

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



TESIS DE GRADO
SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO
DE LA DEPRESIÓN

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: GLORIA VERÓNICA NINA HUACANI
TUTOR: LIC. EFRAIN SILVA SANCHEZ
REVISOR: LIC. JHONNY ROBERTO FELIPEZ ANDRADE
ASESOR: LIC. CARLOS FELIX BARRAL ZEGARRA

LA PAZ – BOLIVIA

2009

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis papás Nelly y Paulino por estar siempre a mi lado apoyándome en cada momento.

A mi hermana Tania, mis hermanos Erlan y Edwin, a mi sobrinito Luis Fernando.

También quiero dedicar este trabajo y agradecer a mis grandes amigas: Martha, Nino, Beatriz, Nancy, Every, Maryoly, Alejandra y Bea por su constante aliento, sugerencias y sobre todo apoyo, muchas gracias!!!

AGRADECIMIENTOS

A mi docente Tutor Lic. Efraín Silva, por haberme brindado la colaboración y tiempo necesario para la conclusión de esta investigación.

A mi docente Revisor Lic. Jhonny Felipez, por el tiempo, paciencia y consejos brindados en cada una de las etapas de desarrollo del presente trabajo. Principalmente agradecerle por haber aceptado ser mi revisor.

Al Lic. Carlos Barral, por la colaboración en la recolección de información para la formación de la base de conocimientos.

RESUMEN

Los Sistemas Expertos son un área de la informática que se derivan de una rama de la investigación científica llamada Inteligencia Artificial (I.A.).

El objetivo de los Sistemas Expertos es entender y emular la inteligencia humana y sus procesos de razonamiento para obtener modelos de inferencia lógica y finalmente desarrollar aplicaciones computacionales que representen dicha inteligencia. Los Sistemas Expertos son programas de computación diseñados para actuar como un especialista humano en un dominio particular o área de conocimiento y se han utilizado para apoyar al usuario en la toma de decisiones

Los Sistemas Expertos colaboran a especialistas de diferentes áreas en el diagnóstico de enfermedades. En la actualidad los diagnósticos realizados por los médicos, psicólogos u otros especialistas suelen carecer de precisión debido a que la mente humana es frágil y esta propensa a cometer errores.

Lo que se pretende en el presente trabajo es desarrollar un Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP) que almacene el conocimiento del experto psicólogo de modo que el servicio tenga mayor alcance poblacional.

Para el estudio e investigación de la tesis se ha recurrido a su desarrollo en 5 capítulos. En el primer capítulo se encuentran los aspectos generales de la investigación, como: problema, objetivos, hipótesis, justificaciones y aportes. El segundo capítulo, comprende el marco teórico necesario para la realización de la tesis. El tercer capítulo presenta el modelo del sistema experto propuesto para el diagnóstico de la depresión, se describe la metodología utilizada, la construcción de la base de conocimiento, la descripción informal y la formalización del modelo. En el cuarto capítulo se presenta la prueba de hipótesis. El quinto capítulo presenta las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado.

CONTENIDO

Nº Pág.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
1.5. OBJETIVOS.....	6
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.7. ALCANCES.....	7
1.8. METODOLOGÍA.....	8
1.9. APORTES.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN.....	10
2.2. DEPRESIÓN.....	10
2.2.1. POSIBLES CAUSAS DE DEPRESIÓN.....	12
2.2.1.1. LA DEPRESIÓN Y LOS EVENTOS EN NUESTRAS VIDAS.....	12
2.2.1.2. LA DEPRESIÓN Y LAS FORMAS DE PENSAR.....	13
2.2.1.3. LA DEPRESIÓN Y LOS CAMBIOS EN LOS NIVELES NEUROQUÍMICOS.....	13
2.2.1.4. DESBALANCES HORMONALES.....	15
2.2.1.5. LA DEPRESIÓN ES HEREDITARIA.....	16
2.2.1.6. LA DEPRESIÓN CAUSADA POR ESTAR ENFERMO.....	17
2.2.2. TIPOS DE DEPRESION.....	17

2.2.2.1. DEPRESION MÍNIMA.....	17
2.2.2.2. DEPRESION SUAVE.....	18
2.2.2.3. DEPRESIÓN MODERADA.....	18
2.2.2.3. DEPRESION SEVERA.....	19
2.2.3. SÍNTOMAS.....	19
2.2.4. COMO SE DIAGNÓSTICA.....	22
2.3. SISTEMA EXPERTO.....	24
2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO.....	25
2.3.2 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.....	26
2.3.3. POR QUE USAR UN SISTEMA EXPERTO.....	29
2.3.4. EN QUE SE DIFERENCIA UN SISTEMA EXPERTO DE UN SISTEMA CLÁSICO.....	30
2.3.4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....	31
2.3.4.1. IDENTIFICACIÓN.....	31
2.3.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	31
2.3.4.3. FORMALIZACIÓN.....	32
2.3.4.4. IMPLEMENTACIÓN.....	32
2.3.4.5. TESTEO.....	33
2.3.4.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO.....	33
2.4. LÓGICA DIFUSA.....	34
2.4.1. CONJUNTOS DIFUSOS.....	35
2.4.2. FUNCIÓN DE PERTENENCIA.....	35
2.4.3. VARIABLES LINGÜÍSTICAS.....	37
2.4.4. INFERENCIA DIFUSA.....	38
2.4.4.1. REGLAS DIFUSAS.....	38
2.4.4.2. CANTIDAD DE REGLAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	39
2.4.4.3. IMPLICACIÓN DIFUSA.....	40

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO

3.1. DESCRIPCION DEL MODELO PROPUESTO.....	41
3.2. METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....	41
3.2.1. IDENTIFICACIÓN.....	41
3.2.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	43
3.2.3. FORMALIZACIÓN.....	48
3.2.3.1 DEFINICIÓN Y CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....	48
3.2.3.2. DEFINICIÓN DE LOS CONJUNTOS DIFUSOS.....	50
3.2.3.3. ÁRBOL DE DECISIÓN.....	53
3.2.3.4. DESARROLLO DE REGLAS.....	54
3.2.4. IMPLEMENTACIÓN.....	57
3.2.4.1. HARDWARE.....	57
3.2.4.2. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.....	57
3.2.4.3. PROTOTIPO.....	57
3.2.5. TESTEO.....	61
3.2.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO.....	64

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	65
-------------------------------	----

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.....	69
5.2. RECOMENDACIONES.....	70

BIBLIOGRAFÍA.....	71
--------------------------	-----------

ANEXO A: ÁRBOL DE OBJETIVOS Y ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	A-1
--	------------

ANEXO B: GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	A-3
---	------------

LISTA DE FIGURAS

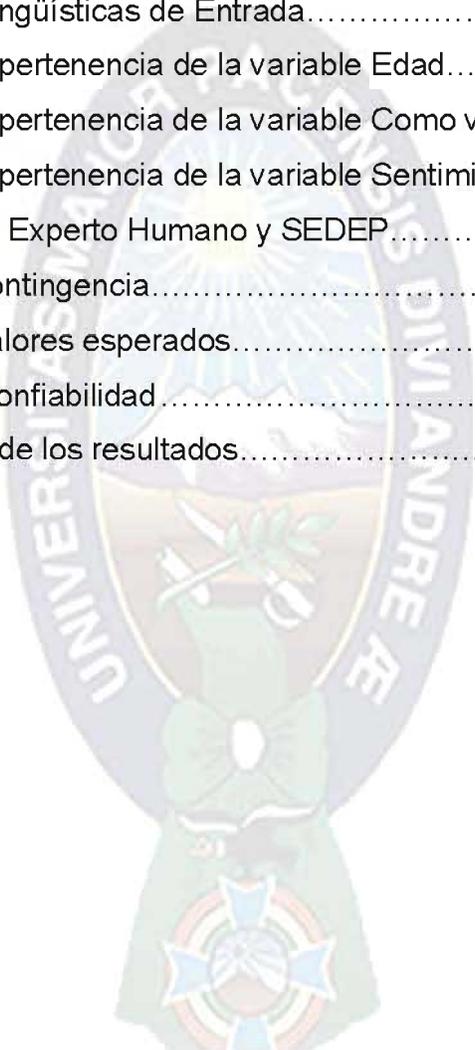
Nº Pág.

Figura 2.1. Localización de donde se genera la Serotonina.....	14
Figura 2.2. Localización de donde se genera la Norapinefrina.....	14
Figura 2.3. Estructura de un Sistema Experto.....	26
Figura 2.4. Etapas de la elaboración de un sistema experto.....	33
Figura 2.5. Función Triangular.....	36
Figura 2.6. Función Trapezoidal.....	36
Figura 2.7. Función S.....	37
Figura 2.8. Elementos de un Conjunto Difuso.....	38
Figura 3.1. Componentes que intervienen en el desarrollo del trabajo.....	42
Figura 3.2. Componentes del SEDEP.....	42
Figura 3.3. Conjuntos difusos de la variable Edad del paciente.....	50
Figura 3.4. Conjuntos difusos de la variable Cómo ve el futuro.....	51
Figura 3.5. Conjuntos difusos de la variable Sentimiento de culpa.....	52
Figura 3.6. Árbol de decisión.....	53
Figura 3.7. Pantalla de Bienvenida al SEDEP.....	58
Figura 3.8. Primera pregunta del SEDEP.....	58
Figura 3.9. Segunda pregunta del SEDEP.....	59
Figura 3.10. Séptima pregunta del SEDEP.....	59
Figura 3.11. Pregunta del SEDEP.....	60
Figura 3.12. Diagnóstico del SEDEP.....	60
Figura 3.13. Corrida SEDEP en Clips.....	64

LISTA DE TABLAS

Nº Pág.

Tabla 2.1 Características entre un Sistema Experto y un Experto humano.....	25
Tabla 2.2 Comparación entre un Sistema Clásico y un Sistema Experto.....	30
Tabla 3.1 Variables Lingüísticas de Entrada.....	49
Tabla 3.2 Función de pertenencia de la variable Edad.....	50
Tabla 3.3 Función de pertenencia de la variable Como ven el futuro.....	51
Tabla 3.4 Función de pertenencia de la variable Sentimiento de culpa.....	52
Tabla 3.5 Resultados: Experto Humano y SEDEP.....	63
Tabla 4.1 Tabla de Contingencia.....	66
Tabla 4.2 Matriz de valores esperados.....	66
Tabla 4.3 Escala de confiabilidad.....	68
Tabla 4.4 Proyección de los resultados.....	68





CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta una descripción detallada del problema, hipótesis y objetivos que llevaron a desarrollar este trabajo.

1.1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto que la computación ha avanzado a pasos agigantados en sus diversas áreas, una de estas áreas que está siendo desarrollada es la Inteligencia Artificial (I.A.). La cual permite representar el conocimiento humano y construir sistemas que reflejen dichos conocimientos. La Inteligencia Artificial se ha aplicado a sistemas y programas informáticos capaces de realizar tareas complejas, simulando el funcionamiento del pensamiento humano, aunque todavía esté muy lejos de éste. En este sentido los campos de investigación más importantes son: el procesamiento de la información, el reconocimiento de modelos y los juegos entre otros [Choque, 2005].

Otro campo de la I.A. son los Sistemas Expertos que son sistemas basados en el conocimiento que requieren información específica de un dominio el cual deberá ser proporcionado por el experto o especialista del área [Velásquez, 2005].

Los Sistemas Expertos son programas que logran la capacidad experta de solucionar problemas aplicando las tareas específicas del conocimiento [Pignani, 2008].

Los Sistemas Expertos emulan el razonamiento humano de forma simbólica, de esta manera se pretende que los Sistemas Expertos resuelvan problemas en un área de conocimiento específica. y ofrezcan resultados tal y como un experto humano lo haría, siendo de gran importancia el conocimiento que el experto humano ha adquirido a través de su experiencia, a esto se le conoce como heurística, también se lo puede definir como un sistema computarizado capaz de resolver problemas en el dominio en el cual posee conocimiento específico [Villarreal, 2008].

Entre las áreas de aplicación de los Sistemas Expertos están: la medicina, psicología, ingeniería, derecho, actividades militares realizando diagnósticos, tratamientos, predicciones, para la toma de decisiones [Velásquez, 2005].

En el presente trabajo se desarrolló un Sistema Experto en el área de la psicología humana para el diagnóstico del tipo de depresión, dado que los sentimientos humanos no se los puede clasificar en categorías precisas, existe un grado de ambigüedad y difusidad a la hora de expresar estos sentimientos, por lo cual, la lógica difusa ayuda en esta categorización de modo que pueda diagnosticarse de mejor manera.

La finalidad del Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP), es almacenar el conocimiento del experto de modo que el servicio tenga mayor alcance poblacional.

1.2. ANTECEDENTES

La depresión es un trastorno emocional que se presenta frecuentemente, tanto en los países desarrollados como los que están en vías de desarrollo, es causada por un desequilibrio de las sustancias químicas del sistema nervioso central. Las hormonas más concretamente afectadas son las que se utilizan en la función cerebral. El sistema nervioso central es esa parte del cuerpo que junto con las glándulas endocrinas, produce casi todas las sustancias químicas que precisamos para vivir, las sustancias químicas que nos hacen dormir y sentir hambre, que regulan nuestros impulsos sexuales y nuestros apetitos. Y que permite sobre todo que nuestro cerebro funcione, que nos permiten pensar y razonar [Tyrrell, 2009].

Los síntomas más evidentes de la depresión se manifiestan en el sector del pensamiento y la conducta por lo que se presta escasa atención a los síntomas físicos de la depresión que en algunos casos llega a afectar notablemente en la salud de la persona, de acuerdo a proyecciones de la Organización Mundial de la Salud para el año 2020 la depresión va a ser la 2da condición más inhabilitante en el mundo detrás solo de las enfermedades del corazón [OMS, 2005].

Actualmente 1 de cada 5 personas, o sea un 20% sufre de síntomas de depresión, un 80% de los suicidios fueron de personas depresivas, el 15% de los deprimidos terminan suicidándose, el promedio de edad para el primer episodio depresivo es de entre 25 y 29 años de edad, con relación al género hay mayor incidencia en el sexo femenino que en el masculino, debido a factores hormonales, las personas que viven o pasan mucho tiempo con una persona deprimida tienen un 80% de posibilidades de sufrir depresión [Tyrrell, 2009].

Revisando la bibliografía existente no se ha podido encontrar algún sistema experto para el diagnóstico de la depresión, sin embargo se encontró algunas Tesis de Grado en la carrera de Informática de Universidad Mayor de San Andrés, relacionadas al área de la Psicología y Medicina, entre estas se puede mencionar:

- Tesis de Grado: “Sistema experto para el diagnóstico de estrés utilizando lógica difusa” realizado por Clemente Quispe Sillo, donde el objetivo general es: “Desarrollar un sistema experto para el diagnóstico de estrés, utilizando lógica difusa, que sea utilizado por un profesional experto en el tratamiento de estrés para el diagnóstico de esta enfermedad” [Quispe, 2006].

Esta Tesis de Grado tiene relación con el presente trabajo, porque lo que se pretende es realizar el diagnóstico de la depresión que es un trastorno de tipo psicológico parecida al estrés que es tratada por un experto en esta área.

- Tesis de Grado “Diagnóstico clínico de trastornos mentales” realizado por Juan Edgar Orozco Apaza, donde el objetivo general es: “Construir un prototipo de Sistema Experto para Trastornos Mentales que ayude a realizar diagnósticos efectivos” [Orozco 2008]. Esta Tesis se enfoca a la carencia de los especialistas psiquiatras, los cuales tienen la dificultad de cobertura en la atención preventiva, en lugares lejanos a los centros poblados.

- Tesis de Grado: “Sistema de diagnóstico para la esclerosis sistémica”, realizado por Sylvia Mónica Condori Flores, donde el objetivo general es: “Diseñar un sistema experto que diagnostique el tipo de esclerosis sistémica que padece un paciente” [Condori, 2005]. Esta Tesis está desarrollada para el área de la medicina, ofrece un diagnóstico adecuado e información a los pacientes que padecen de esclerosis sistémica.

A nivel internacional existen algunos sistemas expertos como:

- “MYCINE” que es un “Sistema Experto de diagnóstico de algunas enfermedades comunes”, en la parte inferior de la página principal que presenta a este sistema experto se indica que: “Este programa no está basado en ningún sistema de “adivinación”, sino en la búsqueda de las máximas probabilidades de asociación entre síntomas de algunas enfermedades, y como todos los sistemas expertos (incluidos los de carne y hueso)” [Samper, 2004].
- “DUPRAT” que es un sistema homeopático que detecta cualquier tipo de enfermedad para realizar el diagnóstico la persona interesada debe responder a un cuestionario una vez que la persona termine de responder al cuestionario el sistema realizara un diagnóstico y también ofrecerá un posible tratamiento con el uso de la medicina natural [Samper, 2004].

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Bolivia se puede observar claramente la gran desconfianza que existe por parte de las personas hacia cualquier tipo de consulta médica concerniente a su salud ya sea física o mental, llegando a ocasionar que las personas sufran de algunas molestias físicas o mentales y no reciban la correspondiente ayuda por parte de los especialistas.

Por otra parte se encontró los siguientes problemas:

- Falta de información adecuada sobre trastornos mentales como la depresión y sus diferentes tipos.
- Retraso en recolectar información acerca de los síntomas del paciente.
- Retardo en el tiempo de emitir un diagnóstico satisfactorio al paciente.

- El estado del paciente al momento de realizarle el diagnóstico, genera olvido de algunos hechos que han pasado y que no sea registrado oportunamente por el psicólogo.
- Personas que no tienen posibilidad de acudir a un psicólogo en caso de padecer depresión.
- Existen síntomas de la depresión que pueden llegar a ser confundidos y que pueden generar un diagnóstico erróneo.
- El experto humano no puede llegar a todas las personas que sufren depresión.
- El experto psicólogo se encuentra ocupado atendiendo a otros pacientes.
- El diagnóstico del psicólogo no es automático y rápido, cuando se quiere diagnosticar a un gran número de personas.

Tomando en cuenta los anteriores problemas y realizando un análisis de los mismos, el problema de investigación es el siguiente:

¿El Sistema Experto para el diagnóstico de la depresión que utilizará lógica difusa, será capaz de ofrecer diagnósticos confiables indicando el tipo de depresión que presenta el paciente?

En base al problema planteado, se puede identificar una variable independiente **Vi** y otra variable **Vd**, con la siguiente relación:



Donde:

Vi: Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión

Concepto: Los sistemas expertos son programas que contienen el conocimiento del experto humano.

Indicadores: Síntomas.

Instrumentos: Modelos Probabilísticos.

Valor: Cuantitativos en base al tipo de depresión que presente el paciente.

Vd: Diagnóstico Satisfactorio

Concepto: El conjunto de síntomas para el diagnóstico de la depresión.

Indicadores: Comparación de los diagnósticos entre el Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión y el Experto Humano.

Instrumentos: Comparación del sistema experto con el especialista psicólogo a través de la función Chi Cuadrado.

