

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



TESIS DE GRADO

**SISTEMA EXPERTO PARA DETECTAR TIPOS DE
PERSONALIDADES DE ACUERDO A LA EDAD BIOLÓGICA
BASADO EN LÓGICA DIFUSA**

Tesis de Grado para obtener el Título de Licenciatura en Informática

Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos

POR: ANTONIO BLADIMIR BARRIOS GALARRETA

TUTOR METODOLÓGICO: M.Sc. GROVER RODRIGUEZ RAMIREZ

ASESOR METODOLÓGICO: M.Sc. ALDO VALDEZ ALVARADO

LA PAZ – BOLIVIA

Gestión – 2018



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



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

DEDICATORIA

A mi Dios Jehová por guiarme en todo momento, a mis padres Milton y Celia, sobre todo a mi querida madre que siempre ha confiado en mí y se ha esmerado para darme todo lo necesario.

A mi amada esposa Luz Nela y mis hijos Kevin, Ezequiel y Antonela que son los tesoros y la inspiración constante con la que cuento día a día.

A mis queridos hermanos Milton y Paolo por su constante aliento y confianza en esos años maravillosos que compartimos juntos.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Tutor Metodológico M.Sc. Grover Alex Rodríguez Ramírez por la ayuda brindada a lo largo de este trabajo.

Agradezco a mi Asesor Metodológico M.Sc. Aldo Ramiro Valdez Alvarado por tantos años de apoyo incondicional, tanto en la parte académica como en lo personal.

También agradezco la participación del Psicólogo Lic. Emilio Ortega Tarifa por la orientación y conocimiento brindado para la realización de este trabajo.

También quiero mencionar un agradecimiento a aquellas personas que me alentaron constantemente a lo largo de estos años: Jhonatan, Ernesto.

Resumen

El presente trabajo muestra el proceso de construcción de un modelo de sistema experto de diagnóstico tipos de personalidades de acuerdo a la edad biológica, haciendo uso de la lógica difusa, asociado a un cuadro sintomatológico del paciente en cuestión.

Se revisó el conocimiento existente alrededor de los tipos de la personalidad basado en la teoría del Psiquiatra y Psicólogo Carl Gustav Jung, recogiendo diferente información acerca del tema tratado, usando todo tipo de material, por medio de entrevistas a psicólogos, así como bibliografía encontrada, pudiendo identificar y entender los síntomas, diagnóstico de un paciente con alguno de estas características que pueda presentar. (Pensamiento introvertido, sentimental introvertido, personas extrovertidas agresivas, sentimental extrovertido, sensación extrovertido).

Con el problema y objetivos ya bien enmarcados y con la ayuda de la lógica difusa que trata con información basada en la incertidumbre que es la característica principal de las personas con estos diferente síntomas, se procedió a desarrollar el marco aplicativo mediante la metodología de Buchanan identificando y desarrollando cada una de las fases, y permitió la posterior construcción del prototipo del sistema experto para los tipos de personalidad en un rango de edades.

Y por último, contrastar los resultados de la aplicación terminada, con resultados realizados que corresponden a la realidad. La cual ha sido realizada satisfactoriamente.

CONTENIDO

CAPITULO I	1
MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. ANTECEDENTES	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
1.5. HIPÓTESIS	6
1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	6
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	6
1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.	6
1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.	6
1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTIFICA.	7
1.7. ALCANCES Y LÍMITES.	7
1.7.1. ALCANCES.....	7
1.7.2. LÍMITES.....	8
1.8. APORTES.....	8
1.9. METODOLOGÍA.....	8
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. INTRODUCCIÓN	10
2.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL	10
2.3. SISTEMAS EXPERTOS	11
2.3.1. MARCO HISTÓRICO EN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	13
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO	14
2.3.3. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO.....	15
2.3.3.1. COMPONENTE HUMANO	17

2.3.3.2. BASE DE CONOCIMIENTOS	17
2.3.3.3. SUBSISTEMA DE ADQUISICION DE CONOCIMIENTO.....	17
2.3.3.4. CONTROL DE COHERENCIA	18
2.3.3.5. MOTOR DE INFERENCIA.....	18
2.3.3.6. SUBSISTEMA DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS.....	19
2.3.3.7. INTERFAZ DE USUARIO	19
2.3.3.8. SUBSISTEMA DE EJECUCIÓN DE ÓRDENES.....	20
2.3.3.9. SUBSISTEMA DE EXPLICACIÓN	20
2.3.3.10. SUBSISTEMA DE APRENDIZAJE	20
2.3.4. DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO	21
2.3.4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
2.3.4.2. ENCONTRAR EXPERTOS HUMANOS QUE PUEDAN RESOLVER EL PROBLEMA.....	23
2.3.4.3. DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	23
2.3.4.4. ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE DESARROLLO, LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN...23	
2.3.4.5. DESARROLLO Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO.....	23
2.3.4.6. REFINAMIENTO Y GENERALIZACIÓN.....	23
2.3.4.7. MANTENIMIENTO Y PUESTA AL DÍA.	23
2.3.5. VENTAJAS DE UN SISTEMA EXPERTO.....	24
2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN.....	25
2.4.1. IDENTIFICACIÓN	26
2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	27
2.4.3. FORMALIZACIÓN	27
2.4.4. IMPLEMENTACIÓN	27
2.4.5. TESTEO O PRUEBA	28
2.5. LOGICA DIFUSA O BORROSA.....	29
2.5.1. LOGICA DIFUSA VS LOGICA CLASICA.....	30
2.5.2. DIFUSIVIDAD.....	32
2.5.3. CONJUNTOS DIFUSOS.....	32
2.5.4. FUNCIÓN DE PERTENENCIA.....	33
2.5.5. VARIABLES LINGUISTICAS	35
2.5.6. REGLAS DIFUSAS.....	36
2.5.7. MODELO DIFUSO	38

