siguiente cuadro muestra la relación de los signos/síntomas relativos a las EDA's definiendo las variables para este tipo de enfermedades.

Tabla 3.3.

SIGNOS/SÍNTOMAS	VARIABLES
Condición (estado General o grado de inconciencia)	GIC
Ojos (grado de hundimiento)	GHO
Lagrimas (Grado de ausencia y cantidad de lágrimas)	GAL
Boca y lengua (grado de sequedad)	GSBL
Sed (grado de sed)	GS
Signo del Pliegue (tiempo)	SP

VARIABLES PARA SIGNOS Y SÍNTOMAS

Fuente: Elaboración propia

Para cada síntoma (variable lingüística) se establecieron tres valores lingüísticos bajo, medio y alto) y de acuerdo a la información de un experto (médico especialista) se generaron las tablas que conforman la base de hechos que serán consultadas para obtener, mediante el empleo de la lógica difusa, los distintos diagnósticos con grados de pertenencia entre 0 y 1, siendo el diagnóstico con grado de pertenencia más cercano a 1 el más acertado.

Tabla 3.4.

	GIC	GHO	GAL	GSBL	GS	SP (seg.)
EDA leve S/D	11	12	10	11	16	1
EDA moderada C/D	53	51	69	54	55	2,5
EDA grave C/DG	88	87	80	98	81	4,5

BASE DE HECHOS DE SIGNOS Y SÍNTOMAS EN % Y TIEMPO

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. FUZZIFICACIÓN

Formalizamos las variables lingüísticas con el uso de la lógica difusa

V= GIC (grado de inconciencia)

T(GIC)= {bajo, medio, alto}

X=[0,1]

G: Bajo $\mu_A(x) =$

Medio $\mu_A(x) =$

$$\left. \begin{array}{l} 1, \quad \text{si } 0 < x < 10 \\ \frac{50-x}{40}, \quad \text{si } 10 \leq x \leq 50 \\ 0, \quad \text{si } x \leq 10 \\ \frac{x-10}{40}, \quad \text{si } 10 \leq x \leq 50 \\ \frac{90-x}{40}, \quad \text{si } 50 < x \leq 90 \\ 0, \quad \text{si } x \geq 90 \end{array} \right\}$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } (x < 50) \\ \frac{x-50}{40}, & \text{si } 50 \leq x \leq 90 \\ 1, & \text{si } 90 < x \end{cases}$$



FIGURA 3.5. FUNCIONES DE GRADOS DE INCONCIENCIA

Fuente: Elaboración propia

De manera similar se usaran las mismas funciones de pertenencia para las otras variables pues cada una se comporta y le corresponde el mismo valor lingüístico de {bajo, medio, alto}:

V= GHO (Grado de hundimiento de ojos)

T(GHO) {bajo, medio, alto}

X=[0,1]



FIGURA 3.6. FUNCIONES DE GRADOS DE HUNDIMIENTO DE OJOS

Fuente: Elaboración propia

$V = \text{GAL}$ (Grados de ausencia de lágrimas)

$T(\text{GAL}) = \{\text{bajo, medio, alto}\}$

$X = [0, 1]$

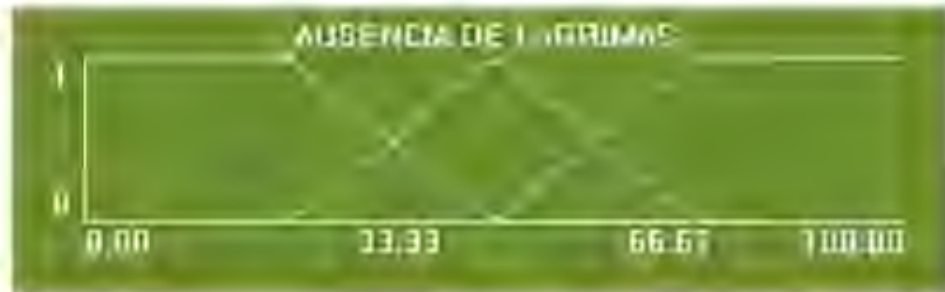


FIGURA 3.7. FUNCIONES DE GRADOS DE AUSENCIA DE LAGRIMAS

Fuente: Elaboración propia

$V = \text{GSBL}$ (Grado de sequedad de la boca y lengua)

$T(\text{GSBL}) = \{\text{bajo, medio, alto}\}$

$X = [0, 1]$



FIGURA 3.8. FUNCIONES DE GRADOS DE SEQUEDAD DE BOCA Y LENGUA

Fuente: Elaboración propia

$V = \text{GS}$ (Grados de sed)

$T(\text{GS}) = \{\text{bajo, medio, alto}\}$

$X = [0, 1]$



FIGURA 3.9. FUNCIONES DE GRADOS DE SED

Fuente: Elaboración propia

Para el signo del pliegue se proponen otras funciones de pertenencia pues esta es medible por el tiempo lo cual implica usar otras escalas correspondientes a los ámbitos en los cuales se presentan.

V= SP (signo del pliegue)

T(SP) (rápido, lento, muy lento)

X=[0,5] segundos

G: Rapido

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } 0 < x < 1 \\ \frac{2-x}{1}, & \text{si } 1 \leq x \leq 2 \end{cases}$$

Lento

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } (x < 1) \text{ ó } (x > 4) \\ \frac{x-1}{1}, & \text{si } 1 \leq x \leq 2 \\ 1, & \text{si } 2 < x < 3 \\ \frac{4-x}{1}, & \text{si } 3 \leq x \leq 4 \end{cases}$$

Muy Lento

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } (x < 4) \\ \frac{x-3}{1}, & \text{si } 3 \leq x \leq 4 \\ 1, & \text{si } 4 < x \end{cases}$$



FIGURA 3.10. FUNCIONES DE SIGNOS DEL PLIEGUE

Fuente: Elaboración propia

A partir de los resultados obtenidos en las variables de entrada, las respuestas correspondientes a cada variable estarán evaluadas en las funciones de pertenencia de cada una respectivamente dando como resultado un valor que se encuentra en el intervalo $[0,1]$ y todos estos resultados formarán parte del vector de entrada

El cual nos permite establecer un conjunto de salida que corresponderá a una función de pertenencia al estado de deshidratación y por consiguiente la probabilidad de pertenecer a un nivel de EDA para su correspondiente tratamiento según el diagnóstico $[D1, D2, D3]$

Cada paciente niño/niña puede presentar un grado de deshidratación donde tenemos:

- EDA leve sin deshidratación
- EDA moderada con deshidratación,
- EDA grave con deshidratación grave.