Valor: Entre (0 % - 100%)

1.4. HIPÓTESIS

La hipótesis de Investigación que se plantea es la siguiente:

H_i: El Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión, es 85% confiable para el diagnóstico del tipo de depresión que presenta el paciente.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo del Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP) que permita determinar el tipo de depresión que presenta un paciente.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una base de conocimiento que permita hacer una descripción sobre la experiencia y conocimiento del experto mediante reglas de producción. para su incorporación al SEDEP.
- Formalizar el conocimiento obtenido del experto psicólogo.
- Diseñar el SEDEP.
- Verificar la confiabilidad del SEDEP.

1.6. JUSTIFICACIÓN

Con el diseño de un sistema experto lo que se quiere en primera instancia es mantener el conocimiento del experto humano esto debido a que la mente humana es frágil y esta propensa a incursionar en algunos errores ya sean estos de olvidos o de confusiones, además una vez que se expira la vida del experto humano todo el conocimiento heurístico que poseía éste se pierde. En segunda instancia se pretende que el Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP), ayude principalmente al psicólogo, así como a las personas, brindándoles diagnósticos oportunos del tipo de depresión que padecen.

Las instituciones que principalmente requieren de la construcción de un Sistema Experto para el diagnóstico de la depresión son las instituciones que atienden casos de tipo psicológicos, además la población necesita de instrumentos o sistemas que puedan llevar a cabo un control de la salud mental, más aún si se presentan riesgos de padecer trastornos psicológicos que puedan afectar su diario vivir y al entorno que le rodea, la salud es lo más importante para mantener un equilibrio en la vida, y precisamente con el sistema se quiere ofrecer un diagnóstico oportuno que ayudará a determinar en el paciente el tipo de depresión que sufre, de manera que este siga un tratamiento para mejorar su estado.

No se puede dejar de lado que este Sistema Experto podría ser utilizado como una herramienta de apoyo para los estudiantes de psicología, pudiendo llegar a ser una fuente de información.

1.7. ALCANCES

- El presente trabajo solo se limita al diagnóstico de la depresión no ofreciendo posibles tratamientos.
- A través del conocimiento del especialista psicólogo se diseñara el Sistema Experto de tal manera que permita la construcción del prototipo del Sistema Experto, lo que favorece al área de la psicología y la Inteligencia Artificial.
- Se realizará el diagnóstico a personas que presenten los síntomas que pueden causar una posible depresión.

- El Sistema Experto ofrecerá un diagnóstico de manera rápida una vez introducidos los datos necesarios.

1.8. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente trabajo se empleará el Método Científico, que tiene los siguientes pasos [Balzer, 1997]:

- Observación
Consiste en el estudio de un fenómeno que se produce en sus condiciones naturales. La observación debe ser cuidadosa, exhaustiva y exacta.
- Identificación del problema
A partir de la observación surge la identificación del problema que se va a estudiar, lo que lleva a emitir alguna hipótesis
- Hipótesis
O suposición provisional de la que se intenta extraer una consecuencia. Una hipótesis confirmada se puede transformar en una ley científica que establezca una relación entre dos o más variables, y al estudiar un conjunto de leyes se pueden hallar algunas regularidades entre ellas que den lugar a unos principios generales con los cuales se constituya una teoría.
- Experimentación
Consiste en el estudio de un fenómeno, en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él. Se entiende por variable todo aquello que pueda causar cambios en los resultados de un experimento y se distingue entre variable independiente, dependiente y controlada.
- Resultados
Los resultados de un experimento pueden describirse mediante tablas, gráficos y ecuaciones de manera que puedan ser analizados con facilidad y permitan encontrar relaciones entre ellos que confirmen o no las hipótesis emitidas.

Para el diseño del Sistema Experto se utilizó la Metodología de Buchanan que se basa en la adquisición de conocimiento de distintas fuentes: libros y expertos. Esta metodología procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto. Se destacan 6 etapas fundamentales [Martínez, 2009]:

- Identificación
Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento, se establecen las facilidades computacionales y presupuestos, se identifican los objetivos o metas.
- Conceptualización
Se analizan los conceptos vertidos por el Experto de Campo.
- Formalización
Se identifican los conceptos relevantes e importantes,
- Implementación
Con el conocimiento obtenido del Experto, se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.
- Testeo
Se observa el comportamiento del prototipo.
- Revisión del prototipo
Se reformulan los conceptos.

1.9. APORTES

El Sistema Experto ira en beneficio a la población como un sistema que ayude al diagnóstico del tipo de depresión.

La formalización de los síntomas de cada paciente será de gran importancia a la hora del diseño del Sistema Experto permitiendo realizar diagnósticos más precisos y rápidos.

El Sistema Experto realizará los diagnósticos en base al conocimiento adquirido del experto humano.

El aporte fundamental es la construcción del prototipo del Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se plantea la teoría relacionada con la depresión, las características principales de la depresión, los Sistemas Expertos sus características, estructura y la metodología para el diseño del sistema.

2.1. INTRODUCCIÓN

La depresión es compleja, amplia e importante de conocer por que hoy en día se ve muchos casos que lamentablemente llegan a consecuencias extremos como el suicidio, en este sentido se revisará los síntomas, diagnósticos y consecuencias, Las investigaciones y avances teóricos en el área de psicología proponen una estrategia general a seguir en el desarrollo de Sistemas Expertos, el campo de aplicación de los Sistemas Expertos se va ampliando a medida que avanza el tiempo, lo más importante de un Sistema Experto es la aproximación al nivel del conocimiento de una persona conocida como experto humano. Lo que se pretende al realizar un Sistema Experto es preservar el conocimiento del experto construyendo una base de conocimientos, así como el utilizar herramientas que permitan el diagnóstico de enfermedades.

2.2. DEPRESIÓN

La depresión es un problema frecuente que afecta a hombres y mujeres de todas las edades, también a niños y adolescentes, se la puede conceptualizar como, un trastorno emocional, como un síntoma, un síndrome, una enfermedad única o un espectro con diferentes manifestaciones, que se presenta como un estado de abatimiento e infelicidad que puede ser transitorio o permanente. El término médico hace referencia a un conjunto de síntomas que afectan principalmente a la esfera afectiva: la tristeza, el decaimiento, la irritabilidad o un trastorno del humor que puede disminuir el rendimiento en el trabajo o limitar la actividad vital habitual, en la mayor parte de los casos, el diagnóstico es psicológico [Bravo, 2009].

La persona aquejada de depresión puede no presentar tristeza aunque es un síntoma frecuente, sino pérdida de interés e incapacidad para disfrutar las actividades lúdicas habituales, así como una vivencia poco motivadora y más lenta del transcurso del tiempo [Tyrrell, 2009].

Su origen es multifactorial, aunque hay que destacar factores desencadenantes tales como el estrés y sentimientos (derivados de una decepción sentimental, la contemplación o vivencia de un accidente, asesinato o tragedia, el trastorno por malas noticias, pena, y el haber atravesado una experiencia cercana a la muerte). También hay otros orígenes, como una elaboración inadecuada del duelo (por la muerte de un ser querido) o incluso el consumo de determinadas sustancias (abuso de alcohol o de otras sustancias tóxicas) y factores de predisposición como la genética o un condicionamiento paterno educativo [Calle, 2000].

La depresión puede tener importantes consecuencias sociales y personales, desde la incapacidad laboral hasta el suicidio, puede ser considerada una enfermedad que afecta el organismo (cerebro), el ánimo, y la manera de pensar. Afecta la forma en que una persona come y duerme. Afecta cómo uno se valora a sí mismo (autoestima) y la forma en que uno piensa, la depresión no es lo mismo que un estado pasajero de tristeza, no es una condición de la cual uno puede liberarse a voluntad, la mayoría de las personas pueden mejorar con un tratamiento adecuado, personas de todas las nacionalidades, edades, razas, pasados, estilo de vida, religiones, sufren de depresión [Tyrrell, 2009].

La depresión quizás se deba a que hoy en día se vive de manera mucho más enfocada hacia uno mismo. La idea de considerar a los demás más importantes que nosotros mismos, es casi imposible de comprender para muchos.

La depresión es considerada trastorno psicológico, se presenta debido a que nuestras sociedades se han vuelto un excelente cultivo para que la misma crezca, es un hecho que todos tienen necesidades emocionales básicas que deben satisfacer antes de poder disfrutar la vida y ser exitosos. Después de las necesidades primarias humanas de agua, comida y techo, vienen unas necesidades físicas y emocionales comunes; sin excepción se ha encontrado que las personas depresivas no las están satisfaciendo [Lips, 2009].

En la depresión en ocasiones el propio paciente ignora o niega el diagnóstico debido al estigma social que acarrea. También se presta a confusión por la pequeña línea que une a la depresión con la melancolía, la nostalgia y la pena [Sturgeon, 1995].

La depresión es un proceso que comienza con leves indicaciones como: humor depresivo, cansancio exagerado y pérdida de la vitalidad que conlleva a reducción de actividades que de no ser correctamente tratadas, derivan en un estado de padecimiento crónico y recurrente [García, 2009].

2.2.1. POSIBLES CAUSAS DE DEPRESIÓN

No existe una sola causa de la depresión; pueden contribuir muchos factores. Sin embargo, para algunas personas parecen estar implicados varios factores, mientras que para otras un sólo factor puede conducir a la aparición de los síntomas que suelen afectar a personas que antes se encontraban bien, pero que están tratando de sobrellevar una pérdida o una enfermedad repentina, aunque, a veces, las personas se deprimen sin motivo aparente alguno [García, 2009].

Existen 3 puntos de vista acerca de las causas de la depresión. La gran mayoría cree que generalmente es una combinación de estas 3 [Lips, 2009]:

1. La depresión es el resultado de experiencias desafortunadas.
2. La depresión es causada por ciertas formas de pensar.
3. La depresión es causada por un desbalance neuroquímico u hormonal.

2.2.1.1. LA DEPRESIÓN Y LOS EVENTOS EN NUESTRAS VIDAS

Entre esto se puede mencionar los traumas, trastornos y experiencias tristes que pueden generar una depresión, pero ¿por qué en personas con circunstancias similares, algunos se deprimen y otro no?, ¿puede una mala experiencia causar depresión?, si algo terrible sucede es obvio que la persona va a sentirse dolido, inclusive un evento traumático puede ser lo que dispara una depresión, pero en algunos casos no la causa. La depresión no es causada por lo que sucede en la vida, sino por la capacidad de responder y entender dichos eventos. Gran parte de los tipos de depresión se tratan de como se interpreta la realidad [Lips, 2009].

2.2.1.2. LA DEPRESIÓN Y LAS FORMAS DE PENSAR

Una parte clave de la depresión son las formas de pensar. Pero ¿significa eso que si una persona es pesimista inevitablemente tendrá depresión?. Es claro que la depresión no es una consecuencia inevitable de que las cosas que salen más [Lips, 2009].

Algunas personas aparentan tener una vida perfecta exteriormente, pero por dentro viven deprimidos, mientras que otros tienen muchas desventajas externas y nunca se deprimen. Es vital entender que hay muchas formas de lidiar con la adversidad, cada persona reacciona diferente, algunas formas tienden a causar depresión y otras no y eso llevó al estudio de cómo las formas de pensar en personas deprimidas se diferencian de los que no se deprimen [Tyrrell, 2009].

Las personas con ciertas características tales como pesimismo, baja autoestima, sensación de falta de control sobre las circunstancias de la vida y tendencia a la preocupación excesiva son más propensas a padecer de depresión. Estos atributos pueden resaltar el efecto de las situaciones de estrés o interferir con la capacidad de enfrentarlas o reponerse de las mismas. Aparentemente, los patrones de pensamiento negativo típicamente se establecen en la niñez o adolescencia. Algunos expertos han sugerido que la crianza tradicional puede fomentar estos rasgos y posiblemente es un factor determinante en la incidencia de depresión [Blehar, 2009].

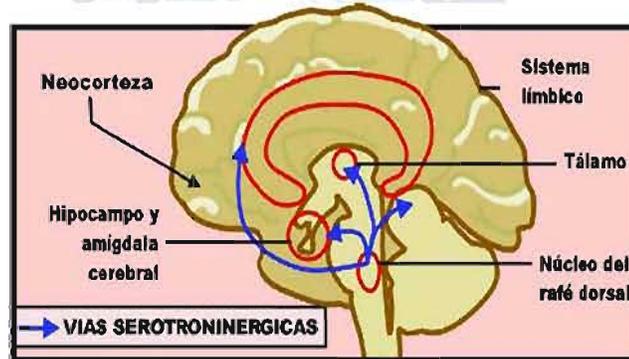
2.2.1.3. LA DEPRESIÓN Y CAMBIOS EN LOS NIVELES NEUROQUÍMICOS

Se ha demostrado que la bioquímica del cerebro juega un papel significativo en los trastornos depresivos. Se sabe, por ejemplo, que las personas con depresión severa típicamente tienen desequilibrios de ciertas sustancias químicas en el cerebro, conocidas como neurotransmisores. Además, los patrones de sueño, que se ven afectados por la bioquímica del organismo, son generalmente diferentes en las personas que tienen trastornos depresivos. La depresión puede ser inducida o aliviada con ciertos medicamentos, y algunas hormonas pueden alterar los estados de ánimo.

Lo que aún no se sabe es si el desequilibrio bioquímico de la depresión tienen un origen genético o es producido un trauma, o por una enfermedad física u otra condición ambiental [Tyrrell, 2009].

De acuerdo a Antero Vásquez, regularmente se dice que la depresión es causada por un desbalance químico en el cerebro y, sin duda alguna, en muchos casos, hay una reducción en el número de ciertos neurotransmisores en personas deprimidas. Principalmente las monoaminas como la serotonina (está relacionada con la aparición del dolor, actividad sexual, apetito, funciones cardiacas, ciclo de sueño, insomnio, la mayoría de la serotonina se genera en los núcleos de rafe, localizado en las estructuras que forman el tallo cerebral Figura 2.1.

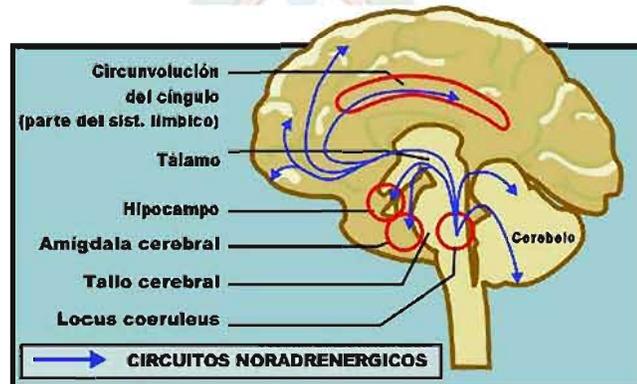
Figura 2.1. Localización de donde se genera la Serotonina



Fuente: [Vásquez, 2009]

También se tiene noradrenalina (generada en el Locus Coeruleus, forma parte de la formación reticular, localizada en el tallo cerebral como se ve en la Figura 2.2. relacionada con los ciclos de sueño, memoria, aprendizaje, estado de ánimo).

Figura 2.2. Localización de donde se genera la Noradrenalina



Fuente: [Vásquez, 2009]

Y la dopamina (neurotransmisor inhibitorio, participa en el estado de alerta y está involucrada la función motriz, el placer y la recompensa).

Es en estas monoaminas donde precisamente en lo que la mayoría de los tratamientos con drogas se basan.

Se sabe que la depresión es mucho más que una tristeza prolongada o duelo, y sin embargo estos mismos desbalances químicos pueden ser encontrados allí. Esta es la razón por la cual se puede decir que la depresión no es causada por un desbalance químico en la gran mayoría de los casos.

Entre más introspección negativa realice y menos participación en actividades placenteras tenga, menores se convierten los niveles de serotonina. La depresión puede llevar a cambios en los químicos del cerebro, pero estos regresan a la normalidad cuando la depresión desaparece.

Hay terapias para la depresión basadas en droga, que quitan la depresión totalmente en solo un tercio de las personas, parcialmente en solo otro tercio y no funcionan en el tercio restante. Adicionalmente, muchos de los que obtienen resultados positivos, dejan de tomar la droga por los efectos secundarios, que pueden ser peores que los mismos síntomas. También se demostró que las drogas suelen ser aun peores para prevenir recaídas que una psicoterapia apropiada, se puede decir que esto es verdad ya que solo se estaría tratando un síntoma y no la causa.

2.2.1.4. DESBALANCES HORMONALES.

Una causa médica comúnmente dada para la depresión, es la sobreproducción de las hormonas del estrés. Los desbalances hormonales relacionados con la depresión, tienen que ver con la reacción natural del cuerpo hacia el estrés [Lips, 2009].

Las personas deprimidas suelen tener elevados niveles de las hormonas del estrés en su sangre. Cuando la persona se enfada o se hace introspección negativa, se crea una agitación emocional que causa la descarga de hormonas del estrés, y esa noche al soñar, se revive esa emoción y nuevamente se descargan las hormonas [Tyrrell, 2009].

De allí sus altos niveles en la sangre. Pero esto es un síntoma y no la causa de la depresión [Tyrrell, 2009].

Aunque el estrés es un concepto relativamente moderno en términos de nuestra biología, el cuerpo lidia con el estrés viéndolo como una amenaza tradicional, por ejemplo, ser atacado, la reacción natural del cuerpo es la de confrontar o huir y entra en acción, principalmente:

- 1) Apagando actividades no esenciales o que distraen.
- 2) Aumentando la entrega de energía a los músculos principales.
- 3) Suprimiendo el apetito por comida o sexo.
- 4) Elevando el nivel de alerta.

El enlace principal entre la depresión y el estrés concierne a la forma de pensar, principalmente el pensamiento de todo o nada que causa problemas como catástrofes y dificultades para resolver problemas complejos esto es lo que la mente usa cuando se siente amenazada, a su vez, esto crea más agitación emocional o estrés, y así se continúa el ciclo, aumentando la cantidad de sueños y agotándolo [Lips, 2009].

2.2.1.5. LA DEPRESIÓN ES HEREDITARIA

De acuerdo a Tyrrel Mark, muchas veces para explicar la depresión se utilizan frases como: “es una familia depresiva”, “está en tus genes” o “es que estabas predestinado a sufrirla”. Son comentarios que causan mucho daño al depresivo y no son ciertos.

Hay evidencias que alguna depresión tiene una base genética. Principalmente los casos de Depresión graves. Sin embargo ahora se sabe que:

- La depresión se aprende, no se hereda.
- La depresión se pasa entre familias por aprendizaje.
- Aun si se tiene una predisposición genética, es solo eso y no garantiza que la persona tenga que deprimirse. No hay un gen de la depresión y nunca habrá, ya que los genes no funcionan así.

2.2.1.6. LA DEPRESIÓN CAUSADA POR ESTAR ENFERMO

Algunas enfermedades pueden causar síntomas que lleven a hundirse en una depresión. Por ejemplo: una persona que sufre de dolores intensos puede tener menos deseo de hacer cosas, sufrir de sueño interrumpido, sentir la vida menos agradable, desarrollar sentimientos de desesperanza [Sturgeon, 1995].