2.5.8. CONTROL DIFUSO	39
2.5.8.1. ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR BASADO EN LÓGICA DIFUSA	39
2.6. LA PERSONALIDAD.....	41
2.6.1. PENSAMIENTO-INTROVERTIDO	43
2.6.2. SENTIMENTAL - INTROVERTIDO	43
2.6.3. SENSACIÓN - INTROVERTIDO.....	43
2.6.4. INTUITIVO - INTROVERTIDO	44
2.6.5. PENSAMIENTO - EXTRAVERTIDO	44
2.6.6. SENTIMENTAL - EXTRAVERTIDO	44
2.6.7. SENSACIÓN - EXTROVERTIDO	44
2.6.8. INTUICIÓN - EXTROVERSIÓN.....	45
CAPITULO III	46
MARCO APLICATIVO	46
3.1. INTRODUCCIÓN	46
3.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO	46
3.3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO BUCHANAN.....	47
3.3.1. IDENTIFICACIÓN	47
3.3.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO	49
3.3.2. CONCEPTUALIZACIÓN.....	50
3.3.2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	50
3.3.2.2. CONOCIMIENTO ABSTRACTO	51
3.3.2.3. BASE DE HECHOS	51
3.3.3. FORMALIZACIÓN	53
3.3.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO	53
3.3.3.2. DEFINICIÓN Y CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	54
3.3.3.3. ARBOL DE DECISIONES.....	56
3.3.3.4. FUZZIFICACIÓN DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS	61
3.3.3.5. BASE DE HECHOS	65
3.3.3.6. BASE DE REGLAS	66
3.3.3.7. MECANISMO DE INFERENCIA	68
3.3.3.8. DEFUZZIFICACIÓN DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS.....	68
3.3.3.9. MOTOR DE INFERENCIA.....	72

3.3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO	73
3.3.4.1. PRUEBA O TESTEO	77
CAPITULO IV	78
EVALUACIÓN DE RESULTADOS	78
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS	78
4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS	78
4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN A CONSIDERAR	78
4.2.2. ANALISIS DE DATOS	78
4.2.3. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	78
4.2.4. SUJETO DE ESTUDIO	79
4.2.5. PRUEBA DE T DE STUDENT	79
4.2.6. HISTORIA	79
4.2.7. USOS	80
4.2.8. PRUEBAS T PARA DOS MUESTRAS APAREADAS Y DESAPAREADAS	81
4.2.9. TAMAÑO DE LA MUESTRA	83
4.2.10. DESCRIPCION DEL PROCESO	85
4.2.11. DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS	87
CAPITULO V	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1. CONCLUSIONES	92
5.2. RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	94
REFERENCIAS ELECTRONICAS	94

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 2.1. Campos de aplicación de los Sistemas Expertos	13
Figura 2.2. Estructura básica de los Sistemas Expertos	15
Figura 2.3. Estructura detallada de los Sistemas Expertos	16
Figura 2.4. Etapas en el desarrollo de los Sistemas Expertos	22
Figura 2.5. Fases de la Metodología Buchanan	26
Figura 2.6 Interrelación de Fases.....	28
Figura 2.7. Comparación grafica entre la Lógica Difusa y la Lógica Clásica	31
Figura 2.8. Comparación Analítica entre Lógica Difusa y Lógica Clásica	32
Figura 2.9. Diferencia entre la Lógica Clásica y Lógica Difusa	33
Figura 2.10. Diferencia entre la Lógica Clásica y Lógica Difusa	34
Figura 2.11. Función de pertenencia de un conjunto triangular.....	35
Figura 2.12. Valores Lingüísticos de la variable difusa "Velocidad"	35
Figura 2.13. Conjunto difuso de la variable difusa "Velocidad"	36
Figura 2.14. Arquitectura del modelado difuso.....	39
Figura 2.15. Estructura de un sistema de Lógica Difusa	40
Figura 3. 1. Estructura del Sistema Experto para el diagnóstico de tipo de personalidad	47
Figura 3. 2. Componentes que intervienen en el desarrollo del Sistema Experto	48
Figura 3. 3. Componentes del Sistema Experto desde adquisición de conocimiento.....	49
Figura 3. 4. Componentes del Sistema Experto	50
Figura 3. 5. Adquisición de Conocimiento	51
Figura 3. 6. Tipos de Personalidad según Carl Jung	51
Figura 3. 7. Árbol inicial Del Sistema Experto, rango de edades biológicas	57
Figura 3. 8. Test de personalidad en niños	58
Figura 3. 9. Test de personalidad en Jóvenes	59
Figura 3. 10. Test de Personalidad en Mayores.....	60
Figura 3. 11. Conjunto Difuso de la variable de personalidad de pensamiento introvertido	61
Figura 3. 12 Conjunto Difuso de la variable Sentimental Introvertido	62
Tabla 3. 13. Conjunto Difuso de Variables Sensación Introvertido.....	64
Figura 3.13. Pantalla Principal del Sistema Experto.....	74
Figura 3.14. Pestaña de Iniciar el Sistema Experto	75
Figura 3. 15. Pantalla del primer menú del Sistema Experto.....	75
Figura 3.16. Test en niños	76
Figura 3.17. Resultado del Test	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Primeros Sistemas Expertos.....	14
Tabla 3.1. Tabla de Variable Lingüística	56
Tabla 3. 2. Función de pertenencia	62
Tabla 3. 3. Función de Pertenencia Sentimental Introverso	63
Tabla 3. 4. Función de pertenencia Sensación Introverso	64
Tabla 3.5. Guía para el desarrollo de las reglas de producción	67
Tabla 4. 1 Evaluación y Diagnostico de Personalidad.....	87
Tabla 4. 2. Evaluación de Personalidad mediante Sistema Experto.	88
Tabla 4. 3 Evaluación mediante Experto Humano.	89

CAPITULO I

MARCO INTRODUCTORIO

1.1. INTRODUCCIÓN.

La psicología es una ciencia que nos ayuda a explorar conceptos como la percepción, la atención, la motivación, la emoción, el funcionamiento del cerebro, la inteligencia, la personalidad, las relaciones personales, la consciencia y la inconsciencia.

Teniendo como una de sus áreas de estudio la psicología clínica, del cual se desprende los tipos de personalidades.

Los trastornos de la personalidad suelen ser consecuencia de factores educacionales y de una serie de experiencias sucesivas, de vivencias intensas, a veces traumáticas, experimentadas por una persona con un temperamento más o menos proclive a desarrollar este tipo de anomalías.

Hace tiempo atrás se pensaba que cierto tipo de problemas podían ser resueltos exclusivamente por humanos por que estaban ligados estrictamente a habilidades de este como el pensar, observar, memorizar, aprender, ver, oler, entre otros. Pero el estudio de muchos años por investigadores de distintos campos demostró que algunos de estos problemas podían ser resueltos por computadoras.

De ahí que nace la inteligencia artificial que como una definición aceptada dice “Estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que por el momento las personas las realizan de mejor manera (Elaine Rich)”. Que entre las principales áreas de investigación están: sistemas expertos, algoritmos genéticos, redes neuronales, robótica, lenguaje natural.

El presente trabajo pretende desarrollar un sistema experto capaz de analizar y detectar los tipos de personalidades de manera confiable según un rango de edades, a partir de una base de conocimientos adquirida por un experto psicólogo. También deberá poder diferenciar según la sintomatología del paciente los tipos de trastornos más probables en él y así comunicárselo.

Para ello se tratara de recoger el máximo de información necesaria para poder realizarlo con eficiencia.