3.1.3.3. MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es el corazón de todo sistema experto. La tarea principal de esta componente es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos. En nuestro caso el diagnóstico médico, los síntomas de un paciente (datos)

son analizados a la luz de los síntomas y las enfermedades y de sus relaciones (conocimiento).

El motor de inferencia es también responsable de la propagación de este conocimiento incierto. De hecho, en los sistemas expertos basados en probabilidad, la propagación de incertidumbre es la tarea principal del motor de inferencia, que permite sacar conclusiones bajo incertidumbre.

Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar basadas en conocimiento determinista o conocimiento probabilístico. En la presente investigación la lógica difusa se usa una base de hechos probabilístico y funciones de pertenencia probabilísticos para llegar a una conclusión con la ayuda del método de singleton que calcula los centroides de las funciones de pertenencia evaluadas logrando un motor de inferencia matemático para la inferencia y concreción de los procesos.

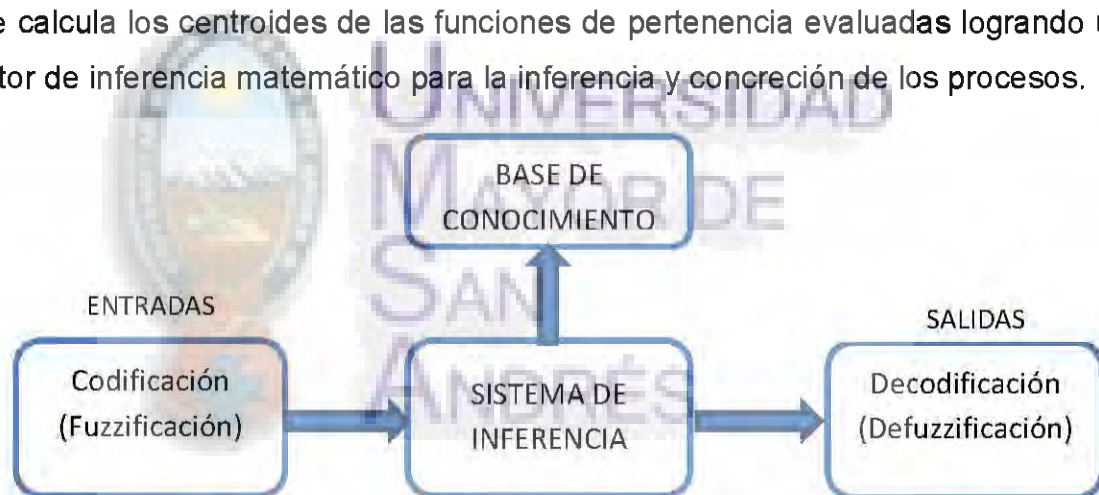


FIGURA 3.11. SISTEMA DE INFERENCIA EN LÓGICA DIFUSA

Fuente: Pedrycz, 1993; Yager, Filev, 1994

La Interfaz de fuzzificación transforma las variables de entrada en variables difusas usando las funciones de pertenencia correspondientes a cada conjunto difuso. Para esta interfaz se deben tener definidos los rangos de variación de las variables de entrada y los conjuntos difusos asociados con sus respectivas funciones de pertenencia.

La Base de conocimientos contiene las reglas lingüísticas del control y la información referente a las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos.

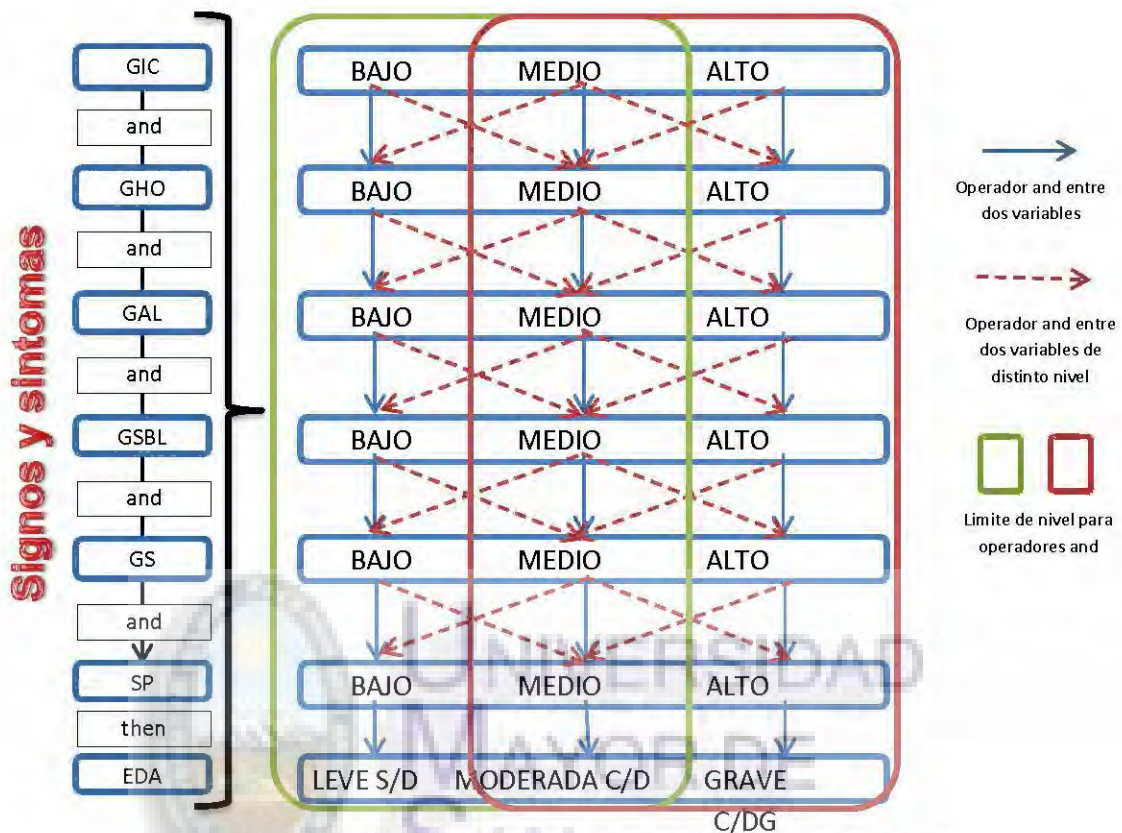


FIGURA 3.12. ARBOL DE OPERADORES AND

Fuente: Elaboración propia

El Motor de inferencia realiza la tarea de calcular las variables de salida a partir de las variables de entrada, mediante las reglas del controlador y la inferencia difusa, entregando conjuntos difusos de salida.

Interfaz de defusificación obtiene una salida global difusa a partir de la agregación de las salidas difusas y realiza la defusificación.