2.2.2. TIPOS DE DEPRESION

2.2.2.1. DEPRESIÓN MÍNIMA

La depresión mínima o leve es el tipo de depresión común, crónica y de baja intensidad, que incluye síntomas que no incapacitan tanto, sin embargo impiden el buen funcionamiento y el bienestar de la persona; son originados principalmente por individuos con pensamientos negativos. Muchas personas con depresión leve también pueden padecer de episodios depresivos severos en algún momento de su vida.

En general la depresión leve puede durar varias semanas; es más frecuente en las mujeres que en los hombres y también puede afectar a los niños. Los síntomas de la depresión mínima son similares a los de la depresión severa pero afectan menos a las personas. O sea que los síntomas son de baja intensidad. Por lo que la depresión mínima, presenta algunos de los síntomas de la depresión grave y las personas al realizar sus actividades de la vida diaria les toma un esfuerzo extraordinario, pero aún así siguen siendo funcional. La depresión mínima se presenta en personas con poca autoestima y que se abrumen fácilmente por el estrés del momento [Yescas, 2009].

No se sabe con certeza si esto representa una predisposición psicológica o una etapa temprana de la enfermedad. También se presenta en personas que pasan por un duelo de tipo emocional, de separación, o por la presencia de alguna enfermedad corta o de larga duración.

La persona continua realizando sus actividades de forma normal, solamente apareciendo algunas preocupaciones que desaparecerán con el pasar de los días probablemente se den por factores del momento como experiencias negativas o por el estrés [Alonso, 2009].

2.2.2.2. DEPRESIÓN SUAVE

La depresión suave es un tipo de depresión que es causada por algún impacto que se haya recibido como una noticia mala que va a afectar el desenvolvimiento en la vida diaria. La persona demostrará un interés disminuido en cosas que él o ella generalmente encontraban interesantes o agradables a diferencia de la depresión mínima esta puede durar 2 años inclusive más, es decir, los síntomas de depresión son leves pero duran mucho tiempo [Rada, 2005].

Puede ser que se espere que la depresión suave presente los síntomas similares a los de los otros tipos de depresión pero con menos intensidad. Esto es hasta cierto punto así, pero en la depresión suave hay con frecuencia a diferencia de la depresión mínima el tiempo de duración de la misma, que si los síntomas se van agudizando y dura más tiempo se llegaría a una depresión de tipo severa. En la depresión suave muchos de los síntomas se han caracterizado en el pasado como neuróticos e incluyen miedo, tristeza, fobias, síntomas de obsesión y por lo general la persona termina alejándose de las personas que le rodeaban [Yescas, 2009].

2.2.2.3. DEPRESIÓN MODERADA

La depresión moderada puede causar dificultades en el trabajo o con tareas diarias. Se presentan más síntomas que los que están presentes en la depresión suave y son generalmente más obvios y más perceptibles por los familiares o personas que rodean a la persona deprimida.

En un episodio moderado de la depresión, las características centrales son humor bajo, la carencia del disfrute, el pensamiento negativo reducción de la energía para realizar las actividades que realizaba comúnmente, todos estos aspectos conducen al descuido del funcionamiento social y ocupacional disminuyendo gradualmente con el pasar del tiempo [Rada, 2005].

Las personas comienzan a menudo a preocuparse de cosas innecesariamente por ejemplo funcionamiento en el trabajo, aunque este bien manejado siente preocupación no se siente capaz de tomar decisiones con facilidad, es más sensible y susceptible a la sensación se puede sentir lastimada u ofendida dentro de relaciones personales [Yescas, 2009].

2.2.2.3. DEPRESIÓN SEVERA

La depresión severa no es algo que una persona puede controlar o prevenir por la determinación. En ella están la mayoría de los síntomas más graves de la depresión, además se puede presentar un desequilibrio químico que puede ocurrir en cualquier momento, aún cuando vida va bien [Bravo, 2009].

La depresión severa es un tipo de depresión en el cual la persona presenta un estado de ánimo principalmente más irritable con una marcada disminución en el interés o placer por las actividades habituales a las que se dedica, siente más preocupación por su vida, su futuro aunque en algunos casos deja de importarle todo.

Mientras que los desórdenes depresivos llegan a ser más severos, todas las características en episodio depresivo ocurren con mayor intensidad. Hay pérdida completa de función en esferas sociales y ocupacionales. Las personas con este tipo de depresión pierden el interés en la atención hacia las demás personas, se nota la falta de higiene, pérdida del autoestima y descuido a la nutrición básica que puede dar lugar a problemas en la salud y provocar miedo para su bienestar [Rada, 2005].

Además, ciertas características distintivas de la depresión severa pueden ocurrir bajo la forma de desilusión y alucinaciones. La desilusión de desórdenes depresivos severos se refiere a los mismos temas que el pensamiento, no desilusión en desórdenes depresivos moderados. Por lo tanto la persona estará mal humorada [Yescas, 2009].

2.2.3. SÍNTOMAS

En la depresión mínima se presentan pocos síntomas de depresión y que probablemente se den por factores del momento, algunas preocupaciones que desaparecerán con el pasar de los días [Alonso, 2009].

En la depresión mínima se presentan síntomas cognitivos, los más relevantes son se encuentra descontentos consigo mismos, autocritican sus debilidades o errores, pueden tomar sus propias decisiones, se sienten preocupados por los problemas físicos como dolores, malestar de estómago.

Además, muchas de las personas con depresión mínima refieren que algunas veces su mente esta tan despejada como antes, gran parte del tiempo encuentran agradable vivir, no piensan en que sería mejor para los demás si murieran. Los síntomas conductuales de la depresión mínima se observa que las personas no disfrutan de las cosas tanto como antes, para algunos no se ha perdido el interés por los demás. Los síntomas emocionales-afectivos, las personas señalan que no están más irritados de lo normal, se sienten tristes, no se sienten especialmente desanimados de cara al futuro, no se sienten fracasados, en algunas ocasiones se sienten culpables, presentan ganas de llorar pero no lloran, se sienten más irritables, por las mañanas se sienten mejor que en el resto del día .

Los síntomas fisiológicos, las personas manifiestan que duermen tan bien como siempre o muy pocas veces tienen problemas para dormir, no se cansan más que antes, no notan que su apetito haya disminuido, no presentan pérdida de peso y no hay ningún cambio en su interés por el sexo., por otro lado, refieren que algunas veces se sienten cansados sin razón. [Yescas, 2009].

En la depresión suave se presenta solamente la forma suave de la depresión los síntomas no son muy severos. La persona puede continuar con su vida normal, posiblemente afecte su pensamiento y lo haga menos sostenido en sus ideas e intereses. En muchos casos la persona ya no quiere realizar sus tareas como normalmente lo hacía dejando de lado sus actividades cotidianas, pero continúan a menudo con el esencial, tal como ir a trabajar o estar con la familia. Sin embargo, tenderán para no estar conscientes sobre estas cosas como previamente, o llegarán a estar trastornados porque se sienten que no están haciendo frente tan bien como ellos deben porque se sienten demasiado cansados [Rada, 2005].

En la depresión moderada también se presentan los síntomas cognitivos, conductuales, emocionales- afectivos y los síntomas fisiológicos.

Los síntomas cognitivos, en este nivel de depresión las personas piensan que quizá estén siendo castigados, reportan estar descontentos de sí mismos y estar a disgusto consigo mismo, algunos se autocriticán por su debilidad o por sus errores, piensan en suicidarse pero no lo harán.

Tomar decisiones resulta más difícil que antes, no creen tener peor aspecto que antes, les preocupan los problemas físicos como los dolores, el malestar de estómago o los catarros, algunas veces su mente es tan clara como de costumbre, encuentran agradable vivir, nunca piensan que los demás estarían mejor si ellos mueren, algunas veces tienen esperanza y confianza en el futuro, encuentran fácil tomar decisiones, piensan que son útiles y necesarios.

Los síntomas conductuales de la depresión moderada, las personas no disfrutaban de las cosas tanto como antes, han perdido gran parte del interés por los demás, una parte afirma que le cuesta más esfuerzo de lo habitual empezar a hacer algo y otros que tienen que obligarse a sí mismos para hacer algo y lloran más que antes, casi siempre se sienten agitados e intranquilos y no pueden estar quietos, gran parte del tiempo no disfrutaban conversar y estar con otras personas, algunas veces disfrutaban las mismas cosas.

Los síntomas emocionales-afectivos de la depresión moderada, en este nivel, se observa que las personas se sienten tristes, desanimados de cara al futuro, no se sienten como fracasados, también se sienten culpables en bastantes ocasiones y que se molestan o se irritan más fácilmente que antes, además señalan que gran parte del tiempo se sienten tristes, gran parte del tiempo se sienten más irritables de lo usual, algunas veces por las mañanas se sienten mejor que en el resto del día, muy pocas veces se sienten mejor por las mañanas que en el resto del día.

Los síntomas fisiológicos, las personas no duermen tan bien como antes, se cansan más que antes, su apetito disminuye, perdiendo peso.

Se observó, que algunas veces se sienten cansados sin razón, muy pocas veces tienen problemas para dormir, además se encontró que algunas veces comen igual que antes, muy pocas veces comen igual que antes, que muy pocas veces notan que están perdiendo peso, la personas con depresión moderada en algunos casos ya no se preocupa por su salud y cuando se preocupa por su salud se siente hunde en una tristeza más profunda por no saber qué hacer [Yescas, 2009]. También se considera el aspecto de la persona es característico. el vestido y la preparación pueden ser descuidados.

Las características faciales son caracterizadas por dar vuelta hacia abajo de las esquinas de la boca y por el surco vertical del centro de la frente. El índice del centelleo puede ser reducido. Los hombros están doblados y la cabeza está inclinada adelante de modo que la dirección de la mirada fija esté hacia abajo. Se reducen los movimientos. Es importante observar que algunas personas mantienen un exterior sonriente a pesar de sensaciones profundas de la depresión.

La depresión severa se manifiesta por una combinación de síntomas que interfieren con la capacidad para trabajar, estudiar, dormir, comer y disfrutar de actividades que antes eran placenteras. Un episodio de depresión muy incapacitante puede ocurrir sólo una vez en la vida, pero por lo general ocurre varias veces en el curso de la vida.

Los síntomas de la depresión severa incluyen la disminución del grado de confiabilidad, las personas deprimidas emiten señales de socorro o agitación considerable, pérdida de autoestima o sensaciones de la culpabilidad, tenderán para carecer cualquier deseo de hablar con otros o de ocuparse en alguna actividad, pueden demostrar agitación general, pero no harán cualquier cosa evitarlo, en algunos casos las sensaciones de disgusto por uno mismo pueden conducir a oír voces e inclusive tienen pensamientos suicidas [Bravo, 2009].

2.2.4. COMO SE DIAGNÓSTICA

De acuerdo Mark Tyrrel la depresión se diagnóstica, si un cierto número de sentimientos, que son signos de depresión, están presentes durante cierto tiempo. Se puede diagnosticar que una persona sufre de depresión si se presentan varios de los siguientes síntomas durante un periodo de dos semanas y representan un cambio en el funcionamiento previo; al menos uno de los síntomas está relacionado con el estado de ánimo deprimido o pérdida de interés o placer.

1. Estado de ánimo deprimido durante gran parte del día, casi todos los días, como lo indica se indica en un ejemplo de una persona que indica que se siente vacío y triste, u observaciones hechas por otras personas que se encuentran con la persona deprimida que indican que lo ven con los ojos aguados.

Se debe considerar en esta parte que en niños o adolescentes, estos síntomas pueden ser estado de ánimo irritable.

2. Un notable decaimiento de interés y placer en todas, o casi todas, las actividades durante casi todo el día, casi todos los días. (Como lo indica el sujeto u observaciones de otros).
3. Una pérdida o aumento de peso sin estar en una dieta especial por ejemplo: una variación de más de 5%, en un periodo de un mes, del total del peso corporal, o el incremento o disminución del apetito casi todos los días. En niños se debe mirar no alcanzar los aumentos de peso esperados para no confundirlo con depresión.
4. Insomnio casi todos los días.
5. Agitación o retardación psicomotor casi todos los días (observada por otros y no solamente sentimientos de agitación o lentitud expresadas por el sujeto).
6. Fatiga o pérdida de energía casi todos los días.
7. Sentimiento de no valer nada o excesivos o inapropiados sentimientos de culpabilidad (que pueden ser delirantes) casi todos los días.
8. Disminución en la capacidad de pensar o concentrarse, o indecisión, casi todos los días.
9. Pensamientos recurrentes de muerte (no solo miedo de morir), recurrente idealización del suicidio sin un plan específico, o un intento de suicidio o un plan específico para cometer suicidio.

Además se debe considerar en esta parte que los síntomas causan una aflicción o daño significativo en áreas de funcionamiento social, ocupacional u otras, los síntomas no son debidos a los efectos fisiológicos directos de una substancia como drogas, medicamentos; los síntomas no se pueden explicar como un proceso de duelo que es una 'respuesta natural'. Por ejemplo, al perder un ser querido, los síntomas persisten por más de dos meses o se caracterizan por una incapacidad funcional, una morbosa preocupación acompañada de sentirse despreciable, ideas suicidas, síntomas psicóticos o retraso psicomotor. Como se presentan los mismos síntomas que en la depresión, se puede decir que la depresión es simplemente una 'respuesta natural' en el momento equivocado.

2.3. SISTEMA EXPERTO

Los Sistemas Expertos son programas de computación que se derivan de una rama de la investigación informática llamada Inteligencia Artificial (I.A.). El objetivo científico de la I.A. es entender la inteligencia. Está referida a los conceptos y a los métodos de inferencia simbólica, o de razonamiento por computadora, y cómo el conocimiento usado para hacer esas inferencias será representado dentro de la máquina [Samper, 2004].

El término inteligencia cubre muchas habilidades conocidas, incluyendo la capacidad de solucionar problemas, de aprender y de entender lenguajes; la I.A. dirige todas estas habilidades. La mayoría de los esfuerzos en I.A. se han hecho en el área de solucionar los problemas, los conceptos y los métodos para construir los programas que razonan acerca de los problemas y que luego calculan una solución. Los programas de I.A. que logran la capacidad experta de solucionar problemas aplicando las tareas específicas del conocimiento se llaman Sistemas Basados en Conocimiento o Sistemas Expertos. A menudo, el término sistemas expertos se reserva para los programas que contienen el conocimiento usado por los humanos expertos, en contraste al conocimiento recolectado por los libros de textos. Los términos, sistemas expertos (ES) y sistemas basados en conocimiento (KBS), se utilizan como sinónimos. Tomados juntos representan el tipo más extenso de aplicación de I.A. [Eslava, 2009].

El área del conocimiento intelectual humano para ser capturado en un sistema experto se llama el dominio de la tarea. La tarea se refiere a una cierta meta orientada, actividad de solucionar el problema. El dominio se refiere al área dentro de la cual se está realizando la tarea. Las tareas típicas son el diagnóstico, hojas de operación, la programación, configuración y diseño [Samper, 2004].

La construcción de un Sistema Experto se llama ingeniería del conocimiento y sus médicos son los ingenieros del conocimiento. El ingeniero del conocimiento debe cerciorarse de que el ordenador tenga todo el conocimiento necesario para solucionar un problema. También debe elegir una o más formas en las cuales representar el conocimiento requerido en la memoria del ordenador, es decir, él debe elegir una representación del conocimiento que va a tener el sistema.

Él debe también asegurarse de que la computadora pueda utilizar eficientemente el conocimiento, seleccionando de un conjunto de métodos de razonamiento [Eslava, 2009].

2.3.1. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO

Para desarrollar un Sistema Experto es necesario contar con un experto humano competente en un área determinada del conocimiento. Un experto humano es alguien que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar un consejo apropiado, sin embargo estos expertos pueden ser pocos y no siempre se encuentran disponibles, haciendo esto que sea difícil que el experto pueda transmitir sus conocimientos, así mismo el conocimiento que ha adquirido este experto es de forma práctica [Velásquez, 2005].

En la tabla siguiente se puede observar las características que presenta un sistema experto frente a un experto humano [Velásquez, 2005].

Tabla 2.1. Características entre un Sistema Experto y un Experto humano

CARACTERÍSTICA	SISTEMA EXPERTO	EXPERTO HUMANO
Conocimiento	Adquirido	Adquirido e innato
Adquisición del conocimiento	Teórico	Teórico y práctico
Campo	Único	Múltiples
Explicación	Siempre	A veces
Limitación de capacidad	Si	Si, no evaluable
Reproducible	Si, idéntico	No
Tipos de datos	Simbólica	Términos respecto a su área
Resolución	Heurística	Fundamentos teóricos
Solución	Satisfactoria	Satisfactoria evaluable
Tiempo de respuesta	Óptimo	Con demora
Confiable	Si	Si
Comprensible	Siempre	A veces
Vida	Infinita	Finita

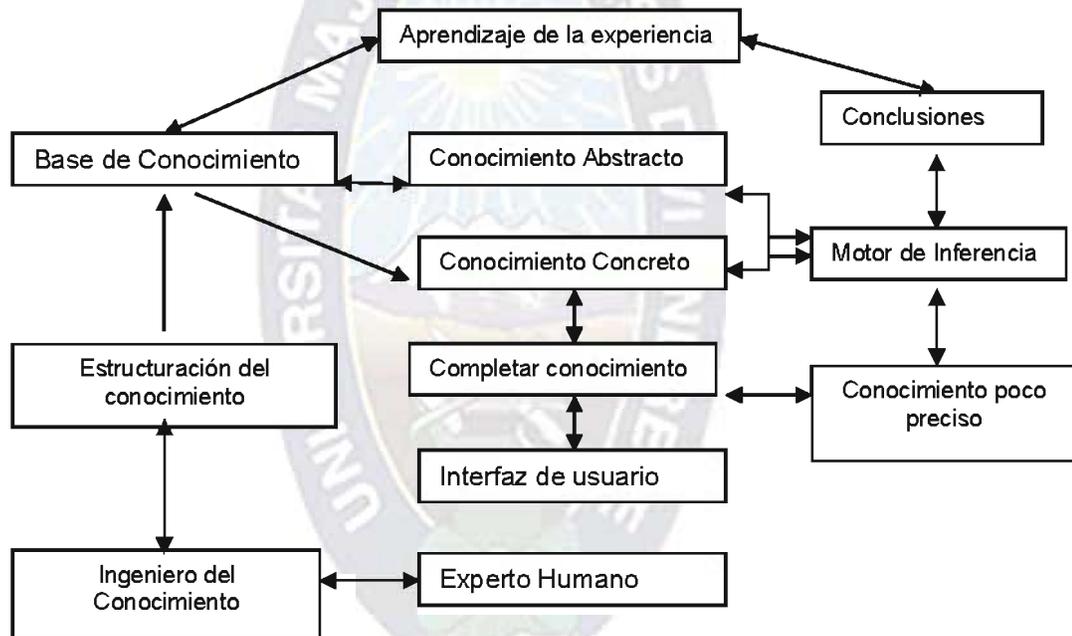
Fuente: Sistemas Expertos [Velásquez, 2005]

2.3.2 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

La estructura o arquitectura que presenta un Sistema Experto establece los diferentes procesos que se pueden llevar adelante, cada Sistema Experto consiste de dos partes una es el conocimiento (base de conocimiento) y el procesamiento o razonamiento (motor de inferencia). para que sea más fácil de entender a esto se le añade una interfaz de usuario y los componentes explicativos [Velásquez, 2005].