1.2. ANTECEDENTES.

Los sistemas expertos son aplicados a numerosos campos tales como la medicina, actividades militares, económicas, financieras, ingeniería, derecho y otros, haciendo diagnósticos, predicciones, consejos o como herramientas de entretenimiento y enseñanza según las instituciones que se plantea.

El test clínico, requiere la combinación e integración de gran cantidad de información obtenida de diversas fuentes (test y cuestionarios, entrevistas, observaciones clínicas, libros de casos, manuales, entre otros), una larga formación académica y experiencia clínica. La evidencia demuestra que los clínicos no llevan a cabo procedimientos rigurosos y consistentes para obtener un diagnóstico, bosquejar un pronóstico y proponer un tratamiento, sino que suelen cometer bastante sesgo, como omitir información y focalizarse en solo unos pocos datos a los que dan más relevancia.

Se describe a continuación cuatros sistemas clásicos especialmente ligados a arboles de decisión, reglas de producción para representar el conocimiento.

- DTREE: sistema basado en los arboles de decisión del DSM-III-R expandidos. Realiza una focalización en alguna de las áreas de diagnóstico y a partir de ahí sigue el árbol de diagnóstico diferencial correspondiente haciendo preguntas al usuario, puede generar informes justificando las decisiones para aceptar o descartar un trastorno.

- DSM-III-X: Sistema basado en los criterios del DSM-III-R combina dos estrategias distintas guiada por los datos (bottom-up) y guiada por los objetivos (top-down), la primera le permite generar un conjunto de hipótesis, la segunda sirve para confirmar o descartar las hipótesis. Las capacidades explicativas del sistema y el sistema de dialogo orientado al lenguaje, lo hacen apto para el entrenamiento de evaluadores. Además es capaz de hacer recomendaciones terapéuticas.

- DIAG, un sistema experto para el diagnóstico de anomalías craneofaciales: Se presenta un prototipo experimental de un sistema experto para el diagnóstico de un grupo de anomalías craneofaciales, encontradas en la clínica. Este sistema es una herramienta de diagnóstico para ortodoncistas, residentes y estomatólogos dedicados a la ortodoncia y puede también ser empleado como un sistema tutorial inteligente para el estudio de la ortodoncia.

También se consideran aquellos trabajos similares por que pueden contribuir bastante para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

➤ Título: “Sistema experto para el diagnóstico de estrés utilizando lógica difusa”.

Autor: Clemente Quispe Sillo.

Año: 2006

Institución: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Desarrolla un Sistema experto para el diagnóstico de estrés utilizando lógica difusa, que sea utilizado por un profesional experto en el tratamiento de estrés.

➤ Título: “Sistema experto de diagnóstico y tratamiento de la depresión mayor y depresión menor”.

Autor: Ronald Víctor Silvestre Bautista

Año: 2008

Institución: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Desarrolla un sistema experto para dar un diagnóstico y tratamiento de depresión mayor y depresión menor, basado en reglas que permite determinar el tipo de depresión que presenta el paciente.

➤ Título: “Sistema experto para el diagnóstico de trastornos depresivos basado en la lógica difusa”.

Autor: Ana Guadalupe Salas Gonzales

Año: 2012

Institución: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Desarrolla un Sistema experto para el diagnóstico de trastornos depresivos utilizando lógica difusa, que sea utilizado por un profesional experto.

- Título: “Sistema experto para el diagnóstico de trastornos depresivos basado en la lógica difusa”.

Autor: Ana Guadalupe Salas Gonzales.

Año: 2012.

Institución: Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática.

Desarrolla un Sistema experto para el diagnóstico de trastornos depresivos utilizando lógica difusa, que sea utilizado por un profesional experto.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Trabajos realizados con respecto a test Psicológico para detectar tipos de personalidades de acuerdo a la edad biológica basado en lógica difusa con sistemas expertos, existen muy pocos la mayoría como tesis dentro de la carrera de Informática.

A continuación un Informe de la evaluación de salud mental en Bolivia usando el Instrumento de Evaluación de los Sistemas de Salud Mental de la OMS (AISM- OMS) Presentado por: Dra. Miriam Luisa Rocha Caetano en 2008.

En Bolivia no existe una política específica de salud mental ni leyes particulares referentes a salud mental; se estima que solo alrededor del 0,2 por ciento del presupuesto de Salud se destina en el país a la salud mental; no se cuenta a la fecha con un Sistema de Vigilancia en salud mental que recoja periódicamente información para ser analizada y tampoco se cuenta con indicadores de salud mental dentro del Sistema Nacional de Información en Salud.

Los principales trastornos tratados son: en consulta ambulatoria, los trastornos del humor que representan un 17 por ciento y en los hospitales psiquiátricos, la esquizofrenia, trastornos esquizotípicos y trastornos de ideas delirantes que representan un 29 por ciento.

Los usuarios de sexo femenino representan entre el 30 al 50 por ciento de la población que acude a algún establecimiento de salud mental en el país y la atención a menores de 18 años fluctúa entre 3 – 35 por ciento, de acuerdo al tipo de establecimiento.

Siguiendo los criterios del instrumento, se identificaron: 39 establecimientos de salud mental ambulatorios en el país, 12 establecimientos de tratamiento diurno, 1 unidad de hospitalización de base comunitaria y 9 hospitales psiquiátricos. No existe en el país una Unidad Forense ni establecimiento residencial específico para personas con trastornos mentales.

Dentro de los establecimientos de salud mental, por cada 100,000 habitantes existen 1.06 psiquiatras, 0.22 médicos no especializados en psiquiatría, 0.34 enfermeros, 0.46 psicólogos, 0.25 trabajadores sociales, 0.20 terapeutas ocupacionales y 1.43 de otros profesionales de la salud.

La cantidad de profesionales graduados el último año en instituciones académicas y educativas por cada 100,000 habitantes es la siguiente: 0.06 psiquiatras, 4.8 enfermeras, 10.88 médicos generales. No existe ningún enfermero, psicólogo, trabajador social, terapeuta ocupacional u otro personal en salud con por lo menos 1 año de capacitación específica en atención de salud mental.

La pobreza de las acciones que se realizan a favor de la salud mental es debida principalmente a que los países asignan porcentajes desproporcionadamente pequeños de sus presupuestos a la salud mental, en comparación con la magnitud de la carga de los trastornos mentales.

De esta manera surge el problema planteado en forma de pregunta:

¿De qué manera se podría apoyar al experto Psicólogo, para que detecte el tipo de personalidad que poseen las personas de acuerdo a su edad biológica?