Lo anterior nos permite elaborar otro esquema donde se evalúan los grados de cada signo/síntoma y su incidencia en la enfermedad mostrando además el flujo de las entradas, su fusificación, el motor de inferencia y la evaluación de la salida para obtener un resultado que muestre el grado de EDA a diagnosticar.

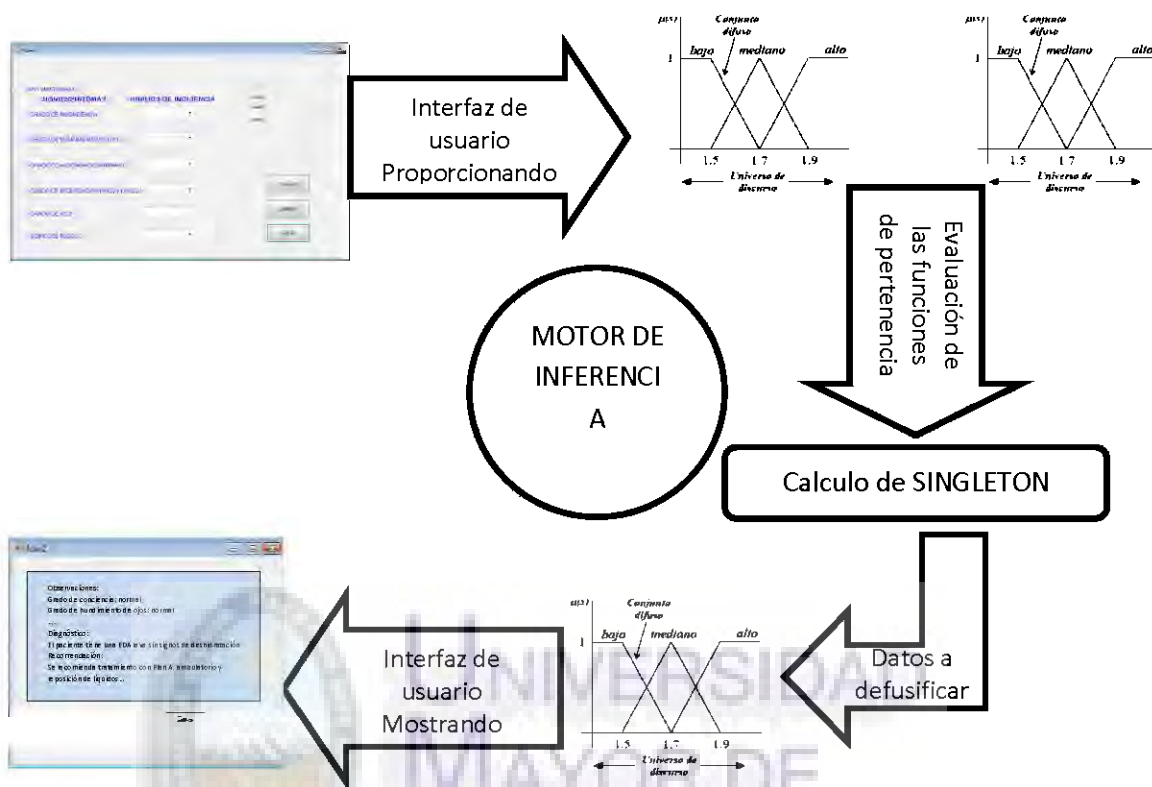


FIGURA 3.13. PROCESOS DEL SE PARA DIAGNOSTICO de EDA's

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.4. DEFUZZIFICACIÓN

El resultado final del sistema difuso es la determinación de un valor de salidas real la cual es usada cuando se desea convertir la salida en un valor puntual numérico. Para realizar la defuzzificación del conjunto de salida temporal se usa el método de singleton el cual consiste en calcular un promedio de los centriodos de las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos utilizadas, para luego ser evaluada en la función de salida de grados de EDA lo cual implica defuzzificar el dato difuso para tener un resultado real:

$$X = \frac{C_{GIC} * \mu_{GIC} + C_{GHO} * \mu_{GHO} + C_{GAL} * \mu_{GAL} + C_{GSBL} * \mu_{GSBL} + C_{GS} * \mu_{GS} + C_{SP} * \mu_{SP}}{\mu_{GIC} + \mu_{GHO} + \mu_{GAL} + \mu_{GSBL} + \mu_{GS} + \mu_{SP}}$$

FIGURA 3.14. MÉTODO DE SINGLETON PARA EL SE

Fuente: Elaboración propia

$V = D$ (Diagnostico EDA)

$T(D) = \{\text{Leve, Moderado, Grave}\}$

$X = [0, 1]$

G: Leve $\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{si } 0 \leq x < 10 \\ \frac{50-x}{40}, & \text{si } 10 \leq x \leq 50 \end{cases}$

Moderado $\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq 10 \\ \frac{x-10}{40}, & \text{si } 10 \leq x \leq 50 \\ \frac{90-x}{40}, & \text{si } 50 < x \leq 90 \\ 0, & \text{si } x \geq 90 \end{cases}$

Grave $\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } (x < 50) \\ \frac{x-50}{40}, & \text{si } 50 \leq x \leq 90 \\ 1, & \text{si } 90 < x \end{cases}$



FIGURA 3.15. FUNCIONES DE SALIDA DE GRADOS DE EDA

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. IMPLEMENTACIÓN

Para comprender el funcionamiento de la inferencia que realiza el SE, suponga que el usuario, en la consulta que está realizando, introduce en el SE el valor lingüístico **medio** para el síntoma GAL. Al evaluar el grado de pertenencia que la incidencia de este síntoma tiene en el diagnóstico denominado EDA Moderada C/D (69), se observa (ver figura 3.16) que alcanza un grado de pertenencia de 0.525, mientras que la incidencia de ese mismo síntoma en el diagnóstico denominado EDA Grave C/D (80) tiene un grado de pertenencia relativamente bajo, ya que apenas alcanza el valor de 0.25.