La estructura de un Sistema Experto es como se ve en la Figura 2.3.

Figura 2.3. Estructura de un Sistema Experto



Fuente: Sistemas Experto [Velásquez, 2005]

Experto humano: La función que cumple es la de ordenar, estructurar y fundamentar su conocimiento, respecto de las preguntas formuladas por el ingeniero del conocimiento, que exige razones, explicando los porque de las mismas y controla la coherencia del conocimiento en su conjunto, no permitiendo contradicciones en el mismo. Estructuración del Conocimiento: Realiza un control más ordenado y fiable. Es frecuente encontrar sistemas con reglas que se contradicen y que por tanto impiden su correcto funcionamiento-

Ingeniero del Conocimiento; Es el especialista que interactúa con el Experto Humano en la estructuración del conocimiento y construcción de la Base de Conocimiento.

Conocimiento Abstracto: Recibe el conocimiento proporcionado por el experto y el ingeniero del conocimiento si aun no está en la base de conocimiento lo transmite de forma inteligible. El conocimiento almacenado es de tipo abstracto esto quiere decir que son de validez general, reglas, espacios probabilísticos, etc. Por ejemplo en el caso del diagnóstico medico, conocimiento abstracto son los síntomas de todas las diferentes enfermedades sus nombre los tratamientos, etc. Este conocimiento es permanente y forma parte esencial del sistema.

Conocimiento Concreto: es el tipo de conocimiento que se presenta en la situación a analizar es decir la validez particular. Además el conocimiento concreto está constituido por los síntomas particulares de las diferentes enfermedades de cada paciente en estudio. En el caso de estudio son el conjunto de síntomas que concretamente presenta el paciente. Este conocimiento es efímero, se destruye y no forma parte del sistema-

Base de Conocimiento: Elemento que almacena el conocimiento abstracto y lo pone a disposición del motor de inferencia para su posterior tratamiento. Es decir el conocimiento del experto humano debe estar convenientemente formalizado y estructurado. Además este conocimiento se puede representar mediante cálculo de predicados, listas, objetos, redes semánticas y/o reglas de producción. De todas ellas, las dos formas más usuales son las reglas de producción y los objetos al cual se avocara el presente trabajo. En cualquier caso la elección de las técnicas de representación a utilizar dependerá del tipo de problema a resolver.

Motor de inferencia: La función principal es aplicar el conocimiento abstracto al conocimiento concreto para sacar conclusiones. Por ejemplo el diagnóstico de un paciente dado consiste en analizar sus síntomas (conocimiento concreto) detectar enfermedades que posee mediante un análisis de las diferentes sintomatologías (conocimiento abstracto). Durante este proceso puede ocurrir que el conocimiento concreto inicial sea muy limitado y que no pueda sacarse conclusiones fiables, por lo que el sistema experto debe disponer de un subsistema de completar

conocimiento para proceder de nuevo a su reelaboración y repetir el ciclo hasta llegar a conclusiones validas.

Entonces se puede decir que el motor de inferencia o interprete de reglas e un modulo que se encarga de las operaciones de búsqueda y selección de las reglas a utilizar en el proceso de razonamiento. El motor de inferencia es la unidad lógica con al que se extraen conclusiones de la base de conocimientos, según un método fijo de solución de problemas que está configurado imitando el procedimiento humano de los experto para solucionar problemas. En otras palabras es el que proporciona el consejo experto [Eslava, 2009].

Las funciones del mecanismo de inferencia son:

- Determinación de las acciones que tendrán lugar, el orden en que lo harán y como lo harán entre las diferentes partes del sistema experto
- Determinar cómo y cuando se procesarán las reglas y si da el caso también la elección de que reglas deberán procesarse
- Control del dialogo con el usuario
- La decisión sobre los mecanismos de procesamiento de reglas, es decir, que estrategia de búsqueda se implementaran, ya que es de vital importancia para efectividad del sistema en su conjunto

Ante problemas o clases de problemas distintos se estructuran como es lógico, diferente mecanismo de inferencia. El mecanismo de inferencia debe estar adaptado al problema a solucionar.

Se asocia con un modelo o paradigma para resolver problemas.

- Modelo que utiliza métodos de encadenamientos de reglas SI – ENTONCES para formar una línea de razonamiento.
- Si el encadenamiento comienza de un conjunto de condiciones y se mueve hacia las conclusiones entonces el método es denominado encadenamiento hacia adelante.
- Si la conclusión es conocida pero la ruta de la conclusión no es conocida entonces el método que se utiliza es el encadenamiento hacia atrás.

El motor de inferencia contiene implementado estos métodos de razonamiento y controla la ejecución de las reglas

Interfaz de usuario: La demanda de nueva información se hace preguntando al usuario. En esta interfaz juega uno de los papeles preponderantes los nuevos elementos de hardware y software como los menús, cuadros de dialogo y gráficos

Conclusión: Una vez obtenido las conclusiones pertinentes el Sistema Experto debe realizar ciertas acciones que den un resultado final al trabajo.

Justificación: Después de analizar los procesos seguidos por el motor de inferencia comunica la usuario en forma ordenada e inteligible los hechos determinantes que diferencias las distintas alternativas de decisión

Aprendizaje de la experiencia: En el aprendizaje que realiza el sistema Experto utiliza la metodología de arboles de decisión, método utilizado para las inferencias inductivas y para la aproximación de funciones de valores discretos.

Base de hechos: Se trata de una memoria temporal auxiliar que almacena los datos del usuario, datos iniciales del problema y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del proceso de resolución. A través de ella se puede saber no solo el estado actual del sistema sino también como se llevo a él.

Módulo de explicaciones: Es la utilizada importante en la etapa de desarrollo ya que aporta una ayuda considerable al ingeniero del conocimiento para refinar el funcionamiento del motor de inferencia y al experto a la hora de construir y verificar la coherencia del base de conocimiento. Sirve para explicar al usuario tanto las reglas usadas como el conocimiento aplicado en la resolución de un determinado problema.

Módulo de adquisición de conocimiento: Este modulo permite al ingeniero del conocimiento y/o experto la construcción de la base de conocimiento de una forma sencilla, así como disponer de una herramienta de ayuda para actualizar la base de conocimiento cuando sea necesario.

2.3.3. POR QUE USAR UN SISTEMA EXPERTO

El desarrollo de un Sistema Experto presenta por lo general un costo muy alto, pero las ventajas se encuentra en el mantenimiento y el costo de su uso frecuentado es relativamente bajo, además la ganancia en términos monetarios, tiempo y precisión resultantes del uso de los sistemas expertos son muy altos.

Con la ayuda de un Sistema Experto las personas que no tienen experiencia en el área pueden resolver problemas que requieren el conocimiento del experto. Se puede combinar el conocimiento de varios expertos humanos para obtener un sistema experto más integrado. Los Sistemas Expertos pueden responder a preguntas y resolver problemas mucho más rápidamente que un experto humano. La complejidad de ciertos problemas impide al experto humano resolverlo, en algunas situaciones las solución de los expertos humanos no es fiable, la capacidad de las computadores de procesar operaciones complejas es rápida y aproximada lo que hace que los sistemas experto suministran respuestas fiables en situaciones en las que los expertos humanos no puedan [Velásquez, 2005].

2.3.4. EN QUE SE DIFERENCIA UN SISTEMA EXPERTO DE UN SISTEMA CLÁSICO

La estructura de los sistemas expertos es diferente a los sistemas clásicos, se presentan tanto ventajas como desventajas, pero si se quiere emitir un diagnóstico como lo haría un experto en el área es necesario un sistema experto basado en reglas de conocimiento aplicando lógica en el análisis y desarrollo [Samper, 2004].

Tabla 2.2. Comparación entre un Sistema Clásico y un Sistema Experto

SISTEMA CLÁSICO	SISTEMA EXPERTO
Conocimiento y procesamiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo de procesamiento
No contiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones los datos solo se usan o describen	Una parte del sistema experto consiste en el modulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema solo opera completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurística y lógica
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta
Representa y usa datos	Representa y usa conocimiento

Fuente: Sistemas Expertos [Samper, 2004]

2.3.4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

La metodología que se utiliza es la de Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento (de distintas fuentes, como ser libros, expertos, otros) [Martínez, 2009].

Las etapas que contempla esta metodología y que el ingeniero de conocimiento debe pasar para producir un Sistema Experto son seis: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación, Testeo y Revisión del prototipo.

2.3.4.1. IDENTIFICACIÓN

Abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar en la construcción del sistema; como también la definición de cuáles son las funciones o tareas más idóneas para ser realizadas por el sistema experto [Martínez, 2009].

Estas tareas son importantes para determinan que lenguaje y que sistema se usará. El ingeniero de conocimiento debe sentirse razonablemente cómodo respecto del dominio del problema, como para conversas inteligentemente con el experto, en resumen:

- Se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento.
- Se establecen las facilidades computacionales y presupuestos.
- Se identifican los objetivos o metas.

2.3.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN

Significa que por medio de entrevistas con el experto, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto de campo y el ingeniero de conocimiento definen el alcance del sistema experto, es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto [Martínez, 2009].

- Se analizarán los conceptos vertidos por el experto de campo.

- Los mismos serán tomados en cuenta con sumo interés, pues el experto humano o de campo es quién conoce en detalle los fundamentos articulares del tema a investigar.

2.3.4.3. FORMALIZACIÓN

Con el problema adecuadamente definido el ingeniero de conocimiento empieza a determinar los principales conceptos del dominio que se requieren para realizar cada una de las tareas que va a resolver el sistema. Esto es importante para la tarea de definición del sistema experto y para mantener una adecuada documentación del mismo, ya que es útil para la tarea de diseño, construcción y para posteriores modificaciones del sistema. El ingeniero de conocimiento debe prestar atención al experto de campo para encontrar la estructura básica que el experto utiliza para resolver el problema. Está formada por una serie de mecanismos organizativos que el experto de campo usa para manejarse en ese dominio. Esta estructura básica de organización del conocimiento le permite al experto realizar ciertos tipos de inferencias. El ingeniero de conocimiento además debe reconocer las estrategias básicas que usa el experto cuando desarrolla su tarea, que hechos establece primero, que tipos de preguntas realiza primero, si define supuestos inicialmente sin bases con información tentativa, como determina el experto que pregunta debe usar para refinar sus suposiciones y en qué orden el experto prosigue con cada subtarea y si ese orden varía según el caso [Martínez, 2009].

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

2.3.4.4. IMPLEMENTACIÓN

El ingeniero de conocimiento deberá a medida que se desarrolla el prototipo que el formalismo usado es el apropiado para reflejar los conceptos y el proceso de inferencia del experto.

Las características particulares de construcción del lenguaje capturen exactamente los aspectos estructurales más importantes de los conceptos usados por el experto, la estructura del control del lenguaje al activar las reglas refleje la estrategia usada por el experto [Martínez, 2009].

- Se formaliza el conocimiento obtenido del experto.
- Se elige la organización.
- El lenguaje de programación.

2.3.4.5. TESTEO

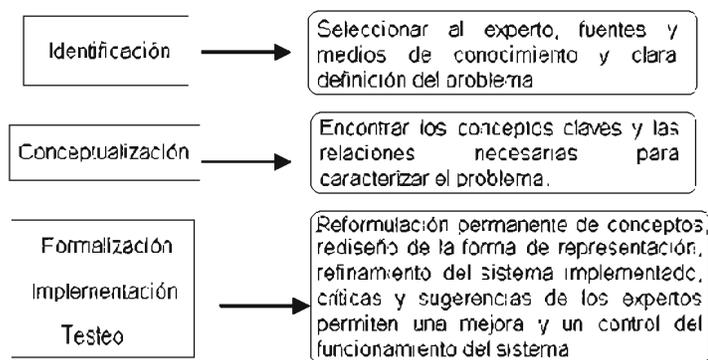
Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose que el Sistema Experto posea eficiencia [Martínez, 2009].

2.3.4.6. REVISIÓN DEL PROTOTIPO

- Se reformulan los conceptos.
- Se rediseña y refina el prototipo.
- Se refina el prototipo, o si fuera el caso, se rediseña y se reformulan los conceptos.

La característica más importante de ésta metodología es la constante relación entre el ingeniero de conocimiento y el experto humano, en la figura 2.4. se presenta un resumen de las etapas para el diseño de un Sistema Experto utilizando la metodología Buchanan.

Figura 2.4. Etapas de la elaboración de un Sistema Experto



Fuente: [Martínez, 2009]

2.4. LOGICA DIFUSA

El concepto de Lógica Difusa fue concebido por Lofti A. Zaded, profesor de la Universidad de California en Berkeley, quién inconforme con los conjuntos clásicos que sólo permiten dos opciones, la pertenencia o no de un elemento a dicho conjunto, la presentó como una forma de procesar información permitiendo pertenencias parciales a unos conjuntos, que en contraposición a los clásicos los denominó Conjuntos Difusos (fuzzy sets).

El concepto de conjunto difuso fue expuesto por Zadeh el año 1965, hoy clásico en la literatura de la lógica difusa, titulado. El año 1971 publica el artículo, "Quantitative Fuzzy Semantics", en donde introduce los elementos formales que acabarían componiendo el cuerpo de la doctrina de la lógica difusa y sus aplicaciones tal como se conocen en la actualidad. Zadeh dice: "La lógica difusa trata de copiar la forma en que los humanos toman decisiones" no siendo decisiones que solamente expresan verdad o falsedad en la respuesta [López, 2009].

La lógica difusa es una metodología que proporciona una manera simple y elegante de obtener una conclusión a partir de información de entrada vaga, ambigua, imprecisa, con ruido o incompleta. En general la lógica difusa imita como una persona toma decisiones basada en información con las características mencionadas. Una de las ventajas de la lógica difusa es la posibilidad de implementar sistemas basados en ella tanto en hardware como en software o en combinación de ambos.

La lógica difusa es una técnica de la inteligencia computacional que permite trabajar con información con alto grado de imprecisión, en esto se diferencia de la lógica convencional que trabaja con información bien definida y precisa. Es una lógica multivaluada que permite valores intermedios para poder definir evaluaciones entre si/no, verdadero/falso, negro/blanco, caliente/frío, etc. [Rodríguez, 2005].

2.4.1. CONJUNTOS DIFUSOS

Los conjuntos difusos pueden ser considerados como una generalización de los conjuntos clásicos, la teoría clásica de conjuntos solo contempla la pertenencia o no pertenencia de un elemento a un conjunto, sin embargo la teoría de conjuntos difusos contempla la pertenencia parcial de un elemento a un conjunto, es decir, cada elemento presenta un grado de pertenencia a un conjunto difuso que puede tomar cualquier valor entre 0 y 1. Este grado de pertenencia se define mediante la función característica asociada al conjunto difuso, que es cada valor que pueda tomar un elemento o variable x , es decir, la función característica o de pertenencia denotada por $\mu_A(x)$ proporciona el grado de pertenencia de este valor de x al conjunto difuso A [Vargas, 2009].

Formalmente un conjunto difuso en el universo de discurso (son todos los valores que pueden ser tomados por un atributo) U se caracteriza por una función de pertenencia o característica $\mu_A(x)$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$, y puede representarse como un conjunto de pares ordenados de un elemento x y su valor de pertenencia al conjunto [Choque, 2005]:

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\}.$$

2.4.2. FUNCIÓN DE PERTENENCIA

La función de pertenencia o característica proporciona una medida de grado de similaridad de un elemento de U con el conjunto difuso. La forma de una función de pertenencia utilizada, depende del criterio aplicado en la resolución de cada problema y variara en función de la cultura, geografía, época o punto de vista del usuario. La única condición que debe cumplir una función de pertenencia es que tome valores entre 0 y 1, con continuidad [Vargas, 2009].

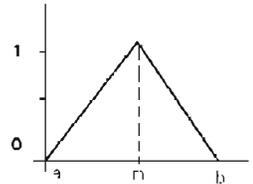
Entre las funciones de pertenencia típicas [Choque, 2005]: pueden distinguirse:

a) Función Triangular. Se encuentra definida por sus límites: inferior a y superior b , y el valor modal m , tal que $a < m < b$.

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ (x-a)/(m-a) & \text{si } x \in (a,m) \\ (b-x)/(b-m) & \text{si } x \in (m,b) \\ 0 & \text{si } x \geq b \end{cases}$$

La función triangular se representa como se ve en la Figura 2.5.

Figura 2.5. Función Triangular



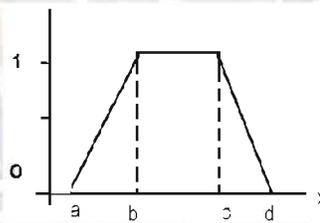
Fuente: [Choque, 2005]

b) Función Trapezoidal. Se encuentra definida por sus límites: inferior a y superior d, y los límites de su soporte, b y c, inferior y superior respectivamente.

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ (x-a)/(b-a) & \text{si } x \in (a, b] \\ 1 & \text{si } x \in (b, c) \\ (d-x)/(d-c) & \text{si } x \in (c, d) \end{cases}$$

La función trapezoidal se representa como se ve en la Figura 2.6.

Figura 2.6. Función Trapezoidal



Fuente: [Choque, 2005]

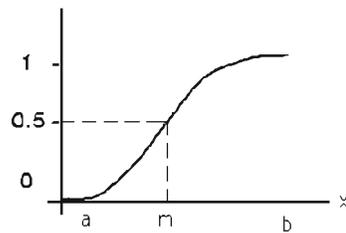
c) Función S. Se encuentra definida por sus límites: inferior a y superior b, y el valor m, denominado punto de inflexión, tal que $a < m < b$. Un valor típico de esta función es el promedio $m = (a+b)/2$. El crecimiento es mas lento cuanto mayor sea la distancia (a-b).

La función S esta dada por:

$$A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq a \\ 2\{(x-a)/(b-a)\}^2 & \text{si } x \in (a, m] \\ 1-2\{(x-b)/(b-a)\}^2 & \text{si } x \in (m, b) \\ 1 & \text{si } x > b \end{cases}$$

La función S se representa como se ve en la Figura 2.7.

Figura 2.7. Función S



Fuente: [Choque, 2005]

En general, es preferible usar funciones simples, debido a que simplifican muchos cálculos y no pierden exactitud, debido a que precisamente se está definiendo un concepto difuso [Choque, 2005].