1.4. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema Experto capaz de detectar la personalidad de una persona a partir de su edad biológica.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Adquirir los conocimientos de un Experto en Psicología para almacenarlo en una Base de Conocimientos.

- Desarrollar la base de Conocimiento con motor de inferencia.
- Desarrollar un modelo teórico de solución al problema
- Diseñar un prototipo del Sistema Experto de acuerdo a la de edad biológica.
- Formalizar el conocimiento de un Experto a través de la Lógica difusa.

1.5. HIPÓTESIS.

H: “El uso de la Lógica Difusa, permite que el Sistema Experto diagnostique los tipos de personalidades de acuerdo a su edad biológica con una confiabilidad mayor al 90 %”

1.5.1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variable Dependiente: Sistema Experto de Test Psicológico para detectar tipos de personalidad.

Variable Independiente: Síntomas de las diferentes personalidades.

Variable intermedia: Lógica difusa.

1.6. JUSTIFICACIÓN.

1.6.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.

El costo de un experto psicológico para detectar tipos de personalidades es alto para las pequeñas empresas, colegios, institutos, etc... ya que el sistema permitirá a cualquier gerente propietario, director a utilizar este sistema y a reducir costos.

El desarrollo del proyecto económicamente es factible, los gastos no son muy elevados en comparación de los beneficios que podrá brindar a los usuarios que utilizaran el sistema

1.6.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

El desarrollo del Sistema Experto es el de proporcionar una herramienta que permita diagnosticar, con una cierta antelación a lo normal, cualquier tipo de trastorno de la personalidad. Esta detección podrá ser realizada por el psiquiatra o médico de familia que realice el test a un paciente o por los propios pacientes que deseen auto – diagnosticarse.

1.6.3. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA.

Para realizar un diagnóstico de la personalidad, será necesario que el Sistema Experto siga determinados procedimientos. Estos procedimientos se ajustaran a un sistema de clasificación de edades inicialmente que en este caso serán diferentes rangos: 5-12, 13-30 y de 31 años para adelante. También se usara el Test de factores de personalidad 16 PF5 para la detección de la personalidad.

Los sistemas expertos es el proceso de mejorar, hasta un nivel de experto humano, las prestaciones de sistemas de programación que poseen un amplio cuerpo de conocimiento sobre un área de aplicación específica. Un sistema experto es un programa que usa conocimiento y procedimientos de razonamiento para resolver problemas lo suficientemente difíciles como para necesitar de un experto para su solución (Feigenbaum, 1977).

Los sistemas expertos se utilizan cuando el problema: (1) No requiere “sentido común”, (2) requiere razonamiento simbólico, (3) no se resuelve con métodos “tradicionales” (4) necesita de conocimiento experto y (5) con el costo compensa su uso.

Los sistemas expertos constituyen una rama de la inteligencia artificial que hace un uso amplio de conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano. Este especialista es una persona que tiene experiencia desarrollada en cierta área. Esto es el especialista tiene conocimientos o habilidades especiales que la mayoría de las personas no conoce o de las que no dispone; puede resolver problemas que la mayoría no podría resolver, o los resuelve con mucha mayor eficiencia.

Desarrollar un sistema que a partir de las respuestas de un paciente clínico a un cuestionario sea capaz de llevar a cabo su diagnóstico en relación a si pertenece a una de patologías clínicas, o si puede ser diagnosticado como una persona mentalmente “sana”.

1.7. ALCANCES Y LÍMITES.

1.7.1. ALCANCES.

Los alcances permiten hacerse una idea de lo que se quiere lograr con el desarrollo del trabajo de investigación, estos se listan a continuación.

- Con el conocimiento del experto humano se diseñara el sistema experto de tal manera que permita la construcción del prototipo del sistema. Lo que favorece al área de la psicología y la inteligencia artificial.
- El sistema experto ofrecerá un test de manera rápida y lo más exacto posible una vez introducido la sintomatología del paciente.
- El rango del edad biológica será: 5-12,13-30 y de 31 para adelante.
- Se utilizara el test de tipos de personalidad según de Carl Yung.
- El sistema experto obtendrá conclusiones realistas en situaciones donde los expertos humanos no pueden.
- El sistema experto almacenara resultados del paciente para su posterior revisión.
- El sistema experto tendrá un usuario y password para autenticar al psicólogo.

1.7.2. LÍMITES.

Los límites, establecen aquellos aspectos que no se desean resolver, los cuales se muestran en forma de lista.

- El presente trabajo se limita dando el diagnóstico del test pero no a la medicación.
- El Sistema Experto no irá más allá del diagnóstico de tipos de personalidad
- El sistema Experto no realizara el tratamiento.

1.8. APORTES.

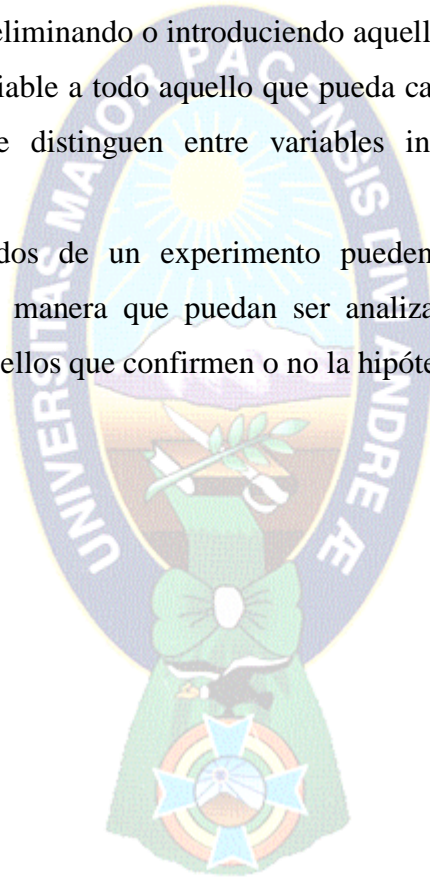
- Un beneficio para la población que contara con una herramienta computacional de tipos de personalidad que aplique técnicas conceptos de la inteligencia artificial.
- Aporte a otras ciencias, en nuestro caso la psicología que ha tomado al computador como medio para construir modelos de aprendizaje humano.

1.9. METODOLOGÍA.

Para la elaboración del presente trabajo se empleara 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:** Suposición provisional de la que se intenta extraer una consecuencia. Una hipótesis confirmada se puede convertir en una ley científica que establezca una relación entre dos o más variables, y al estudiar un conjunto de leyes se puede hallar algunas regularidades entre ellas que den lugar a unos principios generales con los cuales se construye 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 incluir en él. Se entiende por variable a todo aquello que pueda causar cambios en los resultados de un experimento y se distinguen entre variables independientes, dependientes y controladas.
- **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 la hipótesis emitidas.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se explica la definición, componentes y funcionamiento de los sistemas expertos, así también de sus ventajas y limitaciones que este presenta. Se desarrolla también la metodología de Buchanan que será aplicado en este presente trabajo, el tipo de problema que se plantea es tratado mediante razonamiento difuso (Lógica Difusa) y la base de conocimiento a través de la experiencia del experto humano.