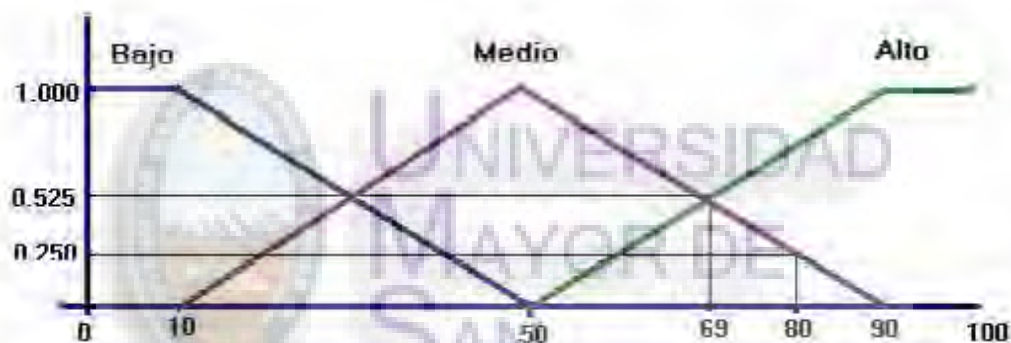


FIGURA 3.16 EJEMPLO DE EVALUACIÓN EN LA FUNCIÓN DE PERTENENCIA

Fuente: Elaboración propia

Lo anterior quiere decir que si el síntoma GAL se presenta en determinado paciente con una intensidad catalogada como media, existe una mayor posibilidad de que padezca de EDA Moderada C/D que cualquiera de los otros diagnósticos que aparecen en la tabla. Sin embargo, el resultado definitivo dependerá de la incidencia de los otros síntomas y de las operaciones realizadas en el método de singleton y la correspondiente evaluación en la función de salida de grados de EDA el cual será la respuesta definitiva a la consulta en el SE basado en lógica difusa.

La figura 3.17 muestra la interface con el usuario del prototipo SEDE. Se puede apreciar que para el diagnóstico de enfermedades diarreicas agudas, se

consideraron seis signos y síntomas que son considerados clave por los expertos, dependiendo el diagnóstico del grado de incidencia con que cada signo y/o síntoma se presente.

Para cada síntoma (variable lingüística) se establecieron tres valores lingüísticos bajo, medio y alto) y de acuerdo a la información de un experto (médico pediatra) se generaron las tablas que conforman la base de hechos que serán consultadas para obtener, mediante el empleo de la lógica difusa mediante sus funciones de pertenencia, tendremos diagnósticos con grados de pertenencia entre 0 y 1, siendo el diagnóstico con grado de pertenencia más cercano a 1 el más acertado.

The screenshot shows a web application window titled 'Form1'. The interface is divided into two main sections: 'SIGNOS/SINTOMAS' and 'GRADOS DE INCIDENCIA'. Under 'SIGNOS/SINTOMAS', there are six rows, each with a label and a corresponding image: 'GRADO DE INCONCIENCIA' (image of a sleeping baby), 'GRADO DE HUNDIMIENTO DE OJOS' (image of a baby's face), 'GRADO DE AUSENCIA DE LAGRIMAS' (image of a baby's face), 'GRADO DE SEQUEDEDAD DE BOCA Y LENGUA' (image of a mouth), 'GRADO DE SED' (image of a glass of water and a cartoon character), and 'SIGNO DEL PLIEGUE' (image of a hand). Each row has a '[Seleccionar]' dropdown menu. To the right of the dropdowns are three buttons: 'EVALUAR', 'LIMPIAR', and 'SALIR'. The background of the interface features a large, faint watermark of the 'UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS' logo.

FIGURA 3.17. INTERFACE DE USUARIO

Fuente: Elaboración propia

El sistema provee al usuario de la información necesaria para poder elegir entre las opciones por grado de incidencia de cada signo/síntoma y así obtener un resultado confiable

FIGURA 3.18. INFORMACION DE AYUDA AL USUARIO POR SINTOMATOLOGIA

Fuente: Elaboración propia

El Sistema Experto evalúa los datos introducidos por el usuario y muestra los resultados en un diagnóstico y recomendaciones según el grado de la enfermedad diarreica aguda.

FIGURA 3.19. RESULTADO DE LA EVALUACION

Fuente: Elaboración propia



UNIVERSIDAD
MAJOR DE
SAN
ANDRÉS

CAPITULO IV

4. PRUEBA DE HIPOTESIS

4.1. INTRODUCCION

La evaluación de sistemas expertos enfrenta una serie de dificultades que los diferencian de los sistemas convencionales. En primer lugar, ya que los sistemas expertos tratan de resolver problemas que normalmente lo resuelven humanos expertos, los criterios para medir su éxito suelen no estar definidos. En segundo término, los problemas que afrontan los sistemas basados en conocimiento implican grandes espacios de búsqueda que no son susceptibles de modelización, al menos fácilmente. Es por esto que se aplican diferentes métodos de evaluación para asegurar la confiabilidad de un sistema experto. En el presente trabajo usaremos las pruebas no paramétricas que son procedimientos estadísticos para prueba de hipótesis que no requieren de la suposición de la normalidad de la población de la cual fue extraída la muestra y se pueden aplicar a datos de tipo cuantitativo y cualitativo, cuyas principales ventajas son: No se requiere de los supuestos paramétricos, se puede usar para variables no numéricas, cálculos fáciles, originados por tamaños de muestra pequeños, son convenientes cuando no se conoce la distribución de la población.

4.2. EVALUACION DE LA VARIABLE

La variable a ser evaluada está definida en la hipótesis del presente trabajo cuyo tenor dice:

H_0 : "El uso de la lógica difusa en el sistema experto para el diagnóstico de EDAs es una herramienta capaz de apoyar el trabajo del profesional en el área de salud y proporcionar un diagnóstico fiable".

También tendríamos una hipótesis alternativa para la evaluación por el método Wilcoxon:

H_a : "El uso de la lógica difusa en el sistema experto para el diagnóstico de EDAs no es una herramienta capaz de apoyar el trabajo del profesional en el área de salud y proporcionar un diagnóstico fiable".

El nivel de satisfacción de la prueba y su resultado podremos medirlos con los valores:

80% - 100%	Si es muy satisfactorio
51% - 79%	Si es satisfactorio
10% - 50%	No cumple con algunos de los requerimientos



FIGURA 4.1. MODELO DE PRUEBA WILCOXON

Fuente: Elaboración propia

Para medir el porcentaje de confiabilidad de la variable dependiente (Sistema Experto para el Diagnostico de EDAs) se usara el indicador que nos proporciona la prueba de Wilcoxon:

Una prueba que utiliza dirección y magnitud, propuesta en 1945 por Frank Wilcoxon, se llama ahora comúnmente prueba de rango con signo de Wilcoxon. Esta prueba se aplica en el caso de una distribución continua simétrica. Bajo esta condición se puede probar la hipótesis nula $\mu = \mu_0$. Primero se resta μ_0 de cada valor muestral y se descarta todas las diferencias iguales a cero. Se asigna un rango de 1 a la diferencia absoluta más pequeña, un rango de 2 a la siguiente más pequeña, y así sucesivamente. Cuando el valor absoluto de dos o más diferencias es el mismo, se asigna a cada uno el promedio de los rangos que se

asignarían si las diferencias se distinguieran. Por ejemplo, si la primera y segunda diferencia son iguales en valor absoluto, a cada una se le asignaría un rango. Si la hipótesis $\mu = \mu_0$ es verdadera, el total de los rangos que corresponden a las diferencias positivas debe ser casi igual al total de los rangos que corresponden a las diferencias negativas. Se representan esos totales como w_+ y w_- , respectivamente. Se designa el menor de w_+ y w_- con w .