Conceptualmente existen dos aproximaciones para determinar la función de pertenencia asociada a un conjunto: la primera aproximación está basada en el conocimiento humano de los expertos y la segunda aproximación es utilizar una colección de datos para diseñar la función. El número de funciones características asociadas a una misma variable es elegido por el experto: a mayor número de funciones características tendremos mayor resolución pero también mayor complejidad computacional; además estas funciones pueden estar solapadas, lo que pone de manifiesto un aspecto clave de la lógica difusa a la vez, es decir, “el vaso puede estar medio lleno y medio vacío a la vez” [Vargas, 2009].

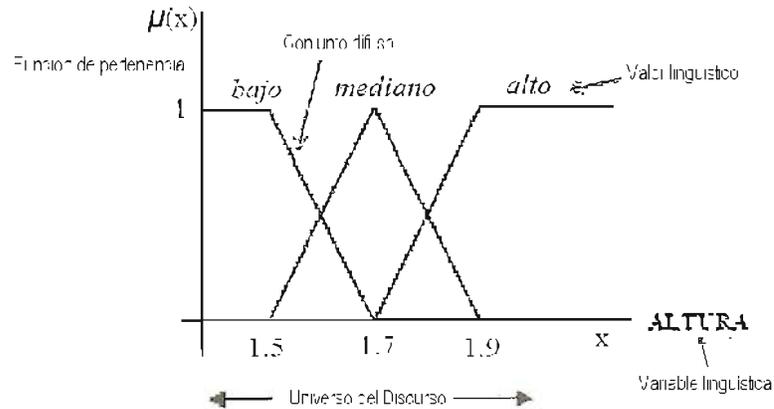
2.4.3. VARIABLES LINGÜÍSTICAS

En la vida cotidiana se utilizan palabras para describir variables, por ejemplo cuando se dice “hoy hace calor” es equivalente a decir la temperatura actual es alta, se utiliza la palabra alta, para describir la temperatura actual, es decir, la variable temperatura actual toma la palabra alta como su valor.

Cuando una variable toma números como sus valores, se tiene un marco de trabajo bien formulado matemáticamente, pero cuando una variable toma palabras como sus valores no se tiene un marco de trabajo formal matemáticamente, de aquí que el concepto de variable lingüística se introduce, si una variable puede tomar palabras en lenguaje natural como sus valores, esta es llamada variable lingüística [Rolston, 1998].

A continuación en la Figura 2.8 se ve los elementos de un conjunto difuso.

Figura 2.8. Elementos de un Conjunto Difuso



Fuente: [Vargas, 2005]

2.4.4. INFERENCIA DIFUSA

Se llama reglas difusas al conjunto de proposiciones IF – THEN que modelan el problema que se quiere resolver. Una regla difusa simple tiene la forma:

“si u es A entonces v es B ”

Donde A y B son conjuntos difusos definidos en los rangos de u y v respectivamente. Una regla expresa un tipo de relación entre los conjuntos A y B cuya función característica sería $\mu_{A \rightarrow B}(x,y)$ y representa lo que conocemos como implicación lógica. La elección apropiada de esta función característica está sujeta a las reglas de la lógica proposicional [Vargas, 2005].

2.4.4.1. REGLAS DIFUSAS

Una regla difusa base es un conjunto de reglas Si – ENTONCES que pueden ser expresadas de la siguiente forma:

Regla^m: Si u_1 es A_1^m y u_2 es A_2^m y u_p es A_p^m

Entonces v es B^m

Con $m= 1,2,3,\dots,M$

Donde A_i^m y B^m son conjuntos difusos, $u_i \in U$ y $v \in V$.

Existen dos caminos para obtener el conjunto de reglas correspondiente a un conjunto de datos numéricos: dejar que los datos establezcan los conjuntos difusos que aparecen en los antecedentes y los consecuentes; predefinir los conjuntos difusos para antecedentes u consecuentes para luego asociar los datos a esos conjuntos.

Para llegar a obtener el conjunto completo de reglas que modelan un problema se puede partir de considerar todas las combinaciones de reglas P_t , que es posible establecer teóricamente, entre el número de antecedentes p y el número de conjuntos difusos de entrada A_p considerados para cada antecedente. Así, para cada consecuente, el número teórico de reglas posibles será:

$$P_t = \prod_n A_n \quad \text{para } n = 1 \dots p;$$

Sin embargo entre estas P_t reglas teóricamente posibles para cada consecuente, habrá algunas que no tengan sentido físico y otras que no se ajusten a las características del problema a resolver. Se deberá pues seleccionar, de entre todas las reglas posibles, el conjunto de reglas más adecuadas al problema que se considera [Vargas, 2009].

2.4.4.2. CANTIDAD DE REGLAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Para saber si la cantidad de reglas que contiene un sistema experto es la adecuada se debe utilizar la ecuación del rango de datos:

$$D = Y / P$$

Donde:

Y: Cantidad de conceptos o aseveraciones diferentes involucradas en las reglas de la base de conocimiento.

P: Cantidad de reglas.

D: Factor de dispersión.

Analizando el factor de dispersión, podemos decir que si D es muy cercano a cero significa que las reglas contienen mucho conocimiento sobre los conceptos involucrados y si D está muy lejos de cero significa que las reglas contienen poco conocimiento sobre los conceptos involucrados [Martínez, 2009].

Cuando el factor de dispersión es más chico tiene un mejor comportamiento que aquellos cuyo factor de dispersión es más grande. Esto se ve en el hecho de que los sistemas expertos con rango de datos igual a veinte tiene un porcentaje de éxito mucho más elevado que el de los sistemas expertos con rango de datos igual de cuarenta. Considerando el factor de dispersión podemos formular la siguiente ley empírica:

"A menor factor de dispersión, se hace mayor la probabilidad de éxito del sistemas expertos"[Martínez, 2009].

2.4.4.3. IMPLICACIÓN DIFUSA

Al igual que para describir las nociones básicas de la teoría de conjuntos difusos podemos establecer un paralelismo con las de la teoría clásica de conjuntos, también los fundamentos de la teoría de la lógica difusa parten y toman los conceptos fundamentales de la lógica clásica. En términos de la teoría de lógica difusa la proposición "si u es A entonces v es B " donde $u \in U$ y $v \in V$, tiene asociada una función característica $\mu_{A \rightarrow B}(x,y)$ que toma valores en el intervalo $[0,1]$. Es decir, cada una de las reglas o proposiciones if – then es a su vez un conjunto difuso con su función característica que mide el grado de verdad de la relación de implicación entre x e y .

En la lógica difusa el Modus Ponens se extiende a lo que se llama Modus Ponens Generalizado y que puede resumirse de la siguiente forma:

Premisa 1: "u es A"

Premisa 2: " Si u es A entonces v es B"

Consecuencia: "v es B"

En donde el conjunto difuso A no tiene por qué ser necesariamente el mismo que el conjunto difuso A del antecedente de la regla y el conjunto difuso B tampoco tiene por qué ser necesariamente que el conjunto difuso B que aparece en el consecuente de la regla [Vargas, 2009].



CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO

En este capítulo se presenta el diseño del Sistema Experto propuesto para el diagnóstico de la depresión, se describe la metodología utilizada, la construcción de la base de conocimiento, la descripción informal y la formalización.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO PROPUESTO

Como se mencionó en el capítulo dos la representación del conocimiento se realizó a través de reglas de producción que hacen referencia a situaciones y acciones que dependen de ciertas condiciones que el experto psicólogo determinó y que se plasmaron de acuerdo a la forma: SI premisa, ENTONCES conclusión.

Para lograr más certidumbre de las variables lingüísticas se aplica lógica difusa estableciéndolas de acuerdo al trabajo que se realizó con el experto.

Cada regla establecida es un término de conocimiento o unidad de información de la base de conocimiento.

La utilización de reglas permitió desarrollar el Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP) resultando sencillo incorporar nueva información o modificar la existente creando o cambiando las reglas individuales.

3.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

3.2.1. IDENTIFICACIÓN

Siendo que el Sistema Experto que se desarrolló está enfocado al área de la psicología se procedió a buscar un experto psicólogo.

Con ayuda del experto y las fuentes relacionados al campo de la psicología, se definió la forma en la que se estructuró el SEDEP y la forma en que se realiza la tarea mediante conceptos sobre la depresión.

También se identificó los participantes que intervienen, los roles que tienen y las relaciones existentes entre los mismos, ver figura 3.1.

Figura 3.1. Componentes que intervienen en el desarrollo del trabajo



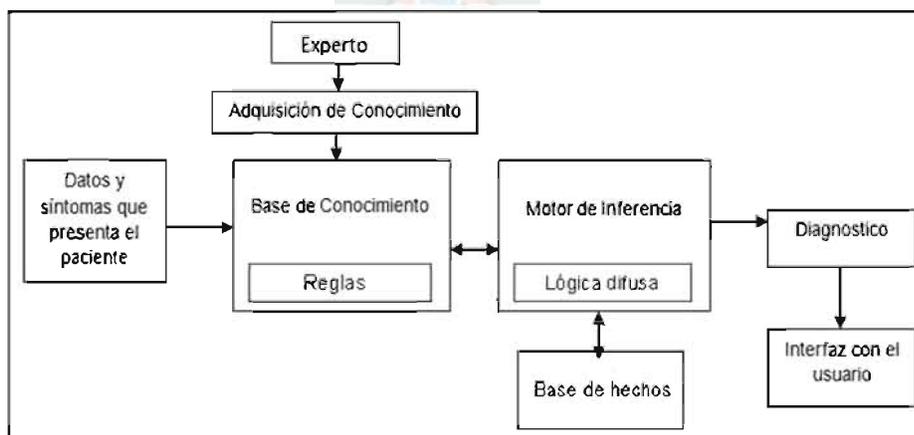
Fuente: Elaboración propia

El Sistema Experto es el resultado de la contribución del experto y el ingeniero del conocimiento, además se considera a los pacientes y el experto psicólogo que proporcionó el conocimiento necesario para el contenido.

No se debe de dejar de lado el objetivo que es desarrollar un prototipo del SEDEP que permita determinar el tipo de depresión que presenta un paciente.

La descripción del conocimiento del psicólogo se halla estructurada por un conjunto de signos y convenciones que permiten simbolizar los hechos que suceden en un proceso de diagnóstico, para a representación del conocimiento se utiliza lógica de proposiciones y reglas de inferencias, las ultimas son para inferir las inserciones, las incertidumbres son representadas a través de la lógica difusa. Los componentes del SEDEP son los que se ven en la figura 3.2.

Figura 3.2. Componentes del SEDEP



Fuente: Elaboración propia

Los componentes del sistema experto propuesto que se puede apreciar en la figura anterior, están definidos bajo los siguientes criterios: la base de conocimiento, contiene el conocimiento del experto psicólogo convenientemente formalizado y estructurado; la representación del conocimiento es sencilla y mediante reglas; se utilizó la lógica difusa para la elaboración de los conjuntos difusos de las preguntas que tenían varias respuestas posibles, un ejemplo es el grado de tristeza que presenta las opciones de *Leve*, *Grave* o *Extremo*, también se presenta la lógica clásica que nos permite evaluar las preguntas hechas al paciente de cada síntoma, de los cuales la respuesta es *Sí* o *No* y estas últimas no necesitan función de pertenencia ya que utiliza la lógica clásica que es igual a verdad o falsedad.

Esta etapa permitió identificar los requerimientos para comenzar a diseñar el prototipo así como delimitar los alcances del mismo.

3.2.2. CONCEPTUALIZACIÓN

Se analizó los conceptos vertidos por el experto en el campo. Las conclusiones y definiciones más relevantes que se obtuvieron son:

- La depresión es un trastorno psicológico (Ver depresión Capítulo II).
- Existen diferentes tipos de depresión y la clasificación varía de acuerdo al especialista, en este caso se las clasifica en: depresión mínima o leve, suave, moderada y grave o severa.
- El tratamiento que sigue una persona deprimida depende del tipo de depresión, si se da el caso de una depresión grave por lo general se trata con medicamentos, se utilizan los antidepresivos, pero esto no es recomendable. En el caso de los otros tipos de depresión se las trata con terapias en primera instancia individuales para tratar de encontrar la raíz del problema y si es necesario terapias en grupo que involucran a la familia y así de esta manera el paciente pueda recibir ayuda de su familia.

- Las técnicas que se utilizan para determinar el tipo de depresión que padece una persona pueden ser mediante charlas con la persona, esto para tratar de entender cómo se siente y si efectivamente presenta síntomas de depresión, luego se recurre a un test para poder saber qué tipo de depresión presenta y posteriormente dar un tratamiento.
- Los síntomas más comunes que presenta las personas deprimidas son:
 - Sentimiento de tristeza, piensan que todo lo que le pasa, le parece malo o piensan que nada vale la pena.
 - Pensamiento acerca del futuro, se muestran desanimados por cómo será el futuro que le espera.
 - Ya nada de lo que hace le parece que está bien, no disfrutan de las cosas que hacían o se aburren de su rutina o simplemente les desagrada hacer lo que hacían.
 - Sentimiento de culpa, se culpan de todo lo que le pasa y también se culpan por lo que están pasando las otras personas.
 - Sienten que está siendo castigados, sienten decepción de sí mismo.
 - Piensan que su situación es peor que de otras personas.
 - Muchos presentan ideas de suicidio, en algunos casos ya han intentado suicidarse, el periodo más peligroso es al principio de la depresión y de acuerdo al tipo de depresión los intentos de suicidio aumentan a medida que va pasando el tiempo.
 - Llorar, algunos depresivos pueden llorar docenas de veces al día, el llanto puede surgir a la más leve provocación o sin menor provocación pueden correr lágrimas sin que la persona se dé cuenta.
 - Se sienten irritables y este sentimiento va en continuo aumento.
 - Ya no les interesan las otras personas.
 - Por lo general ya no pueden tomar decisiones ya que la depresión afecta a la concentración y a la memoria.
 - La persona empieza a carecer del amor propio o pérdida del autoestima, esto se muestra cuando el depresivo ya no cuida su persona anda desarreglado, no le preocupa su apariencia como antes.

- Ya no trabaja como antes, les cuesta hacer las cosas.
- Presentan problemas para dormir, como el insomnio por lo general a las 3 o 4 de la madrugada, se cansan más de lo habitual.
- Por lo general dejan de comer, aunque se ha visto casos que tienden a comer demasiado (pero son casos aislados).
- Ya no sienten interés por su salud.
- Se debe considerar la edad de la persona, en el caso de las mujeres estas tienden a deprimirse entre los 25 y 30 años, esto debido a que afrontan cambios físicos como la vejez, en el caso de los hombres tienen más posibilidades de padecer depresión entre los 35 y 40 años.
- Es importante considerar el sexo de la personas pues está comprobado que las una mujer tiene más posibilidades de deprimirse que un hombre.

También se analizaron algunos casos de personas con algún tipo de depresión:

CASO 1:

Mujer de 25 años de edad. Se siente triste pero por las mañanas se siente más animada, la mayoría del tiempo siente ganas de llorar, tiene insomnio, con respecto a su alimentación no ha variado en los últimos días, ya no conversa con otras personas ni siquiera con amistades cercanas, al realizarle algunas preguntas se muestra distraída e intranquila, le es difícil tomar decisiones, indica que se siente inútil que su vida está mal, que no vale la pena vivir y que debería estar muerta.

Diagnóstico: Depresión Severa.

CASO 2:

Mujer de 22 años de edad. Se siente melancólica, indica que se despierta asustada y a veces siente ganas de llorar, no tiene problemas para conciliar el sueño, come de forma normal, se siente cansada sin motivo alguno, se desconcentra con facilidad, siente dificultad en realizar sus actividades cotidianas, se siente preocupada por su futuro y por su familiar, se descontrola y enoja con facilidad, se menosprecia diciendo que nadie la necesita y que su situación es difícil y quiere morir.

Diagnóstico: Depresión Moderada.

CASO 3:

Mujer de 30 años de edad. La persona sentía pena por su futuro, sentía tristeza ya no disfrutaba de las cosas que hacía antes, no se sentía fracasada ni culpable simplemente estaba triste por lo que le fuera a pasar, se enojaba fácilmente ante una pregunta que no quería responder, aun sentía interés por la situación de su familia pero no por otras personas, conciliaba el sueño de forma normal, ya no comía como antes por lo que indicaba que había perdido peso y sentía preocupación por su salud pues estaba un poco deteriorada.

Diagnóstico: Depresión Suave.

CASO 4:

Mujer de 38 años de edad. Su estado de tristeza no era tan grave, se sentía fracasada por la situación que pasaba, también presentaba sentimientos de culpa, pensaba que Dios la estaba castigando por algo que había hecho, lloraba por lo que le estaba pasando, y estaba enojada con ella misma y con los demás, por su estado de preocupación no podía tomar decisiones como habitualmente lo hacía por lo que le costaba realizar su trabajo (era comerciante), por la preocupación también estaba siendo afectado sus hábitos de dormir, su salud había decaído un poco y se sentía cansada.

Diagnóstico: Depresión Moderada

CASO 5:

Mujer de 35 años de edad. A primera vista esta personas se veía decaída, desanimada extremadamente triste, indico que se sentía culpable y decepcionada por lo que estaba pasando, que las cosas que hacía ya no tenían razón de ser, que no le interesaba nada ni nadie ni si quiera su propia familia, ya no se sentía bien consigo misma, que para realizar alguna actividad tenía que hacer un gran esfuerzo, sentía cansancio al realizar cualquier tipo de actividad sentía problemas físico como dolores en el estomago que le provocaban malestar y se sentía preocupada por eso.

Diagnóstico: Depresión Severa.

CASO 6:

La persona se sentía triste debido a problemas en su hogar ya que el marido la maltrataba, no quería pensar en el futuro que le esperaba a ella y a sus hijos, ya que no le interesaba nada de lo que hacía, sentía que todo lo que lo malo que le estaba pasando era culpa suya, se sentía decepcionada de la vida, se consideraba débil por lo que lloraba y estaba irritable, no le interesaba nadie, se encontraba indecisa a la hora de tomar decisiones pensaba que es difícil intentar algo para mejorar su situación, por tener problemas con su esposo no podía dormir con facilidad, se sentía cansada y desganada, se preocupaba por su salud ya que había rebajado de peso. Con respecto al suicidio ella indico que no había pensado en eso.

Diagnóstico: Depresión Moderada.

De acuerdo al análisis y estudio de los casos se llegó a la conclusión de que se deben considerar los siguientes factores como síntomas representativos de la depresión y son:

- Estado de tristeza.
- Como ven el futuro.
- Sentimiento de fracaso
- No disfrutan las cosas que hacen habitualmente.
- Sentimiento de culpa
- Decepción consigo misma.
- Se sienten peor que los demás.
- Pensamiento suicida.
- Ganas de llorar.
- Irritabilidad.
- Falta de interés hacia los demás.
- Dificultad a la hora de tomar decisiones.
- Pérdida de autoestima o amor propio.