Por último se realiza una explicación acerca de los tipos de personalidad según Carl Yung, que factores son las que inciden en la causa y origen de personalidades, así también los síntomas que conllevan los mismos.

2.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Desde la aparición de las computadoras, se han ido efectuando investigaciones científicas y tecnológicas con el fin de que estas puedan resolver y realizar algunas actividades propias de los seres humanos, y se ha logrado automatizar muchos procesos consiguiendo eficiencia en el tiempo y recursos invertidos para realizar cualquier tipo de actividad. Debido a que la inteligencia artificial tuvo muchos padres no hay un consenso para definir ese concepto, pero podemos decir que la inteligencia artificial se encarga de modelar la inteligencia humana en sistemas computacionales. Puede decirse que la Inteligencia Artificial (I.A.) es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la computación.

La inteligencia artificial es un campo de investigación y aplicación que trata de conseguir que las computadoras simulen en cierta manera la inteligencia humana. El problema es que la inteligencia humana es difícil de circunscribir y definir.

Según algunos autores, definen a la Inteligencia Artificial como:

- La inteligencia artificial es la parte de las ciencias de la computación que se ocupa del diseño de sistemas de computación inteligentes, esto es, sistemas que exhiben las

características que asociamos con la inteligencia en el comportamiento humano (Barr, Feigenbaum, 1986).

- La inteligencia artificial es el estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que hasta el momento, los humanos hacen mejor (Knight, 1994).
- La Inteligencia Artificial es el campo de estudio que se enfoca en la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales basadas en la experiencia y el conocimiento continuo del ambiente (Nebendah, 1998).
- La I.A. es la rama de la ciencia de la computación que se ocupa de la automatización de la conducta inteligente (Stubblefield, 1993).
- La I.A. es el campo de estudio que se enfoca a la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales (Schalkoff, 1990).

Se puede decir que, actualmente, cuando se investiga en el campo de la inteligencia artificial, se pueden conseguir dos objetivos complementarios que ponen énfasis respectivamente en los siguientes aspectos:

- Inteligencia Artificial basada en el objetivo “Estudio de procesos cognoscitivos”
- Inteligencia Artificial basadas en el objetivo “Creación de Sistemas Automáticos”

El primer objetivo es el estudio de los procesos cognoscitivos en general, lo que justificaría la siguiente definición “El estudio de la inteligencia como computación, que se orienta en la consideración de la I.A. como un estudio de la conducta humana inteligente” (Hayes, 1973).

Como segundo objetivo a lograr por la inteligencia artificial, está la creación de ENTES o Sistemas Automáticos que sean capaces de llevar a cabo tareas y funciones que han estado hasta el momento reservadas en su desempeño, exclusivamente a los seres humanos. En este segundo enfoque la Inteligencia Artificial se enmarca dentro de un contexto más tecnológico, donde sea posible diseñar y construir programas, máquinas con aptitudes similares o superiores a las de un ser humano (Hidalgo, 1996).

2.3. SISTEMAS EXPERTOS

Un Sistema Experto puede definirse como un sistema informático (Hardware y Software) que está enfocado en resolver un tipo específico de problema de un área determinada, esto se hace

simulando el comportamiento y las capacidades del Experto Humano encargado de dicha área. La existencia de un Experto Humano es de vital importancia, pues gracias a él se puede adquirir el conocimiento necesario para la implementación de un Sistema Experto (Castillo, Durkin, 1991,1994).

Los Sistemas Expertos son capaces de procesar gran cantidad de información, razonar de forma determinista o probabilística, tomar decisiones en base a los conocimientos almacenados y explicar los pasos ya realizados. Todo esto muestra un nivel de desempeño y fiabilidad comparable con el utilizado por un Experto Humano.

Debido a que estos sistemas manejan conocimiento es necesario que exista alguien que pueda extraerlo, interpretarlo, representarlo y manejarlo. Todas estas tareas son las más importantes al momento de desarrollar cualquier Sistema Experto, y para ello se necesita un Ingeniero del Conocimiento el cual se encarga de dichas tareas.

Por lo anterior, es de vital importancia contar con al menos las siguientes personas: Experto Humano e Ingeniero del Conocimiento.

Se recomienda el uso de Sistemas Expertos en aquellas áreas donde el sentido lógico e intuición no sean factores de prioridad, donde la cantidad de información es elevada y donde los Expertos Humanos son escasos (Montes, 2006).

Se puede pensar que un sistema experto pueda actuar como un consultor que puede suministrar ayuda a (o en algunos casos sustituir completamente) los expertos humanos con un grado razonable de fiabilidad.

Durante la última década se han desarrollado muy rápidamente numerosas aplicaciones de sistemas expertos a muchos campos. Durkin examina unos 2,500 sistemas expertos y los clasifica por criterios, tales como áreas de aplicación, tareas realizadas, etc. Tal como puede verse en la Figura 2.1 la economía, la industria y la medicina continúan siendo los campos dominantes entre aquellos en los que se utilizan los sistemas expertos. La sección siguiente muestra algunos ejemplos que motivan la aplicación de los sistemas expertos en algunos de estos campos (Durkin, 1994).