4.2.1. PROCESO

Lo primero es realizar una comparación de los diagnósticos dados por el experto humano y los dados por el sistema experto, esto también corresponde a la etapa de testeo propuesta por la metodología, a continuación mostramos estos datos:

Tabla 4.2.

N°	DIAGNÓSTICOS DEL EXPERTO HUMANO	DIAGNÓSTICOS INFERIDOS POR EL SISTEMA EXPERTO
1	EDA con deshidratación Grave	EDA Grave
2	EDA sin deshidratación o Leve	EDA Leve
3	EDA sin deshidratación o Leve	EDA Leve
4	EDA con deshidratación Moderada	EDA Moderada
5	EDA con deshidratación Moderada	EDA Moderada
6	EDA sin deshidratación o Leve	EDA Leve
7	EDA con deshidratación Grave	EDA Grave
8	EDA sin deshidratación o Leve	EDA Leve
9	EDA con deshidratación Grave	EDA Grave
10	EDA con deshidratación Moderada	EDA Moderada

COMPARACIÓN DE DIAGNOSTICOS

Fuente: Elaboración propia

De las 100 historias clínicas que diagnosticó el médico experto con algún grado de EDA, el sistema experto infirió 89 diagnósticos, 11 fueron descartados y no se tomaron en cuenta porque los signos y síntomas que presentaron los pacientes mostraban no solo señales de EDAs sino también otras patologías, sobre todo enfermedades estacionarias a lo cual el experto médico dio un diagnóstico diferente a los establecidos en nuestra investigación.

Se tomaron dos muestras, la primera corresponde a los diagnósticos que emitió el equipo médico y la segunda corresponde a los diagnósticos dados por el sistema experto.

Tabla 4.3.

	EXP HUMANO	SIST EXPERTO
LEVE	75	67
MODERADO	20	18
GRAVE	5	4
	100	89

**MUESTRA DE DIAGNÓSTICOS DADOS POR EL EXPERTO HUMANO
Y EL SISTEMA EXPERTO**

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es calcular las medias de cada una de las columnas que representan los datos a ser pareados con la siguiente fórmula:

$$\mu_1 = \frac{\sum_{i=1}^n c_1}{n} \quad \mu_2 = \frac{\sum_{i=1}^n c_2}{n}$$

Los resultados son:

Tabla 4.4.

μ_1	μ_2
33,3333333	29,6666667

MEDIAS CALCULADAS

Fuente: Elaboración propia

En este caso $d_0 = 3,7$, pues:

$$d_0 = \mu_1 - \mu_2$$

$$d_0 = 33,33 - 29,67 = 3,7$$

Por lo que se procede a calcular las diferencias entre las muestras y luego restarles el valor de 3,7. Se representara con μ_1 y μ_2 , la media de los diagnósticos dado de todos los pacientes que presentaron algún grado de EDA atendidos por el experto humano y los resultados del prototipo del sistema experto con los mismos datos, es decir, se resta d_0 de cada valor muestral y se descarta todas las diferencias iguales a cero. Se asigna un rango de 1 a la diferencia absoluta más pequeña, un rango de 2 a la siguiente más pequeña, y así sucesivamente.

Tabla 4.5.

	EXP HUMANO	SIST EXPERTO	DI	DI-D0	RANGO
LEVE	75	67	8	4,33333333	3
MODERADO	20	18	2	1,66666667	2
GRAVE	5	4	1	2,66666667	1

CALCULO DEL RANGO

Fuente: Elaboración propia

Si la hipótesis $\mu = \mu_0$ es verdadera, el total de los rangos que corresponden a las diferencias positivas debe ser casi igual al total de los rangos que corresponden a las diferencias negativas. Se representan esos totales como w_+ y w_- , respectivamente. Se designa el menor de w_+ y w_- con w .

Tabla 4.6.

w_+	3
w_-	3
w	3

EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES

Fuente: Elaboración propia

Como el valor de $W=3$, y este es mayor a 0.05, entonces podemos aceptar H_0 con un nivel de significancia de 0.05, es decir que el prototipo del sistema experto tiene un 95% de confiabilidad y según el rango propuesto anteriormente el resultado cae en el rango de muy satisfactorio.

<u>80% - 100%</u>	Si es muy satisfactorio
51% - 79%	Si es satisfactorio
10% - 50%	No cumple con algunos de los requerimientos

Una hipótesis es una respuesta provisional; por eso es esencial que su referente empírico sea observable, y que esté formulada en términos que dejen abierta la posibilidad de su verificación o su refutación. Una hipótesis cuyas implicaciones prácticas o teóricas no se pueden poner a prueba mediante experimentos, mediciones o revisión crítica, no es investigable.

Al ser la hipótesis una proposición satisfactoria y aceptable y que ha sido formulada a través de la recolección de información y datos, y que es confirmada, sirve para responder de forma alternativa al problema con base científica.

Puede decirse que el nivel de satisfacción o veracidad que se otorga a la hipótesis depende de la medida en que los datos empíricos apoyan lo afirmado en la hipótesis. Esto es lo que se conoce como contrastación empírica de la hipótesis o bien proceso de validación de la hipótesis. Este proceso se realizó mediante verificación y según los resultados obtenidos es que podemos afirmar la satisfacción de la prueba.



CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. INTRODUCCION

La tesis de licenciatura informática es el corolario del aprendizaje recibido durante el pregrado. En él se ha intentado plasmar todos los conocimientos recibidos en todas sus etapas. Su desarrollo ha permitido poner en práctica aspectos de gestión de proyectos, estimaciones, evolución de prototipos, diseño, prueba, codificación, etc. A su vez se pudo cristalizar la concreción de un trabajo puramente profesional, con los detalles y particularidades que ello encierra, tales como relaciones sociales con expertos, incertidumbres, errores de estimación y de apreciación de conceptos, entre otros.

A continuación se exponen las diferentes conclusiones y seguidamente una propuesta sobre futuras líneas investigativas para evolucionar el sistema experto desarrollado.

5.2. CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE TESIS

La utilización de una metodología que promueve el desarrollo incremental de prototipos, como es la metodología BUCHANAN, procura que la culminación del proyecto se dé en tiempos y costos acordes a los estimados. Si bien el dominio de la aplicación del sistema experto es complejo, se pudo establecer que mediante el uso de la lógica difusa su concreción era posible.