- El trabajo se ve afectado.
- Pérdida de sueño (dificultad para dormir, insomnio).
- Cansancio
- Falta de ganas para comer.
- Pérdida de peso
- Preocupación por la salud.
- Edad de la persona.
- Sexo de la persona.

En la entrevista con el experto y siendo tan amplio el estudio de la depresión, se llegó a delimitar el SEDEP solo al diagnóstico de cuatro tipos de depresión: suave, mínima, moderada y severa, no ofreciendo tratamientos ya que estos deben ser dados de manera individual y personalizada.

3.2.3. FORMALIZACIÓN

Se identificaron los conceptos relevantes e importantes, el resultado de formalizar llevo a construir un prototipo de la base de conocimiento.

3.2.3.1 DEFINICIÓN Y CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

El Sistema Experto tiene como entrada los síntomas que cada paciente presenta, los síntomas se obtienen a través de las respuestas a las preguntas que contiene el SEDEP, las preguntas son necesarias para el desarrollo del sistema y se elaboraron en conjunto con el experto humano de acuerdo al análisis y estudio de algunos casos de personas que sufrían algún tipo de depresión.

De acuerdo a lo anterior se realizaron 23 preguntas cuyas respuestas son *sí* o *no*, también pueden responder con las opciones como ser: *alguna vez, leve, extremo* y otras, las cuales se verán reflejadas en la tabla 3.1, y estas posibles respuestas fueron sacadas en base a las respuestas más comunes que presentaba cada paciente con algún tipo de depresión.

Tabla 3.1. Variables Lingüísticas de Entrada

N ^a	Variable Lingüística	Descripción	Rango / Valor Lingüístico
1	ED	Edad del paciente	Mayor a 17 años, entre 17 y 25 años, entre 25 y 35 años, entre 35 y 40 años, mayor a 40 años
2	SEX	Sexo	Femenino, Masculino
3	TRI	Nivel de tristeza	Leve, Grave, Extremo
4	FUT	Cómo ve el futuro	Animado, desanimado, desesperanzado, irremediable
5	DDCH	Disfruta de las cosas que hace	Si, No
6	FRA	Sentimiento de fracaso	Si, No
7	CUL	Sentimiento de culpa	Nunca, A veces, Casi siempre, Siempre
8	CAS	Se siente castigado	Si, No
9	DEC	Se siente decepcionado	Si, No
10	LLA	Llanto	No lloro, Mas que antes, todo el tiempo
11	IRR	Irritable	No, A veces, Si
12	PDHOP	Perdida de interés hacia otras personas	No, Con algunos, Si
13	TOD	Toma de decisiones	No, A veces, Si
14	AUT	Autoestima, amor propio	Baja, Media, Alta
15	TRAB	Desarrolla de forma normal el trabajo que realiza	No, A veces, Si
16	DOR	Dormir	No, Insomnio, Si
17	EPQLD	Esta pero que los demás	Si, No
18	SUI	Suicidio	Si, No
19	CAN	Cansancio	No, A veces, Casi Siempre, Si
20	COM	Comer	Si, No
21	PDP	Pérdida de peso	Más de 2 kg., entre 2 y 4 kg., entre 4 y 6 kg., mas de 6 kg.
22	PPS	Preocupación por su salud	Si, No
22	IPS	Interés por el sexo	Si, No

Fuente (Elaboración propia)

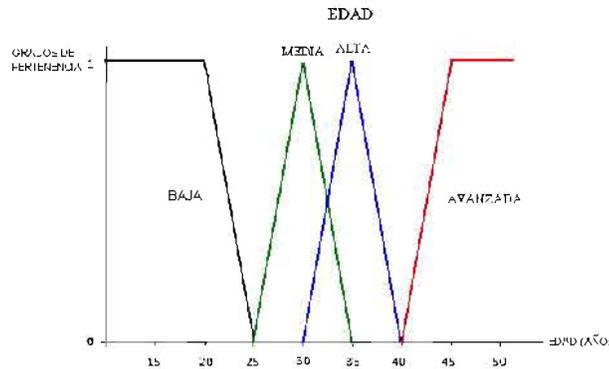
3.2.3.2. DEFINICIÓN DE LOS CONJUNTOS DIFUSOS

Se transformó las variables lingüísticas de entrada a las funciones de pertenencia adecuadas a cada síntoma, esto para las preguntas que presentan más opciones de respuestas, además se consideró que si la respuesta es *si* o *no*, no necesitan una función de pertenencia ya que utiliza la lógica clásica que tiene dos valores, uno de veracidad y el otro de falsedad, los cuales son asignados a las variables. A continuación se presenta algunos síntomas que tienen varias respuestas y sus correspondientes funciones de pertenencia:

- **Edad del paciente**

Los conjuntos difusos de la variable Edad del paciente son:

Figura 3.3. Conjuntos difusos de la variable Edad del paciente



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2 Función de pertenencia de la variable Edad del paciente

Función de pertenencia: Edad		
Baja (x)	0	si $x > 25$
	$(25-x)/5$	si $20 \leq x \leq 25$
	1	si $x \leq 20$
Media (x)	$(x-25)/5$	si $25 \leq x \leq 30$
	$(35-x)/5$	si $30 \leq x \leq 35$
Alta (x)	$(x-30)/5$	si $30 \leq x \leq 35$
	$(40-x)/5$	si $35 \leq x \leq 40$
Avanzada (x)	0	si $x \leq 40$
	$(x-40)/5$	si $40 \leq x \leq 45$
	1	si $x \geq 45$

Fuente: Elaboración propia

Baja: Está entre 17 y 25 años, en estas edades hay pocas posibilidades de que una persona pueda tener depresión.

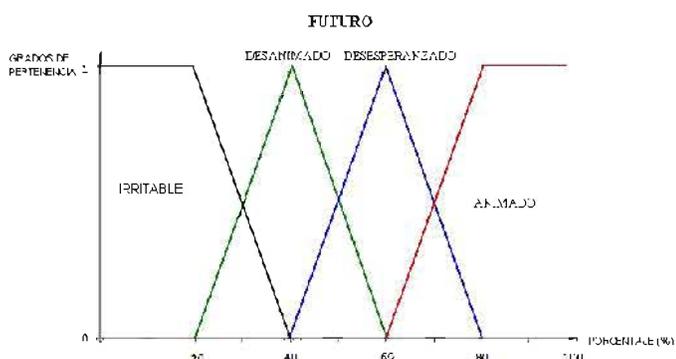
Media: Entre 25 y 35 años, en este intervalo las posibilidades de que una persona sufra de depresión va en aumento sobre todo en las mujeres.

Alta: Entre 30 y 40 años es más probable que las personas en este caso hombres sufran depresión. Avanzada: La probabilidad de que una persona mayor de cualquier sexo puede tener depresión a medida que envejece.

- **Como ven el futuro**

Los conjuntos difusos de la variable Como ven el futuro son:

Figura 3.4. Conjuntos difusos de la variable como ven el futuro



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3 Función de pertenencia de la variable Como ven el futuro

Función de pertenencia: Como ven el futuro		
Animado (x)	0	si $x \leq 60$
	$(80-x)/20$	si $60 \leq x \leq 80$
	1	si $x > 80$
Desanimado (x)	$(x-40)/20$	si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	si $60 \leq x \leq 80$
Desesperanzado (x)	$(x-20)/20$	si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	si $40 \leq x \leq 60$
Avanzada (x)	0	si $x > 40$
	$(40-x)/20$	si $20 \leq x \leq 40$
	1	si $x \leq 20$

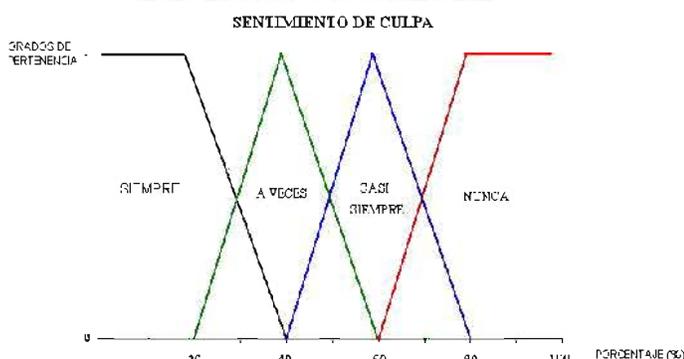
Fuente: Elaboración propia

Para medir como la persona ve su proyección en el futuro se recurrió a los porcentajes, si una persona está animada se puede observar la seguridad de la respuesta y cuantificarla en porcentajes. Sea el caso de una persona desanimada estará en el rango de 40% a 80%, la persona desesperanzada esta en un rango más abajo, y por último la persona que ve que su futuro es irremediable responderá de una forma decaída entrando al rango de 0% a 40%.

- **Sentimiento de culpa**

Los conjuntos difusos de la variable Sentimiento de culpa son:

Figura 3.5. Conjuntos difusos de la variable Sentimiento de culpa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Función de pertenencia de la variable Sentimiento de culpa

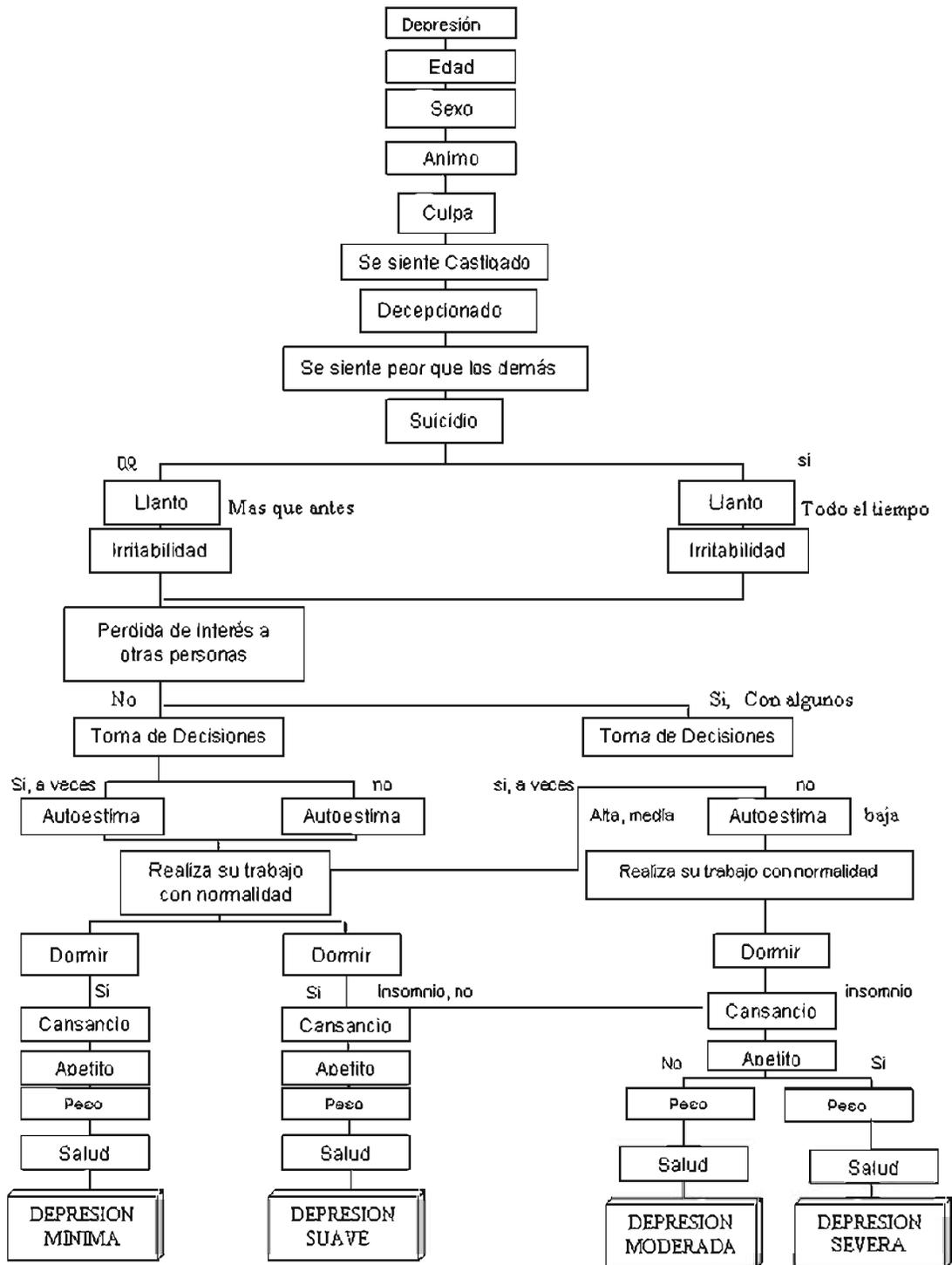
Función de pertenencia: Sentimiento de culpa		
Nunca (x)	0	si $x \leq 60$
	$(80-x)/20$	si $60 \leq x \leq 80$
	1	si $x \geq 80$
A veces (x)	$(x-40)/20$	si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	si $60 \leq x \leq 80$
Casi siempre (x)	$(x-20)/20$	si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	si $40 \leq x \leq 60$
Siempre (x)	0	si $x \geq 40$
	$(40-x)/20$	si $20 \leq x \leq 40$
	1	si $x \leq 20$

Fuente: Elaboración propia

El sentimiento de culpa se lo midió con porcentajes, se comparo con la forma como la persona emitía la respuesta, es decir, una persona que no se siente culpable responderá con mucha seguridad.

3.2.3.3. ÁRBOL DE DECISIÓN

Figura 3.6. Árbol de decisión



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.4. DESARROLLO DE REGLAS

De acuerdo al punto 2.3.2 referente a la estructura de un sistema experto, la base de conocimiento para el SEDEP está formado por reglas, más exactamente por reglas difusas (punto 2.4.4.1), se propone una relación: Síntomas-Diagnósticos, donde los hechos son representaciones de los síntomas para un diagnóstico calificándose a una anomalía notoria como un síntoma.

IF <Hechos . Premisas> THEN <decisión - conclusión>

Donde:

IF

Premisas

Hechos observados en la realización del test, captura de síntomas.

<Datos provistos a través de cada pregunta>

THEN

Conclusiones

Posibles Depresión

Antes de desarrollar algunas de las reglas se debe verificar si la cantidad de reglas proporcionadas por el experto psicólogo son suficientes para el desarrollo del SEDEP, para esto se utilizó el factor de dispersión D. Considerando la cantidad de conceptos o aseveraciones diferentes involucradas, es decir, la cantidad de preguntas Y, cantidad de reglas P descritos en el punto 2.4.4.2, considerando los siguientes datos: Y = 23 P= 78 y la siguiente fórmula:

$$D = Y / P$$

Reemplazando los valores se obtuvo: $D = 23/78 = 0.2948$

Siendo que el factor de dispersión se aproxima a cero las 78 reglas contienen mucho conocimiento sobre los tipos de depresión que se quiere que el SEDEP diagnostique.

Las reglas fueron diseñadas mediante los diagnósticos que sigue el especialista, para el diseño del sistema experto se considera 78 reglas, así mismo estos diagnósticos han sido plasmados en el árbol de decisión.

A continuación se muestran algunas de las reglas que contiene el Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión (SEDEP).

REGLA 1:

IF

ED es entre-25y30 and SEXO es f and TRI es leve and FUT es desanimado and DDCH es no and FRA es a-veces and CUL es a-veces and CAS es no and DEC es si and LLA es mas-que-antes and IRR es a-veces and PDHOP es con-algunos and TOD es a-veces and AUT es alta and TRAB es a-veces and DOR es no and EPQLD es a-veces SUI es si and CAN es a-veces and COM es si and PDP es menos-2-kg and PPS eses si

THEN

Depresión Severa

REGLA 2:

IF

ED es entre-25y30 and SEXO es f and TRI es leve and FUT es desanimado and DDCH es no and FRA es a-veces and CUL es a-veces and CAS es no and DEC es si and LLA es mas-que-antes and IRR es a-veces and PDHOP es con-algunos and TOD es a-veces and AUT es alta and TRAB es a-veces and DOR es no and EPQLD es a-veces SUI es si and CAN es a-veces and COM es si and PDP es menos-2-kg and PPS eses si

THEN

Depresión Moderada

REGLA 3:

IF

ED es entre-25y30 and SEXO es f and TRI es leve and FUT es desanimado and DDCH es no and FRA es a-veces and CUL es a-veces and CAS es no and DEC es si and LLA es no lloro and IRR es a-veces and PDHOP es con-algunos and TOD es a-veces and AUT es alta and TRAB es a-veces and DOR es no and EPQLD es a-veces SUI es no and CAN es a-veces and COM es si and PDP es menos-2-kg and PPS eses si

THEN

Depresión Suave

REGLA 4:

IF

ED *es* entre-35y40 *and* SEXO *es* f *and* TRI *es* grave *and* FUT *es* desanimado *and* DDCH *es* no *and* FRA *es* siempre *and* CUL *es* a-veces *and* CAS *es* no *and* DEC *es* si *and* LLA *es* mas-que-antes *and* IRR *es* a-veces *and* PDHOP *es* con-algunos *and* TOD *es* a-veces *and* AUT *es* baja *and* TRAB *es* a-veces *and* DOR *es* no *and* EPQLD *es* a-veces SUI *es* si *and* CAN *es* a-veces *and* COM *es* si *and* PDP *es* menos-2-kg *and* PPS *eses* si

THEN

Depresión Moderada

REGLA 5:

IF

ED *es* entre-35y40 *and* SEXO *es* f *and* TRI *es* grave *and* FUT *es* desesperanzado *and* DDCH *es* no *and* FRA *es* siempre *and* CUL *es* a-veces *and* CAS *es* no *and* DEC *es* si *and* LLA *es* mas-que-antes *and* IRR *es* a-veces *and* PDHOP *es* con-algunos *and* TOD *es* a-veces *and* AUT *es* alta *and* TRAB *es* a-veces *and* DOR *es* insomnio *and* EPQLD *es* a-veces SUI *es* si *and* CAN *es* a-veces *and* COM *es* si *and* PDP *es* menos-2-kg *and* PPS *eses* si

THEN

Depresión Severa

REGLA 6:

IF

ED *es* entre-25y30 *and* SEXO *es* f *and* TRI *es* grave *and* FUT *es* desanimado *and* DDCH *es* no *and* FRA *es* a-veces *and* CUL *es* a-veces *and* CAS *es* no *and* DEC *es* si *and* LLA *es* todo-elk-tiempo *and* IRR *es* si *and* PDHOP *es* con-algunos *and* TOD *es* a-veces *and* AUT *es* alta *and* TRAB *es* a-veces *and* DOR *es* no *and* EPQLD *es* a-veces SUI *es* no *and* CAN *es* a-veces *and* COM *es* si *and* PDP *es* menos-2-kg *and* PPS *eses* si

THEN

Depresión Moderada

3.2.4. IMPLEMENTACIÓN

La implementación del prototipo viene dado gracias a la programación de las reglas y hechos alimentados al motor de inferencia.