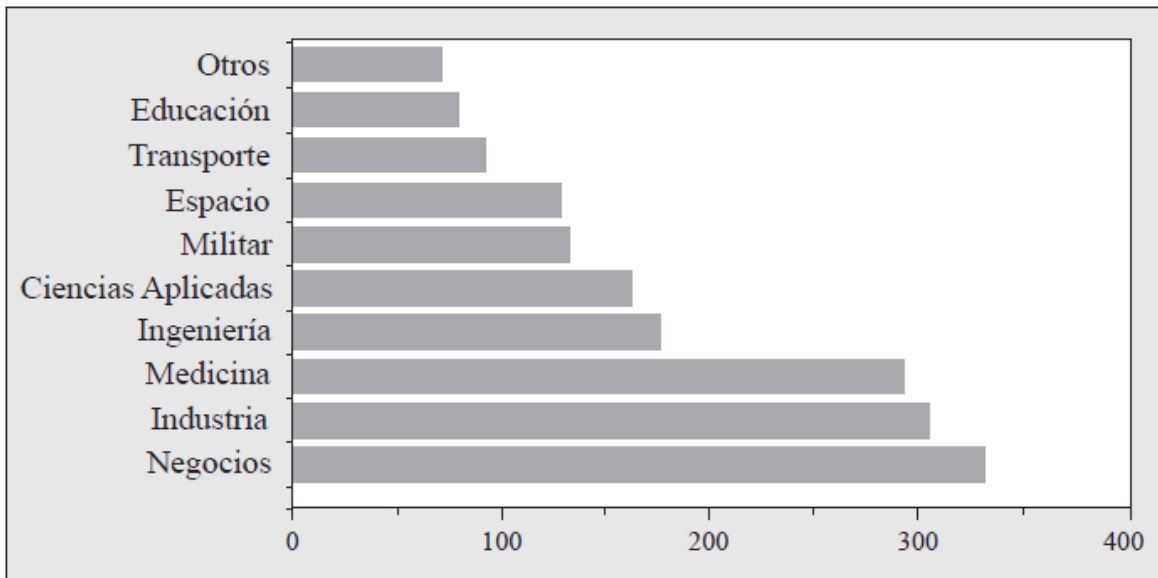


Figura 2.1. Campos de aplicación de los Sistemas Expertos
Fuente: Durkin, Gutiérrez, 1994, 1995

2.3.1. MARCO HISTÓRICO EN EL DESARROLLO DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

La tecnología representada por los sistemas expertos actuales, surge de las técnicas de inteligencia artificial que han sido objeto de amplias e intensivas investigaciones, desde finales de la década de 1950. Las investigaciones comenzaron en el área de lenguajes para apoyar el razonamiento simbólico (LOYO & MUJICA, 2014).

Pero estos aparecen específicamente a mediados de los años setenta como una forma de automatizar ciertos tipos de problemas complejos que manipulan una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: diagnóstico, planeación, predicción, diseño, interpretación, control, monitoreo de estado e instrucción.

La investigación específica en sistemas expertos comenzó a mediados de los años sesenta, varios sistemas se desarrollaron entre 1965 y 1970; la mayoría de ellos fueron de alcance muy limitado, y se orientaron hacia juegos o temas altamente académicos e idealizados. A partir de 1980 se ponen de moda los sistemas expertos, numerosas empresas de alta tecnología investigan en el área apoyados de la inteligencia artificial, desarrollando sistemas expertos para su comercialización.

Entre los primeros sistemas expertos tenemos:

Sistema	Año	Autor	Finalidad
Dendral	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas.
Macsyma	1965	MIT	Realiza análisis matemáticos complejos.
Hearsay	1965	Carnegie	Interpreta el lenguaje natural.
Mycin	1972	Stanford	Diagnóstico de enfermedades de la sangre

Tabla 2.1. Primeros Sistemas Expertos.

Fuente: Gutiérrez, 2013

A partir de los 90 y con el desarrollo de la informática, se produce un amplio desarrollo el campo de la inteligencia artificial, y por ende de los sistemas expertos pudiéndose afirmar que estos se han convertido en una herramienta habitual de diversas empresas (S.E.P.P.G., 2001).

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto suele diseñarse para que tenga las siguientes características generales:

➤ **Alto desempeño.**

El sistema debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual o superior al de un especialista en el campo. Esto significa que la calidad de consejo dado por el sistema debe ser muy alta.

➤ **Tiempo de respuesta adecuada.**

El sistema debe actuar en un tiempo razonable. Comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista, para alcanzar una decisión. Si un sistema experto necesita un año para tomar una decisión que un especialista tomaría en una hora, no sería muy útil. Las restricciones de tiempo en el desempeño de un sistema experto pueden ser especialmente severas en el caso de los sistemas en tiempo real, cuando una respuesta debe darse dentro de un intervalo.

➤ **Confiabilidad.**

El sistema experto debe ser confiable y no propenso a caídas, o no será usado.

➤ **Comprensible.**

El sistema debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible. En lugar de ser solo una caja negra que produce una respuesta milagrosa, el sistema debe tener capacidad de explicación, de la misma forma en que los especialistas pueden explicar su razonamiento. Este rasgo es muy importante por varias razones.

2.3.3. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

Las definiciones de sistemas expertos se entienden mejor cuando se examinan los principales componentes de los sistemas expertos. Estos componentes se muestran esquemáticamente en la Figura 2.2, la que describimos a continuación para su mejor comprensión.

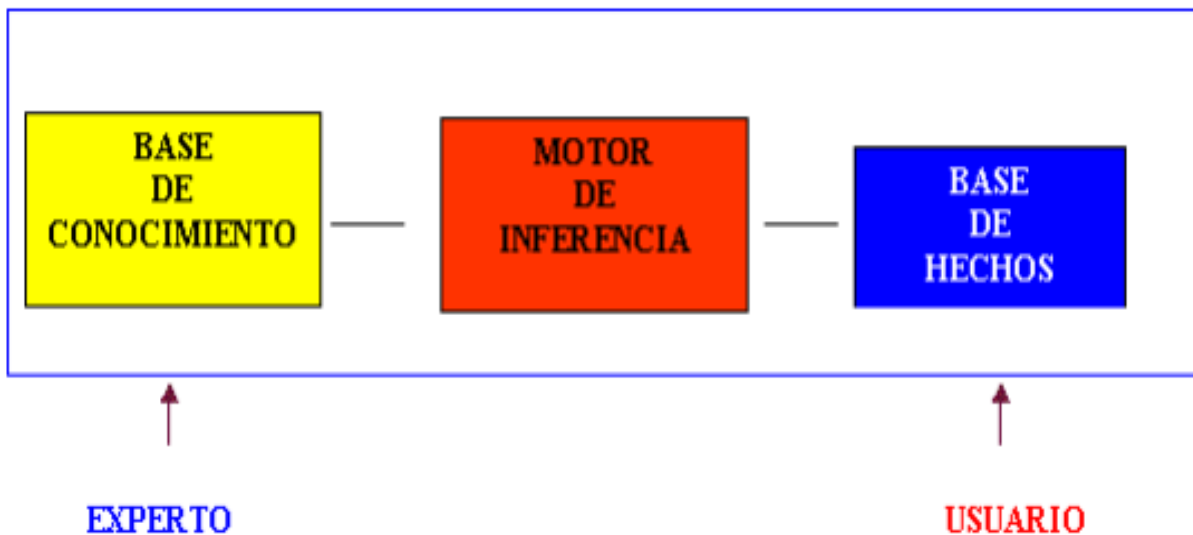


Figura 2.2. Estructura básica de los Sistemas Expertos
Fuente: Elaboración Propia

Esta definición de las partes de un Sistema Experto es muy general, ahora se presenta una serie de componentes más detalladas en la figura 2.3 que se muestra a continuación.