La libertad de elección de diferentes técnicas de deducción que promueve la metodología ha permitido capturar satisfactoriamente las tareas que desarrolla el experto, sus razonamientos y heurísticas.

La etapa de formalización ha permitido acercar el modelo conceptual al modelo computacional de una manera muy analítica, lo que redundó en un sistema utilizable sin mayores complicaciones.

La herramienta Visual Studio 2010 resultó adecuada para el tipo de sistema a construir, sobre todo en la facilidad de crear funciones de pertenencia en forma

evolutiva con los expertos. Además la herramienta se adecuó perfectamente a la información recibida de la etapa de formalización.

El tema seleccionado para el presente trabajo implicó el uso del aprendizaje recibido, lo cual fue muy productivo para el autor, dado que permitió profundizar en el conocimiento de la lógica difusa a la vez que se ponía en práctica la construcción de un sistema experto.

La lógica difusa representa una importante alternativa en el desarrollo de sistemas expertos que constituyan una verdadera herramienta como apoyo a los especialistas, en cualquier rama de la ciencia, y a los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje.

5.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Habiendo completado el desarrollo propuesto del sistema experto que asiste en la tarea de diagnóstico de enfermedades diarreicas agudas en niños menores de 5 años quedan abiertas las siguientes líneas investigativas y de desarrollo:

- Obtención de nuevas y mejores heurísticas en el área de diagnósticos médicos.
- Investigar y detectar nuevos signos y síntomas que enriquezcan la base de conocimiento del problema de diagnosticar enfermedades diarreicas agudas, de modo de incorporarlos en el sistema actual.
- Trabajar sobre una segunda etapa del sistema, en la que se realicen las descripciones de otras patologías o patologías intermedias, mediante la incorporación de una base de hechos mejorada y de patrones y modelos de dominios de aplicación o funciones de pertenencia. El sistema ahora asiste al usuario mediante preguntas sobre el dominio y luego razonando sobre dichos valores lingüísticos de modo de proveer de la información necesaria para que realice una completa descripción sin olvidar detalles.
- Esta base de hechos mejorada equivale a incorporar conocimiento propio del dominio de aplicación del sistema experto de diagnóstico de EDA's. Esta es una de las partes más importantes que debe contener un sistema experto.

- Se deben considerar otras alternativas de la Inteligencia Artificial, como las Redes Neuronales y los Algoritmos Genéticos, en la búsqueda de paradigmas que permitan el diseño e implementación de herramientas computacionales.
- Es de vital importancia la búsqueda de técnicas que permitan el desarrollo de estas herramientas computacionales con amplias bases de conocimientos pero una complejidad computacional reducida, que los haga cada vez más eficientes.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- NEBENDAHL, D. (1998): Sistemas Expertos Introducción a la Técnica y Aplicación España: 1ra Ed. Barcelona.
- CASTILLO, GUTIERREZ Y HADI, (1997), Sistemas expertos y Modelos de Redes Probabilísticas, Academia de Ingeniería Madrid
- DÍAZ VILLEGAS, MANUEL (2010) Texto de La Cátedra De Pediatría, 2da Edición La Paz – Bolivia.
- GARCIA D. ARIZCORRECTA A, RAMOS (2004) C. Girón Tratamiento del Síndrome Diarreico Medicine (traducción argentina)
- JAVIER E. FOX, (1999): Sistemas expertos y su aplicación en medicina, Volumen 4, Medellin Colombia.
- GIAERRATANO-RILEY, (1998), Sistemas Expertos, Tercera Edición, Thomson
- PASSINO and YURKOVICH, (1998), Fuzzy Control, Primera Edición, Addison Wesley
- RIZZ (2001) Ing. Francisco Marcelo: Tesis en Ingeniería del Software “Sistema Experto Asistente de Requerimientos” Buenos Aires, Argentina.
- GARCÍA-MARTÍNEZ, R. y BRITOS P. (2004), Ingeniería de Sistemas Expertos. Nueva Librería. Buenos Aires.
- STEVENS, L. (1984), Artificial Intelligence. The Search for the Perfect Machine. Hayden Book Company [Pg. 40], Hasbrouck Heights, N.J.
- CASTILLO, E. and ALVAREZ, E. (2001), Expert Systems: Uncertainty and Learning. Computational Mechanics Publications and Elsevier Applied Science, London, U.K.
- DURKIN, J. (2004), Sistemas Expertos: Diseño y Desarrollo. Maxwell Macmillan, New York.
- SHNEIDERMAN, B. (1987), Diseño de la Interface. Addison-Wesley, Reading, New York.
- BROWN, J. R. and CUNNINGHAM, S. (1989), Programando la Interface: Ejemplos Principales. John Wiley and Sons, New York. 1994

- PEDRYCZ, W. "Fuzzy Control and Fuzzy Systems". Press/J. Wiley, New York, 1993.
- MOSBY, Diccionario Mosby de Medicina, Enfermería y Ciencias de la Salud (2000), Quinta Edición.

REFERENCIAS DE SITIOS WEB

- SOCIEDAD BOLIVIANA DE PEDIATRÍA: EDAs en Bolivia, Disponible en: [Disponible en: URL: [hppt://www.SBP\edas\Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría - b Enfermedades diarreicas agudas.htm](http://www.SBP\edas\Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría - b Enfermedades diarreicas agudas.htm)], [Accesada en 12/11/2011]
- Computación Suave: Un nuevo paradigma para la implementación de sistemas inteligentes, Sergio A. Moriello, 2009, [Disponible en: <http://www.redcientifica.com/doc/doc200205050001.html>] [Accesada en 17/04/ 2012]
- OMS, Datos Estadísticos (2010) [disponible en: <http://www.who.int/gho>] [Accesada en 27/05/ 2012]



GLOSARIO DE TÉRMINOS MÉDICOS

BACTERIA: Cualquiera de los pequeños microorganismos unicelulares de la clase Esquizomicetos. Este género tiene diferentes morfologías, pudiendo ser esféricos (cocos), con forma de bastones (bacilos), espirales (espiroquetas) o con forma de coma (vibrios).

DIAGNOSTICAR: Determinar el tipo y causa de un proceso morboso basándose en los signos y síntomas de un paciente, los datos obtenidos mediante análisis de laboratorio de líquidos, especímenes de tejido y otras pruebas, e información del entorno familiar y ocupacional.

HOSPITALIZACIÓN: Ingresar a una persona en una institución para su tratamiento psicológico o físico, o para protegerla a ella o a la sociedad.