3.2.4.1. HARDWARE

Las características mínimas de hardware son:

Un equipo Pentium III con microprocesador de 800 Mhz., y memoria RAM de 256 Mb. Sistema Operativo Windows XP o versiones superiores.

3.2.4.2. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Para la programación se utilizó el lenguaje de programación Clips que es una herramienta que provee un ambiente de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas expertos. Fue creado a partir de 1984, en el Lyndon B. Johnson Space Center de la NASA. Los fondos cesaron a principios de los años 1990, y hubo un mandato de la NASA para comprar software comercial.

Clips es un acrónimo de C Language Integrated Production System (Sistema de Producción Integrado en Lenguaje C). En la actualidad, entre los paradigmas de programación que soporta Clips se encuentran la Programación lógica, la Programación imperativa y la Programación Orientada a Objetos. Clips probablemente es el sistema experto más ampliamente usado debido a que es rápido, eficiente y gratuito. Aunque ahora es de dominio público, aún es actualizado y mantenido por su autor original, Gary Riley.

Para crear la interfaz se utilizó Java, se realizó el enlace entre Clips y Java previas modificaciones al programa en Clips, permitiendo que Java acceda mediante comandos internos a Clips.

3.2.4.2. PROTOTIPO

Para tener la ejecución del programa obligatoriamente se debe tener instalado el programa Clips y Java, el motor de inferencia contiene las reglas ya descritas en un apartado anterior.

La pantalla principal del prototipo del SEDEP es la Bienvenida al Sistema Experto, Figura 3.7

Figura 3.7. Pantalla de Bienvenida al SEDEP



Fuente: SEDEP

Pulsando el botón Siguiete se da inicio diagnóstico, el SEDEP cuenta con 23 preguntas y la persona tiene la opción de seleccionar una de las posibles respuestas con las que cuenta el sistema, como se muestra en la Figura 3.8.

Figura 3.8. Primera pregunta del SEDEP



Fuente: SEDEP

Para proseguir con la siguiente pregunta se pulsa el botón siguiente y se muestra otra pantalla, Figura 3.9.

Figura 3.9. Segunda pregunta del SEDEP



Sistema Experto para Diagnostico de la Depresión SEDEP



2.- Sexo: Femenino o masculino

Femenino Masculino

Fuente: SEDEP

Cada pantalla presenta una pregunta con una serie de opciones las cuales deben ser elegidas por la persona, Figura 3.10.

Figura 3.10. Séptima pregunta del SEDEP



Sistema Experto para Diagnostico de la Depresión SEDEP



7.- ¿Siente culpa por las cosas que le estan pasando?

Nunca A-veces Casi siempre Siempre

Fuente: SEDEP

La persona que utiliza el sistema debe responder las 23 preguntas, otra pregunta que presenta el SEDEP es la siguiente, ver Figura 3.11.

Figura 3.11. Pregunta del SEDEP



Fuente: SEDEP

Una vez que se haya dado respuesta a las preguntas se mostrara el diagnóstico, como se ve en la Figura 3.12.

Figura 3.12. Diagnóstico del SEDEP



Fuente: SEDEP

Como se pudo observar cada pantalla del SEDEP presenta la opción Anterior, esta permite volver a las anteriores preguntas y poder cambiar la respuesta.

La pantalla de diagnostica además de presentar la opción Anterior, presenta la opción de Realizar otro diagnóstico, si se elige esta opción se mostrará la pantalla de Bienvenida al SEDEP, para salir del sistema se debe presionar el boton x que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla del sistema.

3.2.5. TESTEO

Una vez observado el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, se procedió a verificar que el sistema experto posea eficiencia. Para realizar el testeo se comparó los diagnósticos emitidos por el SEDEP y el experto humano.

Primero se determinó la proporción de personas que podrían sufrir de depresión, se utilizó la formula correspondiente al tamaño muestral para estimar una proporción [Moya, 2004], con esta fórmula se calcula el tamaño muestral (n) cuando no se tiene conocimiento o información previa de la proporción verdadera de la población de estudio.

Se procedió a estimar la cantidad de personas que sufren depresión, se consideró que la población de la que se extrae la muestra es grande o infinita, con un nivel de confiabilidad del 95%, además de acuerdo a las investigaciones realizadas se sabe que la cantidad de personas que sufren o han sufrido depresión en algún momento de su vida es del 20% y el error fijado es del 10%. Para encontrar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula estadística:

$$n = \frac{z^2_{\alpha/2} p_e q_e}{E^2}$$

Donde: • $Z_{\alpha/2}$: coeficiente de confianza = 1.96, para un nivel de confianza = 95%

- p_e : Proporción “estimada” de sujetos con la característica de interés. Se puede obtener de: revisión bibliográfica, estudio piloto. $p_e=0.2$.
- $q_e = 1 - p_e$: Proporción “estimada” de sujetos sin la característica de interés.
 $q_e = 1 - 0.2 = 0.8$

E = error absoluto de muestreo o precisión, debe ser asumido por el investigador. $E = 0.1$

Reemplazando los datos se tiene:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.8)(0.2)}{(0.1)^2} = 61.4656$$

Se interpreta el resultado indicando que la muestra inicial a ser considerada es de 62 personas.

Como segundo paso y sabiendo la cantidad de personas que podrían sufrir depresión se procedió a estimar el tamaño de la muestra a comparar, se utilizó las siguientes fórmulas estadísticas correspondientes al cálculo del tamaño de la muestra para poblaciones finitas [Moya, 2004].

Para encontrar el tamaño de la muestra de comparación se utilizó la siguiente fórmula:

$$n' = \frac{S^2}{E^2} \quad (1)$$

Donde: • S^2 : Varianza de la muestra, también expresada en términos probabilísticas por: $S^2 = p(1-p)$ (2)

- E^2 : Error absoluto de muestreo o precisión, debe ser asumido por el investigador.
- n' : Tamaño provisional de la muestra, luego esta se la corrige ajustándolo con el tamaño de la población, mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \quad (3)$$

- N: Tamaño de la población finita

Como datos se tiene que $N = 62$ personas, $p = 0.2$, es decir, el 20% de personas que sufren o han sufrido depresión en algún momento de su vida (ver Antecedentes 1.2.) y se quiere calcular la muestra con un error de 0.05, entonces calculamos S^2 utilizando (2): $S^2 = (0.2)(1-0.2) = 0.16$

Reemplazando el valor de S^2 y E^2 en (1):

$$n' = \frac{0.16}{0.05^2} = 64$$

Corrigiendo el tamaño de la muestra con la formula (3):

$$n = \frac{64}{1 + \frac{64}{62}} = 31.492 \cong 31$$

Por tanto el tamaño de la muestra para la comparación entre el SEDEP y el experto humano es de 31 diagnósticos. A continuación se detalla los diagnósticos

Tabla 3.5 Resultados: Experto Humano y SEDEP

Nº de Muestra	Diagnóstico del Experto Humano	Diagnóstico de SEDEP
1	Depresión Severa	Depresión Severa
2	Depresión Severa	Depresión Severa
3	Depresión Moderada	Depresión Moderada
4	Depresión Suave	Depresión Suave
5	Depresión Suave	Depresión Suave
6	Depresión Moderada	Depresión Moderada
7	Depresión Severa	Depresión Severa moderada
8	Depresión Moderada	Depresión Severa moderada
9	Depresión Mínima	Depresión Mínima
10	Depresión Moderada	Depresión Moderada
11	Depresión Moderada	Depresión Moderada
12	Depresión Moderada	Depresión Moderada
13	Depresión Severa	Depresión Severa
14	Depresión Severa	Depresión Severa
15	Depresión Severa	Depresión Severa moderada
16	Depresión Mínima	Depresión Mínima
17	Depresión Moderada	Depresión Moderada
18	Depresión Mínima	Depresión Mínima
19	Depresión Mínima	Depresión Mínima
20	Depresión Moderada	Depresión Moderada
21	Depresión Mínima	Depresión Mínima
22	Depresión Moderada	Depresión Moderada
23	Depresión Moderada	Depresión Moderada
24	Depresión Mínima	Depresión Mínima
25	Depresión Mínima	Depresión Mínima
26	Depresión Moderada	Depresión Moderada
27	Depresión Severa	Depresión Severa
28	Depresión Mínima	Depresión Mínima
29	Depresión Suave	Depresión Suave
30	Depresión Suave	Depresión Suave
31	Depresión Severa	Depresión Severa

Fuente: Resultados del SEDEP y el experto humano

3.2.5. REVISION DEL PROTOTIPO

Se realizó una revisión constante del prototipo a medida que se lo iba desarrollando, añadiéndole reglas para mejorar la confiabilidad en los resultados que emitía, revisando constantemente el funcionamiento del mismo para realizar las mejoras correspondientes.

La primera versión del prototipo estaba desarrollado solo en Clip, la introducción de datos por parte del usuario era mediante teclado como se ve en la Figura 3.13

Figura 3.13. Corrida SEDEP en Clips

```
Dialog Window
-----
*****SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE LA DEPRESION*****
-----
1.- ¿Entre que rango esta su edad?
entre-17y25=1.entre-25y30=2.entre-30y35=3.entre-35y40=4.nasde40=5
2
2.- Sexo: Femenino o masculino (f.a)
f
3.- Su estado de TRISTEZA es: leve=1.grave=2.extrema=3)
2
¿4.- ¿Con que animos ve el futuro? (animado=1.desanimado=2.desesperanzado=3.irremediab
2
5.- ¿Se siente fracasado? (no=n.a-veces=a.si=s)
a
6.- ¿Disfruta de las cosas que hace? (no=n.a-veces=a.si=s)
a
7.- ¿Siente culpa por las cosas que le estan pasando?
nunca=1.a-veces=2.casi-siespre=3.siespre=4
a
```

Fuente: SEDEP versión Clips

En esta versión y en primera instancia la introducción de datos consistía en que el usuario ingresará por completo la respuesta al sistema, luego se cambio para que el usuario ingresara solo el número correspondiente a la opción que quería, esto para reducir el tiempo para la introducción de síntomas al SEDEP.

Posteriormente y como versión final del prototipo se logro optimizar la introducción de datos al SEDEP, por medio de una interfaz más amigable, haciendo una conexión entre el Clips y Java, como se mostro en el punto 3.2.4.2 del prototipo



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Este capítulo presenta la parte de análisis de resultados obtenidos por el prototipo y por el experto y el logro de la hipótesis.

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Recordando la hipótesis planteada:

H_i: El Sistema Experto para el Diagnóstico de la Depresión, es 85% confiable para el diagnóstico del tipo de depresión.

Para demostrar la hipótesis primero se procedió a verificar si los resultados obtenidos son dependientes o independientes, es decir, que si estos fueran dependientes significaría que existe relación entre los resultados obtenidos entre el SEDEP y el experto humano por el contrario si fueran independientes se podría afirmar que no existe relación entre los resultados del sistema y el experto, para esto se hizo uso de la tabla de contingencia, la matriz esperada y la función Chi cuadrado.

Formulamos las siguientes hipótesis H_0 y H_1 :

H_0 : Existe dependencia entre los resultados del experto humano y el SEDEP.

H_1 : No existe dependencia entre los resultados del experto humano y el SEDEP.

Para demostrar H_0 basta con demostrar que el valor de la función Chi cuadrado de los resultados obtenidos y los valores esperados es mayor al valor de la Función Chi cuadrado de los resultados esperados.

Para demostrar la hipótesis H_0 se hizo lo siguiente:

Primero se realizó la tabla de contingencia con los resultados del Experto Humano y del SEDEP.

Tabla 4.1 Tabla de Contingencia

		RESULTADOS DEL SEDEP				
		MINIMA	SUAVE	MODERADA	SEVERA	SEVERA MODERADA
RESULTADOS DEL EXPERTO	MINIMA	8	0	0	0	0
	SUAVE	0	4	0	0	0
	MODERADA	0	0	10	0	1
	SEVERA	0	0	0	6	2
	SEVERA MODERADA	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a elaborar la matriz de valores esperados que se obtuvo de la multiplicación de la sumatoria de cada fila por la sumatoria de cada columna dividido entre el total de casos estudiados.

$$E_{ij}(xy) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{j=1}^m y_j}{n}$$

Y los resultados son los siguientes:

Tabla 4.2 Matriz de valores esperados

	MINIMA	SUAVE	MODERADA	SEVERA	SEVERA MODERADA
MINIMA	2,06	1,03	2,58	1,55	0,77
SUAVE	1,03	0,52	1,29	0,77	0,39
MODERADA	2,84	17,05	3,55	2,13	1,06
SEVERA	2,06	1,03	2,58	1,55	0,77
SEVERA MODERADA	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Se procedió a calcular la función Chi Cuadrado:

$$P(X \leq X_r^2) = \alpha$$

Donde:

r = Grado de libertad = (n-1)*(m-1)

α = Probabilidad o la confiabilidad de los resultados

n = Numero casos en x (en este caso son 5)

m = Número de casos en y (en este caso son 5)

Calculando $r = (5-1)*(5-1) = 4*4 = 16$ grados de libertad.

Calculando el valor esperado considerando el error de los resultados de 5% se obtuvo el valor esperado de 26.30.

Utilizando la función Chi cuadrado en su otra forma para calcular el valor entre los datos obtenidos del experto y el SEDEP con los resultados esperados, esto para probar la dependencia o independencia de los mismos, la fórmula a utilizar es la siguiente:

$$X_r^2 = \sum_{ij} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

El resultado que se obtuvo fue: 104.17

Dado que este resultado es mayor al resultado esperado se puede concluir que existe dependencia entre los resultados del experto humano y el SEDEP aceptando la hipótesis H_0 .

Siendo que existe dependencia entre los resultados del experto y el SEDEP se puede afirmar que existe confiabilidad de los resultados del Sistema experto SEDEP.

Se procedió a calcular el nivel de confiabilidad del sistema experto considerando los diagnósticos correctos que emitió que fueron 28 de los 31 casos, entonces se utilizó:

$$\alpha = \frac{a * 100\%}{n}$$

Donde:

α = Índice de precisión expresado en porcentaje

a = Numero casos correctos emitidos por el sistema experto

n = Número total de casos.

El resultado obtenido es: $\alpha = 90,32\%$.

El resultado obtenido es aceptable dado que se trata de una muestra menor a 40, además de acuerdo a la interpretación del coeficiente de confiabilidad [Ruiz, 2009] los valores oscilan entre cero y cien. Una manera de interpretar la magnitud de un coeficiente de confiabilidad puede ser guiada por la escala siguiente:

Tabla 4.3. Escala de confiabilidad

Rangos	Magnitud
81% a 100%	Muy Alta
61% a 80%	Alta
41% a 60%	Moderada
21% a 40%	Baja
1% a 20%	Muy Baja

Fuente: [Ruiz, 2009]

Por lo general, un coeficiente de confiabilidad se considera aceptable cuando está por lo menos en el límite superior de 80% de la categoría "Alta".

Además si se realiza una proyección aumentando el número de muestras como se ve en la tabla siguiente la confiabilidad aumenta:

Tabla 4.4 Proyección de los resultados

Numero de errores	Tamaño 1	Confiabilidad 1	Tamaño 2	Confiabilidad 2
2,00	31	93,55	40	95,00
3,00	31	90,32	40	92,50
4,00	31	87,10	40	90,00
5,00	31	83,87	40	87,50

Fuente: Elaboración propia

Finalmente sabiendo que existe dependencia entre los resultados del experto y el SEDEP; además viendo el índice de confiabilidad del sistema experto es aceptable con lo cual se demuestra la hipótesis planteada.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos del Sistema Experto SEDEP y habiendo realizado el correspondiente análisis del mismo, el SEDEP presenta dependencia y coincidencia con el experto humano del 90.32 %, cumpliendo con la hipótesis planteada como se muestra en el capítulo 4.

Al finalizar el presente trabajo se logró alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo 1, a través de la construcción de un prototipo de sistema experto que pueda diagnosticar el tipo de depresión que padece un paciente desarrollado en Clips y enlazado con Java lo que permitió que el sistema pueda ser usado de manera más optima por parte del usuario.

Se diseñó una base de conocimiento, que contiene el conocimiento y experiencia del experto psicólogo, esto hace que el sistema pueda ser confiable, además se representa el conocimiento en base a reglas de producción ya que ofrecen bastante facilidad para la creación y la modificación de la base de conocimiento como se muestra en el capítulo 3.

Con respecto al diseño del prototipo, este aspecto se cumple con el desarrollo de las etapas propuestas por la metodología Buchanan como se muestra en el capítulo 3.

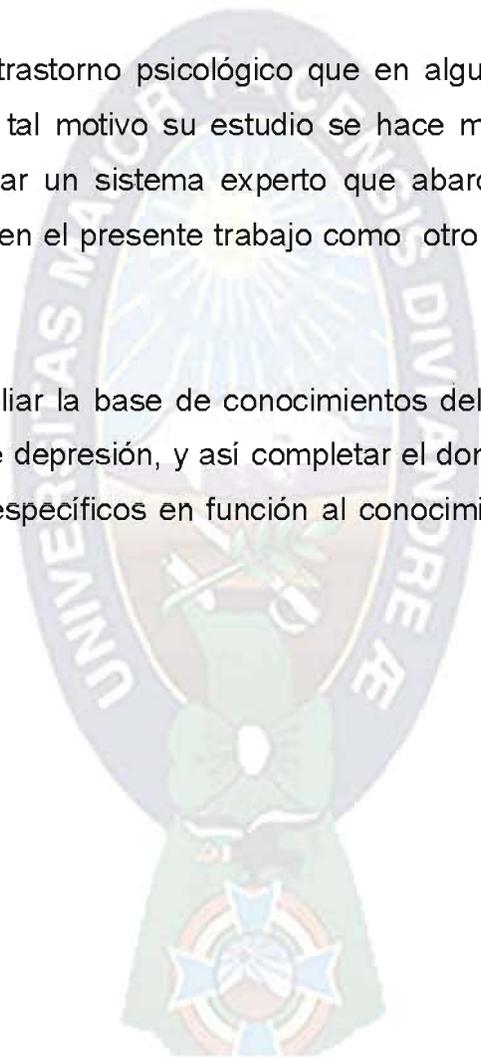
Finalizando, el sistema experto propuesto cumplió en más del 90% con todas las expectativas planteadas y esperadas, realizando un diagnóstico confiable para el tipo de depresión que padezca un paciente.

5.2. RECOMENDACIONES

Demostrada la confiabilidad del sistema experto, se recomienda la utilización del mismo en diagnósticos profesionales en el área de la psicología por expertos humanos.

La depresión es un trastorno psicológico que en algunos casos es considerada una enfermedad por tal motivo su estudio se hace muy amplio, por lo tanto se recomienda desarrollar un sistema experto que abarque mas aspectos que no fueron considerados en el presente trabajo como otro tipo de clasificación de los tipos de depresión.

Se recomienda ampliar la base de conocimientos del SEDEP, ya que este solo trata algunos tipos de depresión, y así completar el dominio de estudio para llegar a diagnósticos más específicos en función al conocimiento cada vez más amplio del experto humano.





BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Referencias escritas

- [Balzer, 1997] Balzer, W (1997) Cómo hacer teorías, Texto divulgativo en el que se explican los diferentes procesos que conducen a la formulación de una teoría. Madrid: Editorial Alianza.
- [Beck, 1993] Beck Aaron (1993) Depresión. USA: Edit Harper & Row Publisher, New York.
- [Calle, 2000] Calle, R. A. (2000). Superar la depresión: España: Ediciones Martínez Roca.
- [Choque, 2005] Guillermo Isaac Choque Aspiazu (2006) Inteligencia Artificial Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia.
- [Condori, 2005] Condori Flores Sylvia Mónica (2005) Sistema de Diagnóstico para la Esclerosis Sistémica. Tesis de la carrera de informática (T-1188), disponible en la biblioteca de la Carrera de Informática UMSA.
- [Moya, 2005] Moya Rufino (2004) Probabilidad y Estadística 7ma. Ed. Editorial America Lima- Perú.
- [Muñoz, 1998] Muñoz Razo Carlos (1998) Como elaborar y asesorar una investigación de tesis Mexico: 1ra ed. Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- [Orozco, 2008] Orozco Apaza Juan Edgar (2008) Diagnóstico clínico de trastornos mentales. Tesis de la carrera de informática (T-1538), disponible en la biblioteca de la Carrera de Informática UMSA.
- [Quispe, 2006] Quispe Sillo Clemente (2006) Sistema Experto para el Diagnóstico de Estrés utilizando Lógica Difusa. Tesis de la carrera de informática (T-1215), disponible en la biblioteca de la Carrera de Informática UMSA.
- [Rada, 2005] Rada Villarreal Patricia Eugenia (2007) Depresión en mujeres víctimas de infidelidad, que asisten al servicio legal integral de la mujer de la ciudad de La Paz. (T-19), disponible en la biblioteca de la Carrera de Psicología UMSA.
- [Sturgeon, 1995] Sturgeon Wina (1995) Depresión, cómo identificarla, cómo curarla, cómo superarla. Argentina: 3ra ed. Grijalbo S.A.

[Velásquez, 2005] Velásquez Luisa (2005) Apuntes de Sistemas Expertos. Universidad Mayor de San Andrés”, 36pp , La Paz – Bolivia.

2. Referencias electrónicas

- [Alonso, 2009] Alonso Fernández Francisco (2009). Tipos de depresión. Obtenido el 4 de noviembre de 2009 disponible en: <http://www.blopsicologia.net>
- [Blehar, 2009] Mary Blehar, Matthew Rudorfer, Melissa Spearing, y Clarissa Wittenberg (2009). Depresión: Lo que toda mujer debe saber. Obtenido 29 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.nimh.nih.gov>
- [Bravo, 2009] Bravo Vilchez Germán (2009) Transtornos depresivos. Obtenido 30 de septiembre 2009 disponible en: http://www.ceafac.es/actividades/jornadas/XXII/documentos/3321018-TRASTORNO-DEPRESIVOB_01_Cl.ppt
- [Eslava, 2009] Melissa Eslava, Ma. Carolina Orta, Xenia Puente (2009). Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. Universidad Central Caracas Venezuela. Obtenido 25 de junio de 2009 disponible en: <http://www.ia.uned.es/~seve/publications/tesis.pdf>
- [García, 2009] García Guerrero Jair (2009) Psiquiatría General para Estudiantes de Medicina Obtenido 27 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.sbdit.com/depresion/3146911-Psiquiatria-General-de-Jair-GarciaGuerrero.pdf>
- [Lips, 2009] Dr. Walter Lips (2009) Depresión. Obtenido 27 de agosto de 2009 disponible en: www.clinical-depression.co.uk/
- [López, 2009] López Alfonso Jesús (2009), Lógica difusa. Obtenida el 26 de septiembre de 2009, disponible en: http://members.tripod.com/jesus_alfonso_lopez/FuzzyIntro.html y jes_alf_lopez@yahoo.com
- [Martínez, 2009] Martínez Díaz María del Carmen (2009). "Aprendizaje Artificial y sistemas expertos" llevado a cabo en la División de Sistemas del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Luján. Obtenido el 12 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.unl.edu.mx>

- [Pignani, 2008] Pignani Juan Manuel (2008). Sistemas Expertos (Expert System) Orientación I: Informática aplicada a la Ingeniería de Procesos 1. Ingeniería Química Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario. Obtenido 15 de agosto de 2008 disponible en: <http://www.gensym.com>
- [Rodríguez, 2005] Rodríguez Castillo Maribel Johana (2005). "Sistema de inferencia difusa de Mamdani". Obtenido el 07 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.fukl.edu>
- [Ruiz, 2009] Ruiz Bolívar Carlos (2005). "Confiabilidad" Programa Interinstitucional Doctorado en Educación basado en estudios de Thorndike (1989) y Magnusson, (1983). Obtenido el 15 de septiembre de 2009 disponible en: cruizbol@intercable.net.ve
- [Samper, 2004] Samper Márquez Juan José (2004), Sistemas Expertos el conocimiento al poder, disponible en: <http://www.psicologiacientifica.com/publicaciones/biblioteca/articulos/articulos/ar-jsamper01.htm>.
- [Tyrrell, 2009] Tyrrell Mark (2009). The Depression Learning Program. (Programa aprendiendo que es la depresión). Obtenido 18 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.scbdr.com/depresion/depresion.pdf>
- [Vargas, 2009] Vargas Francisco (2009). "Descripción general de las técnicas de lógica difusa". Obtenido el 16 de agosto de 2009 disponible en: <http://www.scribd.com/doc/14188261/Resumen-y-conclusion-tesis-Francisco-Vargas>
- [Vásquez, 2009] Antero Vásquez Mejía (2009). Depresión. Obtenido 30 de septiembre de 2009 disponible en: <http://www.Digeset/depresion/ucol.mx/6200909-Depresion.ppt>
- [Yescas, 2008] Yescas Osorio Esmina Lizbeth, Ascencio Huertas Leticia, Vargas Aviles Sofia (2008). Depresión, Ansiedad y Desesperanza aprendida en pacientes con artritis reumatoide. Obtenido 6 de noviembre de 2009 disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx>
- [Villarreal, 2008] Profesor: Gonzalo Villarreal Farah (2008). Sistemas Basados en Conocimiento o Sistemas Expertos Inteligencia Artificial. Obtenido 6 de abril de 2008 disponible en: <http://inteligenciaartificial/sistemas-expertos/Sis-ExpP2.ppt>

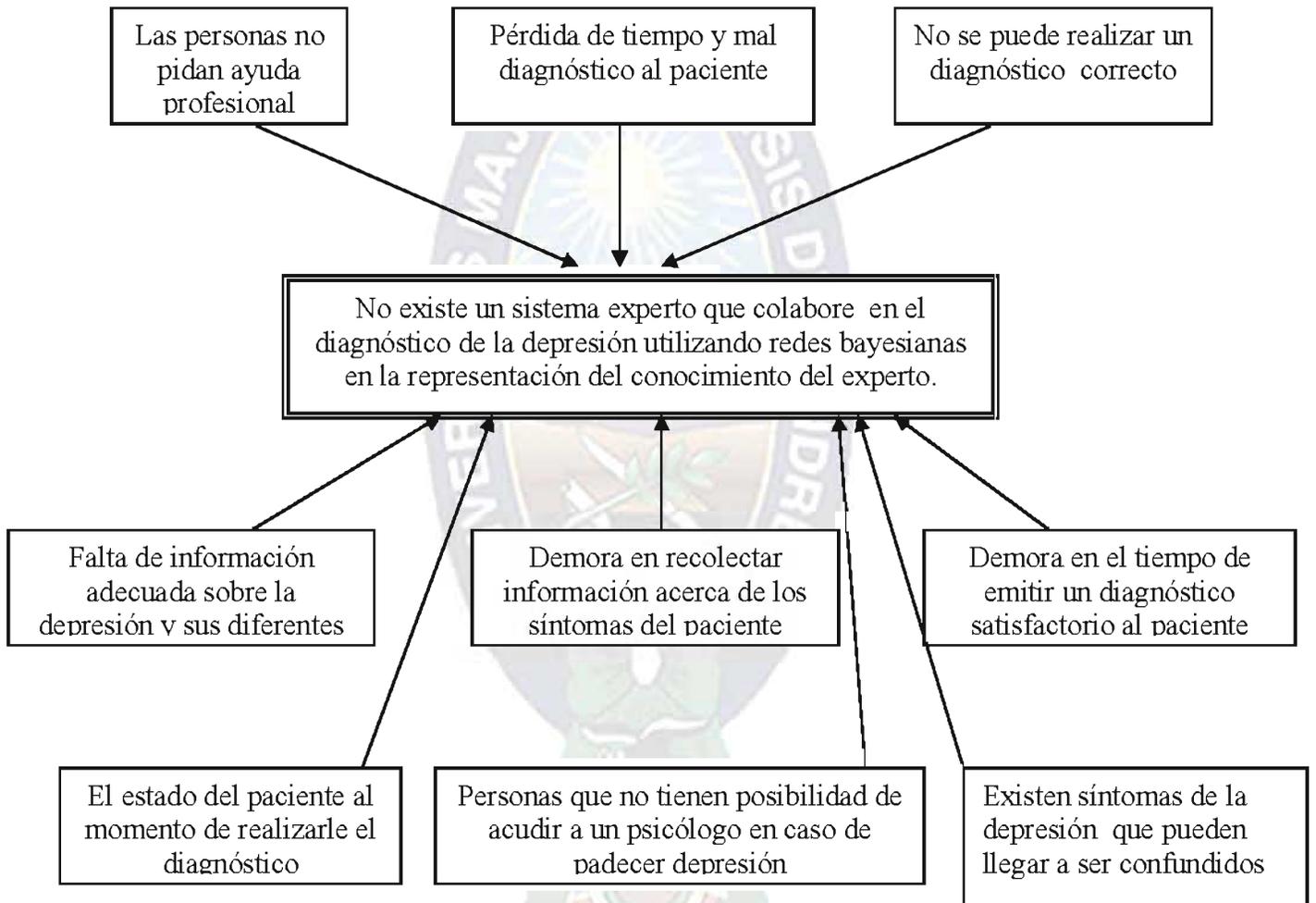


ANEXOS

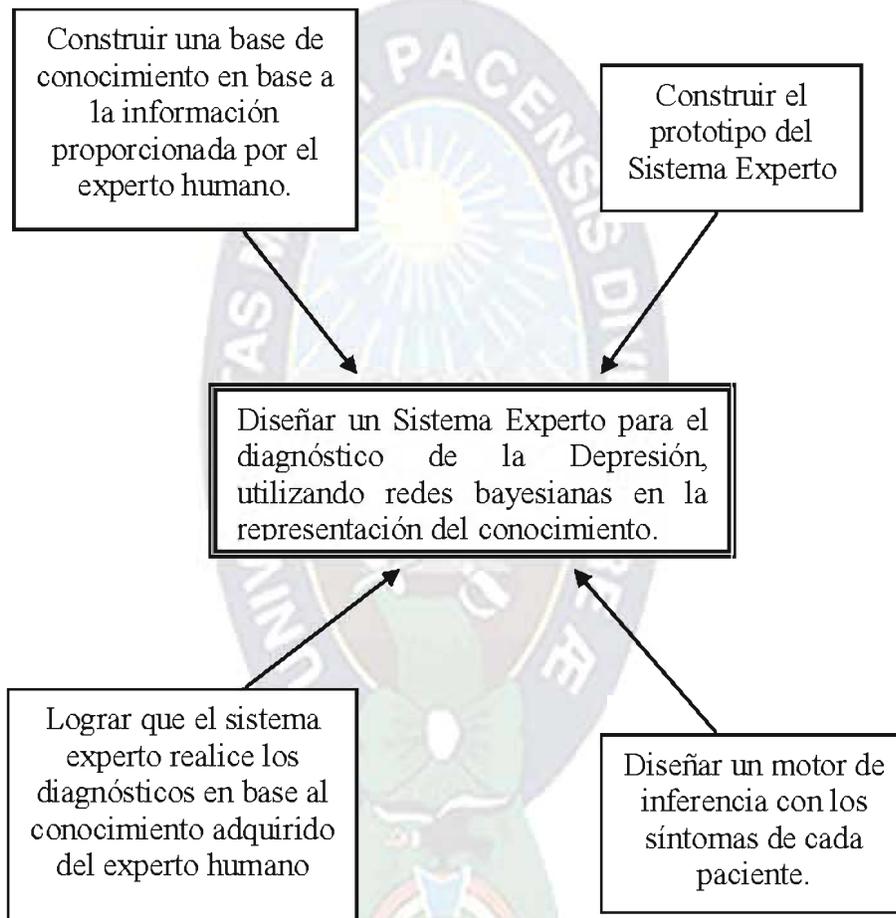
ANEXO A

ÁRBOL DE PROBLEMAS Y ÁRBOL DE OBJETIVOS

ARBOL DE PROBLEMAS



ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO B

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Diagnóstico: Como la asignación de atributos, o de pacientes que manifiestan dichos atributos a una categoría determinada de un sistema de clasificación.

Dopamina: Neurotransmisor esencial para el funcionamiento del sistema nervioso central. Durante la transmisión nerviosa, la dopamina pasa de una célula nerviosa o neurona a otra y desempeña un papel clave en el funcionamiento cerebral y la conducta humana. La dopamina se forma a partir de un precursor llamado dopa, que se sintetiza en el hígado a partir del aminoácido tirosina. El sistema circulatorio transporta la dopa a las neuronas cerebrales, donde tiene lugar la transformación en dopamina.

Estrés o Stress: En medicina, proceso físico, químico o emocional productor de una tensión que puede llevar a la enfermedad física. Una eminente autoridad en estrés, el médico canadiense Hans Selye, identificó tres etapas en la respuesta del estrés. En la primera etapa, alarma, el cuerpo reconoce el estrés y se prepara para la acción, ya sea de agresión o de fuga. Las glándulas endocrinas liberan hormonas que aumentan los latidos del corazón y el ritmo respiratorio, elevan el nivel de azúcar en la sangre, incrementan la transpiración, dilatan las pupilas y hacen más lenta la digestión. En la segunda etapa, resistencia, el cuerpo repara cualquier daño causado por la reacción de alarma. Sin embargo, si el estrés continúa, el cuerpo permanece alerta y no puede reparar los daños. Si continúa la resistencia se inicia la tercera etapa, agotamiento, cuya consecuencia puede ser una alteración producida por el estrés. La exposición prolongada al estrés agota las reservas de energía del cuerpo y puede llevar en situaciones muy extremas incluso a la muerte.

Fármaco: Es toda sustancia de origen natural o sintético susceptible de ser transformada en medicamento. Puede tener o no propiedades terapéuticas por sí misma. Droga.

Glándulas Endocrinas: Los órganos endocrinos también se denominan glándulas sin conducto o glándulas endocrinas, debido a que sus secreciones se liberan directamente en el torrente sanguíneo. Las hormonas secretadas por las glándulas endocrinas regulan el crecimiento, el desarrollo y las funciones de muchos tejidos, y

coordinan los procesos metabólicos del organismo. La endocrinología es la ciencia que estudia las glándulas endocrinas, las sustancias hormonales que producen estas glándulas, sus efectos fisiológicos, así como las enfermedades y trastornos debidos a alteraciones de su función. La función de las glándulas endocrinas es la producción exclusiva de hormonas

Glándulas Exocrinas: Liberan sus secreciones sobre la superficie interna o externa de los tejidos cutáneos, la mucosa del estómago o el revestimiento de los conductos pancreáticos.

Neurosis: también llamada psiconeurosis, término que describe una variedad de trastornos psicológicos que originalmente parecieron tener su origen en algún problema neurológico, pero a los que hoy se atribuye un origen psíquico, emocional o psicosocial. Una de sus características es la ansiedad, personalmente dolorosa y origen de un comportamiento inadaptado.

Es ampliamente aceptado que el término neurosis se aplica para intentar diagnosticar aquellas afecciones cuyos síntomas son la expresión simbólica de un conflicto psíquico.

Neurotransmisor: Sustancia química que interviene en la producción de impulsos nerviosos en las uniones sinápticas entre neuronas o entre una neurona y el órgano que inerva

Noradrenalina: Hormona que pertenece al grupo de las catecolaminas sintetizado en la médula de la glándula suprarrenal. Es el neurotransmisor de la mayoría de las fibras nerviosas simpáticas postganglionares y el precursor de la adrenalina, con potente efecto vasopresor y estimulador de la contractilidad cardíaca.

Serotonina: Neurotransmisor, molécula que interviene en la transmisión de mensajes a través de las sinapsis o uniones entre células nerviosas adyacentes. Su función en el sistema nervioso central y sus efectos en los cambios de comportamiento están siendo objeto de distintos estudios de investigación.

Trastorno: Los trastornos suelen ser afecciones duraderas, que se pueden caracterizar por falta de flexibilidad o inadaptación al entorno, que ocasionan frecuentes problemas laborales y sociales, y generan molestias y daños a la propia persona y a los demás. Hay muchos tipos de trastornos de la personalidad: la

paranoide, por ejemplo, es característicamente suspicaz y desconfiada; la histriónica tiene un comportamiento y una expresión teatrales y manipuladores hacia los que conviven con ellos; la personalidad narcisista tiende a darse una gran importancia y necesita de una constante atención y admiración por parte de los demás; por último, las personalidades antisociales se caracterizan por su escasa conciencia moral, violando los derechos ajenos y las normas sociales, incluso sin beneficio para ellos mismos.

Trastorno Emocional: Alteración leve de la salud emocional. Los trastornos emocionales son enfermedades que afectan la manera en que uno piensa y se siente. Los síntomas pueden ser muy severos y en la mayoría de los casos no desaparecen por sí solos. Además, pueden afectar a otras enfermedades como la hernia de hiato o problemas cardíacos, y ser motivo de problemas sociales, del trabajo o estudios. En cuanto la causa de los trastornos emocionales, no se conoce exactamente, aunque se sabe que son hereditarios. Los cambios en los niveles de ciertas sustancias químicas en el cerebro también pueden desempeñar un papel importante. Estos trastornos afectan tanto a los hombres como a las mujeres de cualquier edad, raza y nivel económico. Los trastornos emocionales más comunes son la depresión y el trastorno bipolar. En próximas entradas iré explicando detalladamente estas dos enfermedades, además de otras de este tipo como las fobias o la ansiedad.

Transtorno Psicológico: Presencia de un comportamiento o de un grupo de síntomas identificables en la práctica clínica que en la mayoría de los casos se acompañan de malestar o interfieren en la actividad del individuo. Los dos signos más característicos de los trastornos psicológicos son: Presencia de emociones dolorosas crónicas ([ansiedad](#), [depresión](#), [ira](#)...). Presencia de conflictos duraderos en las relaciones sociales, familiares o de pareja.