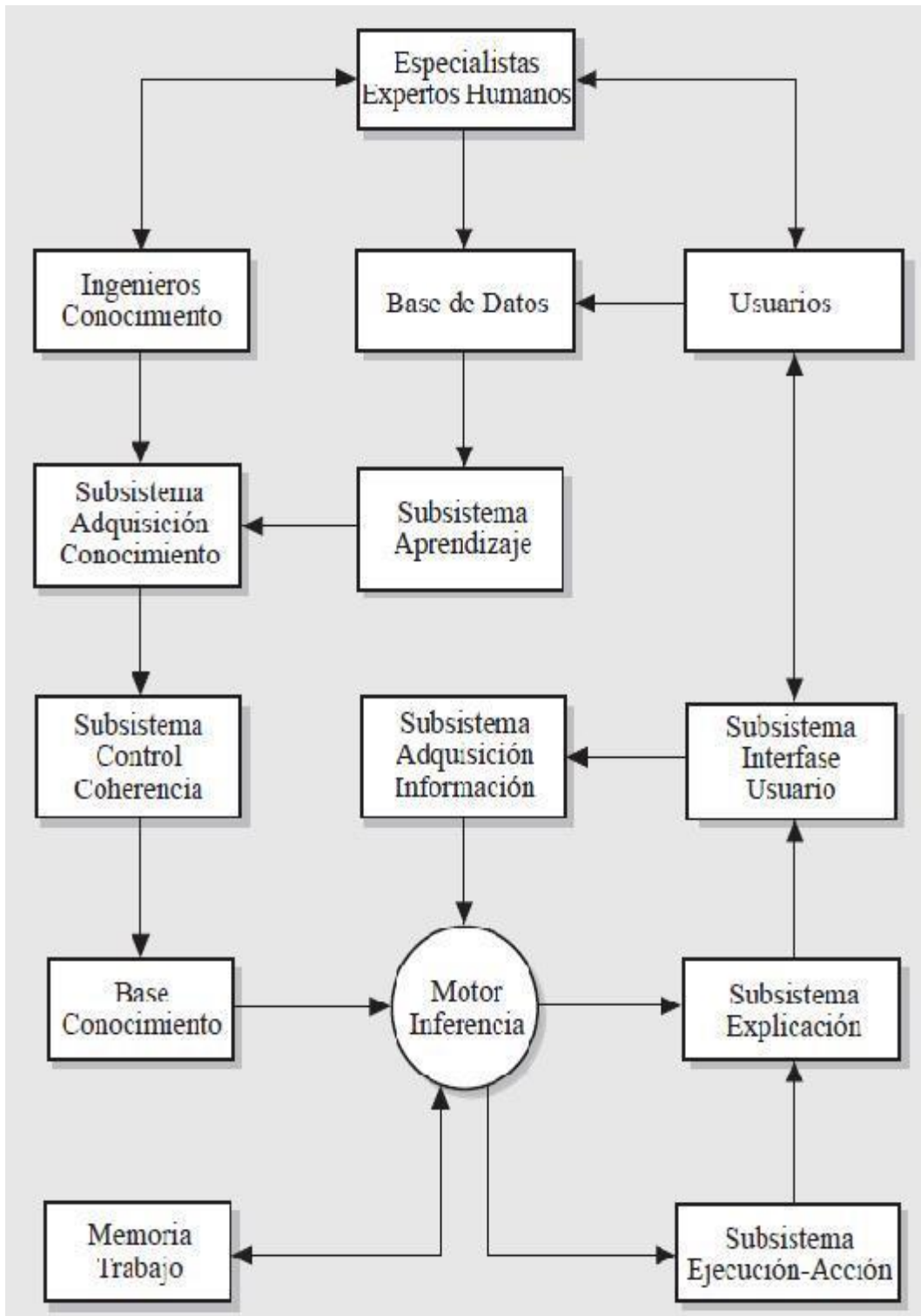


Figura 2.3. Estructura detallada de los Sistemas Expertos
Fuente: Hadi, 1995

2.3.3.1. COMPONENTE HUMANO

Un sistema experto es generalmente el resultado de la colaboración de uno o varios expertos humanos especialistas en el tema de estudio y los ingenieros del conocimiento, con los usuarios en mente. Los expertos humanos suministran el conocimiento básico en el tema de interés, y los ingenieros del conocimiento trasladan este conocimiento a un lenguaje, que el sistema experto pueda entender. La colaboración de los expertos humanos, los ingenieros del conocimiento y los usuarios es, quizás, el elemento más importante en el desarrollo de un sistema experto. Esta etapa se requiere una enorme dedicación y un gran esfuerzo debido a los diferentes lenguajes que hablan las distintas partes y a las diferentes experiencias que tienen.

2.3.3.2. BASE DE CONOCIMIENTOS

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

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

El conocimiento se almacena en la base de conocimiento y los datos se almacenan en la memoria de trabajo. Todos los procedimientos de los diferentes sistemas y subsistemas que son de carácter transitorio se almacenan también en la memoria de trabajo.

2.3.3.3. SUBSISTEMA DE ADQUISICION DE CONOCIMIENTO

El subsistema de adquisición de conocimiento controla el flujo del nuevo conocimiento que fluye del experto humano a la base de datos. El sistema determina que nuevo conocimiento se

necesita, o si el conocimiento recibido es en realidad nuevo, es decir, si debe incluirse en la base de datos y, en caso necesario, incorpora estos conocimientos a la misma.

2.3.3.4. CONTROL DE COHERENCIA

El subsistema de control de la coherencia ha aparecido en los sistemas expertos muy recientemente. Sin embargo, es un componente esencial de un sistema experto. Este subsistema controla la consistencia de la base de datos y evita que unidades de conocimiento inconsistentes entren en la misma. En situaciones complejas incluso un experto humano puede formular afirmaciones inconsistentes. Por ello, sin un subsistema de control de la coherencia, unidades de conocimiento contradictorio pueden formar parte de la base de conocimiento, dando lugar a un comportamiento insatisfactorio del sistema. Es también bastante común, especialmente en sistemas con mecanismos de propagación de incertidumbre, que se llegue a conclusiones absurdas o en conflicto como, por ejemplo, situaciones en las que el sistema genera probabilidades mayores que la unidad o negativas. Por ello, el subsistema de control de la coherencia comprueba e informa a los expertos de las inconsistencias. Por otra parte, cuando se solicita información de los expertos humanos, este subsistema informa sobre las restricciones que esta debe cumplir para ser coherente con la existente en la base de conocimiento. De esta forma, ayuda a los expertos humanos a dar información fiable.