MORBILIDAD-MORBIDIDAD: 1. enfermedad, proceso o cualidad anormal. 2. (en estadística) tasa con la que aparece una enfermedad o anomalía, calculada dividiendo el número total de personas de un grupo entre el número de personas de ese grupo que están afectadas por esa enfermedad o anomalía. 3. tasa con la que aparece una enfermedad o anomalía en una determinada zona o población.

MORTALIDAD: 1. condición de ser mortal. 2. tasa de fallecimiento, que refleja el número de muertes por unidad de población en una determinada región, grupo de edad, enfermedad u otra clasificación, normalmente expresada como muertes por 1.000, 10.000 o 100.000.

PACIENTE: 1. el receptor de un servicio de asistencia sanitaria. 2. el receptor de asistencia sanitaria que está enfermo u hospitalizado. 3. paciente de un servicio de asistencia sanitaria.

PATÓGENO: Todo microorganismo capaz de producir enfermedad.

PATOGENICIDAD: Relativo a la capacidad de un agente patógeno para producir una enfermedad.

PATOLOGÍA: Estudio de las características, causas y efectos de las enfermedades, tal y como se observan en la estructura y función del cuerpo. La patología celular es el estudio de los cambios celulares de la enfermedad. La patología clínica es el estudio de la enfermedad mediante la utilización de pruebas y métodos de laboratorio.

SÍNTOMA: Indicación subjetiva de una enfermedad o de cambio en la enfermedad según percepción del paciente. Muchos síntomas van acompañados de signos objetivos, como el prurito. Algunos síntomas se pueden confirmar objetivamente, como el adormecimiento de una parte del cuerpo que no responde a un pinchazo de alfiler. Los síntomas primarios están intrínsecamente asociados al proceso de la enfermedad. Los síntomas secundarios son consecuencia del mismo.

TASA: Relación numérica, con frecuencia utilizada en la recopilación de datos relacionados con la prevalencia e incidencia de acontecimientos, en la que la cantidad de sucesos realmente ocurridos constituye el numerador y el número de sucesos posibles, el denominador. Las tasas se expresan en unidades convencionales de población, como la mortalidad neonatal por 1.000 o la mortalidad materna por 100.000.

TRATAMIENTO: 1. asistencia y cuidados proporcionados a un paciente para combatir, mejorar o prevenir la enfermedad, trastorno o lesión. 2. método para combatir, mejorar o prevenir una enfermedad, trastorno o lesión. El tratamiento activo o curativo se diseña para curar; el tratamiento paliativo se dirige a aliviar el dolor y la angustia; el tratamiento profiláctico es para prevenir una enfermedad o trastorno; el tratamiento causal se centra en la causa de la enfermedad. El tratamiento puede ser farmacológico, utilizando fármacos; quirúrgico, utilizando procedimientos quirúrgicos, o de soporte, fortaleciendo la resistencia del paciente.

AIEPI: Atención Integrada a la Enfermedades Prevalentes de la Infancia

ANEXOS



UNIVERSIDAD
SAN JUAN DE
SAN
ANDRÉS

EVALUAR Y CLASIFICAR AL NIÑO/A DE 2 MESES A MENOR DE 5 AÑOS

EVALUAR

SIGNOS CLASIFICAR COMO

TRATAMIENTO

<p>El niño/a ¿tiene diarrea?</p> <p>Si la respuesta es afirmativa, preguntar</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Hace cuánto tiempo? ¿Hay sangre visible en las heces? 	<p>Observar y Palpar</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar el estado general del niño: <ul style="list-style-type: none"> ¿Está letárgico, o inconsciente? ¿Inquieto o irritable? Determinar si tiene los ojos hundidos Ofrecerle líquidos, el niño/a: <ul style="list-style-type: none"> ¿No puede beber o bebe mal? ¿Bebe ávidamente, con sed? Signo del pliegue cutáneo. <ul style="list-style-type: none"> La piel vuelve al estado anterior: <ul style="list-style-type: none"> Muy lentamente (más de 2 segundos) Lentamente (2 segundos o menos) 	<p>CLASIFICAR LA DESHIDRATACIÓN</p>	<p>DESIGNACIÓN</p>	<p>Si el niño/a no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar Plan C en el establecimiento de salud (pág.26) <p>Si el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Si el niño no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar SRO (Plan B) (pág.25) Dar zinc, por 14 días (pág.23) <p>SI el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al Hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Dar alimentos y líquidos para tratar la diarrea en casa (Plan A) (pág.25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar zinc, por 14 días (pág.23) Indicar a la madre cuándo volver de inmediato (pág.31) Indicar a la madre que vuelva en 5 días si el niño/a no mejora Dar recomendaciones para la alimentación del niño/a enfermo (pág. 16) 	<p>DESIGNACIÓN</p>	<p>Si el niño/a no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar Plan C en el establecimiento de salud (pág.26) <p>Si el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Si el niño no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar SRO (Plan B) (pág.25) Dar zinc, por 14 días (pág.23) <p>SI el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al Hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Dar alimentos y líquidos para tratar la diarrea en casa (Plan A) (pág.25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar zinc, por 14 días (pág.23) Indicar a la madre cuándo volver de inmediato (pág.31) Indicar a la madre que vuelva en 5 días si el niño/a no mejora Dar recomendaciones para la alimentación del niño/a enfermo (pág. 16)
<p>CLASIFICAR LA DESHIDRATACIÓN</p>	<p>Dos o más de los siguientes signos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Letárgico o inconsciente Ojos hundidos No puede beber o bebe mal Signo del pliegue cutáneo. La piel vuelve muy lentamente al estado anterior 	<p>DESHIDRATACIÓN GRAVE</p>	<p>DESIGNACIÓN</p>	<p>Si el niño/a no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar Plan C en el establecimiento de salud (pág.26) <p>Si el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Si el niño no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar SRO (Plan B) (pág.25) Dar zinc, por 14 días (pág.23) <p>SI el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al Hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Dar alimentos y líquidos para tratar la diarrea en casa (Plan A) (pág.25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar zinc, por 14 días (pág.23) Indicar a la madre cuándo volver de inmediato (pág.31) Indicar a la madre que vuelva en 5 días si el niño/a no mejora Dar recomendaciones para la alimentación del niño/a enfermo (pág. 16) 		
<p>SI TIENE DIARREA HACE 14 O MAS DIAS</p>	<p>Con signos de deshidratación</p>	<p>DIARREA PERSISTENTE CON DESHIDRATACIÓN</p>	<p>DESIGNACIÓN</p>	<p>Si el niño/a no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar Plan C en el establecimiento de salud (pág.26) <p>Si el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Si no es posible referir al niño, luego de tratar la deshidratación siga recomendaciones de DIARREA PERSISTENTE SIN DESHIDRATACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar vitamina A (pág.22) Dar zinc, por 14 días (pág.23) Explicar a la madre cómo debe alimentar al niño con diarrea persistente (pág.16) Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. Hacer seguimiento 5 días después Indicar a la madre cuándo volver de inmediato (pág.31) 		
<p>SI HAY SANGRE EN LAS HECES</p>	<p>Sin signos de deshidratación</p>	<p>DIARREA PERSISTENTE SIN DESHIDRATACIÓN</p>	<p>DESIGNACIÓN</p>	<p>Si el niño/a no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar Plan C en el establecimiento de salud (pág.26) <p>Si el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Si el niño no tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar SRO (Plan B) (pág.25) Dar zinc, por 14 días (pág.23) <p>SI el niño/a tiene otra clasificación grave:</p> <ul style="list-style-type: none"> Referir URGENTEMENTE al Hospital dándole sorbos frecuentes de SRO en el trayecto. Recomendar a la madre que continúe dándole el pecho. <p>Dar alimentos y líquidos para tratar la diarrea en casa (Plan A) (pág.25)</p> <ul style="list-style-type: none"> Dar zinc, por 14 días (pág.23) Indicar a la madre cuándo volver de inmediato (pág.31) Indicar a la madre que vuelva en 5 días si el niño/a no mejora Dar recomendaciones para la alimentación del niño/a enfermo (pág. 16) 		

RECOMENDACIONES DEL AIEPI



LA DIARREA:

Es una enfermedad, en la que el niño o niña hace caca más veces de lo normal y son líquidas, a veces se acompaña con moco o sangre. Las principales complicaciones de la diarrea son la deshidratación o pérdida de agua y la desnutrición.

PREGUNTE Y OBSERVE

a) Ojos hundidos

- Se debe **observar** los ojos del niño o niña para decidir si están hundidos. Pregunte a la madre si nota algún cambio en los ojos de la niña o niño.
- Si el niño o niña tiene ojos hundidos significa que tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.



b) Pliegue lento o muy lento (signo del pliegue)

- Para observar esta señal, el niño o niña debe estar echado de espaldas o sentado en las faldas de la mamá.
- Entonces se ubica la región del abdomen del niño o niña que está entre el ombligo y el costado y se **pellizca suavemente la piel y el tejido que está por debajo en sentido vertical**, usando los dedos pulgar e índice. No se debe pellizcar con la punta de los dedos porque le causar dolor.
- La piel se pellizca por un segundo, luego se suelta y se **mira**, si vuelve a su lugar rápidamente, lenta o muy lentamente. Si la piel queda levantada, aunque sólo sea por un breve momento después de soltarla y no vuelve a su estado anterior, significa que tiene esta señal.
- El niño o niña que esta con la señal del pliegue, tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.



c) Inquieto e irritable y muy llorón

- Se **observa** cómo está el niño o niña.
- Si está intranquilo y llora todo el tiempo o calmado o consolado, entonces tiene la  cada vez que se le toca, no puede ser señal.
- El niño o niña que esta inquieto e irritable tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.

d) Toma con sed (desesperadamente)

- Para observar esta señal, se debe pedir a la madre o cuidador que le de al niño o niña un poco de agua limpia en un vaso. Si el niño o niña es menor de 6 meses, se le pide a la madre que le de su pecho.
- Luego se observa si el niño o niña toma con mucha sed y quiere más.
- Si está con mucha sed, tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.



e) Diarrea por 14 días o más



- Pregunte a la madre cuanto tiempo esta con diarrea
- Si la madre o cuidador responde que 14 días o mas, entonces el niño o niña tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.

f) Diarrea con sangre

- La diarrea con sangre es conocida como **disentería**.
- Si la madre o cuidador responde que la caca del niño o niña esta con sangre tiene **DIARREA GRAVE** y debe ser llevado al servicio de salud.

Si encuentra cualquiera de estas señales de diarrea grave encerrar en un círculo.



DIARREA NO GRAVE

¿QUÉ TIENE?

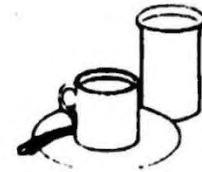
Si encerró en un círculo no tiene ninguna señal de gravedad, el niño o niña está con **DIARREA NO GRAVE**.

¿QUÉ HACER?

Orientar o recomendar con el rotafolio sobre el manejo de la diarrea no grave en el hogar. Utilizando la hoja de revisión 2, orientar sobre señales de peligro y gravedad de la diarrea para búsqueda de ayuda.

a) Dar más líquidos:

- Darle líquidos caseros como agua de arroz, canela y otros frescos preparados en la casa; la leche materna es el mejor "líquido" para la diarrea. Si el niño o niña es menor de 6 meses y solo toma leche materna y tiene diarrea no grave, continuar con la lactancia materna con mayor frecuencia.

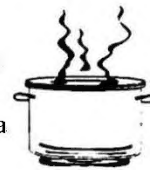


a) Preparación del suero de rehidratación oral

1. Antes de preparar el suero de rehidratación lavarse las manos.



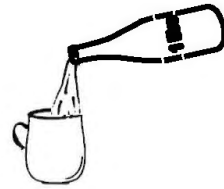
2. Haga hervir agua y deje enfriar. Si no se puede, use el agua mas limpia que tenga



3. En una botella de 1 litro vacíe el agua hervida enfriada



4. Luego vacíe el agua de la botella en una olla o jarra.



5. Abra un sobre de sal de rehidratación oral y vacíe todo el polvo en la olla o jarra



6. Mezcle bien hasta que todo el polvo se disuelva



7. El suero se debe preparar todos los días (dura 24 horas), mantenerlo tapado y echar lo que sobra.

e) Como hacer tomar suero de rehidratación oral

- Haga tomar al niño o niña con cucharilla o de la taza, en pequeños sorbos y lentamente. No usar mamadera porque puede provocar vómitos.
- Si el niño o niña vomita, espere unos 10 minutos y luego siga dándole pero mas lentamente.
- La cantidad que debe recibir el niño o niña es la siguiente:

	<i>EDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>
<input type="radio"/>	6-11 meses	3 tazas
<input type="radio"/>	1 a 2 años	4 tazas
<input type="radio"/>	3 a 4 años	5 tazas

Durante cuatro horas

d) Seguir alimentando al niño o niña

- Al niño o niña menor de 6 meses continuar con lactancia materna exclusiva (solo pecho).
- Si es mayor de 6 meses es muy importante que siga comiendo los mismos alimentos o comidas en pequeñas cantidades y más seguido para que no baje de peso; si está desganado se le debe hacer comer poco a poco y con mucha paciencia.
- Aumentar una o dos comidas más cuando el niño o niña esta recuperando.