2.3.3.5. MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia es el corazón de todo sistema experto. El cometido principal de esta componente es el de sacar conclusiones aplicando el conocimiento a los datos. Por ejemplo, en diagnóstico médico, los síntomas de un paciente (datos) son analizados a la luz de los síntomas y las enfermedades y de sus relaciones (conocimiento).

Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar basadas en conocimiento determinista o conocimiento probabilístico. Como puede esperarse, el tratamiento de situaciones de incertidumbre (probabilísticas) puede ser considerablemente más difícil que el tratamiento de situaciones ciertas (deterministas). En muchos casos, algunos hechos (datos) no se conocen con absoluta certeza. Por ejemplo, piénsese en un paciente que no está seguro de sus síntomas. Puede darse el caso de tener que trabajar con conocimiento de tipo no determinista, es decir, de casos en los que se dispone solo de información aleatoria o difusa.

El motor de inferencia es también responsable de la propagación de este conocimiento incierto. De hecho, en los sistemas expertos basados en probabilidad, la propagación de incertidumbre es la tarea principal del motor de inferencia, que permite sacar conclusiones bajo incertidumbre. Esta tarea es tan compleja que da lugar a que esta sea probablemente la componente más débil de casi todos los sistemas expertos existentes. Por esta razón, la mayor parte de este libro se dedica al análisis y resolución del problema de la propagación de incertidumbre.

2.3.3.6. SUBSISTEMA DE ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS

Si el conocimiento inicial es muy limitado y no se pueden sacar conclusiones, el motor de inferencia utiliza el subsistema de adquisición de conocimiento para obtener el conocimiento necesario y continuar con el proceso de inferencia hasta que se hayan sacado conclusiones. En algunos casos, el usuario puede suministrar la información requerida para éste y otros objetivos. De ello resulta la necesidad de una interface de usuario y de una comprobación de la consistencia de la información suministrada por el usuario antes de introducirla en la memoria de trabajo.

2.3.3.7. INTERFAZ DE USUARIO

La interfaz de usuario es el enlace entre el sistema experto y el usuario. Por ello, para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma fácil y agradable. Un ejemplo de la información que tiene que ser mostrada tras el trabajo del motor de inferencia, es el de las conclusiones, las razones que expliquen tales conclusiones y una explicación de las acciones iniciadas por el sistema experto.

Por otra parte, cuando el motor de inferencia no puede concluir debido, por ejemplo, a la ausencia de información, la interfaz de usuario es un vehículo para obtener la información necesaria del usuario. Consecuentemente, una implementación inadecuada de la interface de usuario que no facilite este proceso minaría notablemente la calidad de un sistema experto.

Otra razón de la importancia de la interfaz de usuario es que los usuarios evalúan comúnmente los sistemas expertos y otros sistemas por la calidad de dicha interfaz más que por la del

sistema experto mismo, aunque no se debería juzgar la calidad de un libro por su portada. Los lectores que estén interesados en el diseño de una interfaz de usuario pueden consultar los libros de Shneiderman (1987), Brown y Cunningham (1989).

2.3.3.8. SUBSISTEMA DE EJECUCIÓN DE ÓRDENES

El subsistema de ejecución de órdenes es la componente que permite al sistema experto iniciar acciones. Estas acciones se basan en las conclusiones sacadas por el motor de inferencia. Como ejemplos, un sistema experto diseñado para analizar el tráfico ferroviario puede decidir retrasar o parar ciertos trenes para optimizar el tráfico global, o un sistema para controlar una central nuclear puede abrir o cerrar ciertas válvulas, mover barras, etc., para evitar un accidente. La explicación de las razones por las que se inician estas acciones puede darse al usuario mediante el subsistema de explicación.

2.3.3.9. SUBSISTEMA DE EXPLICACIÓN

El usuario puede pedir una explicación de las conclusiones sacadas o de las acciones iniciadas por el sistema experto. Por ello, es necesario un subsistema que explique el proceso seguido por el motor de inferencia o por el subsistema de ejecución.

En muchos dominios de aplicaciones, es necesaria la explicación de las conclusiones debido a los riesgos asociados con las acciones a ejecutar. Por ejemplo, en el campo del diagnóstico médico, los doctores son responsable últimos de los diagnósticos, independientemente de las herramientas técnicas utilizadas para sacar conclusiones. En estas situaciones, sin un subsistema de explicación, los doctores pueden no ser capaces de explicar a sus pacientes las razones de su diagnóstico.

2.3.3.10. SUBSISTEMA DE APRENDIZAJE

Una de las principales características de un sistema experto es la capacidad que posee para aprender. Para poder realizar una diferenciación entre el aprendizaje estructural y aprendizaje paramétrico. Por aprendizaje estructural nos referimos a algunos aspectos relacionados con la estructura del conocimiento (reglas, distribuciones de probabilidad). Por ello, el descubrimiento de nuevos síntomas relevantes para una enfermedad o la inclusión de una nueva regla en la base de conocimiento son ejemplos de aprendizaje estructural. Por

aprendizaje paramétrico nos referimos a estimar los parámetros necesarios para construir la base de conocimiento. Por ello, la estimación de frecuencias o probabilidades asociadas a síntomas o enfermedades es un ejemplo de aprendizaje paramétrico.

Otra característica de los sistemas expertos es la habilidad que posee para obtener experiencia a partir de los datos disponibles del experto humano. Estos datos pueden ser obtenidos mediante expertos especializados y no expertos, y estos pueden ser utilizados por el subsistema de adquisición de conocimiento y por el subsistema de aprendizaje. De las componentes antes mencionadas puede verse que los sistemas expertos pueden realizar varias tareas. Estas tareas incluyen, pero no se limitan a las siguientes:

- La adquisición del conocimiento y la verificación de su coherencia; por lo que el sistema experto puede ayudar a los expertos humanos a dar un más amplio y conocimiento coherente.
- Almacenar (memorizar) conocimiento.
- Preguntar cuando se requiere nuevo conocimiento.
- Aprender de la base de conocimiento y de los datos disponibles.
- Realizar la inferencia y el razonamiento en situaciones deterministas y de mucha incertidumbre.
- Explicar conclusiones o acciones tomadas.
- La comunicación con los expertos y no expertos humanos y con distintos sistemas expertos.

2.3.4. DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO

Para el desarrollo de un Sistema experto convencional existen varias metodologías de desarrollo como la ingeniería de la información, tendencias estructuradas y orientadas a objetos, así existen varias metodologías para el desarrollo. (Weiss & Kulikowski, 1984) hacen que se pueda realizar como una sugerencia en las siguientes etapas, para el proceso de diseño e implementación de un sistema experto, misma que puede ser apreciada de mayor y más amplio detalle a continuación en la Figura 2.4

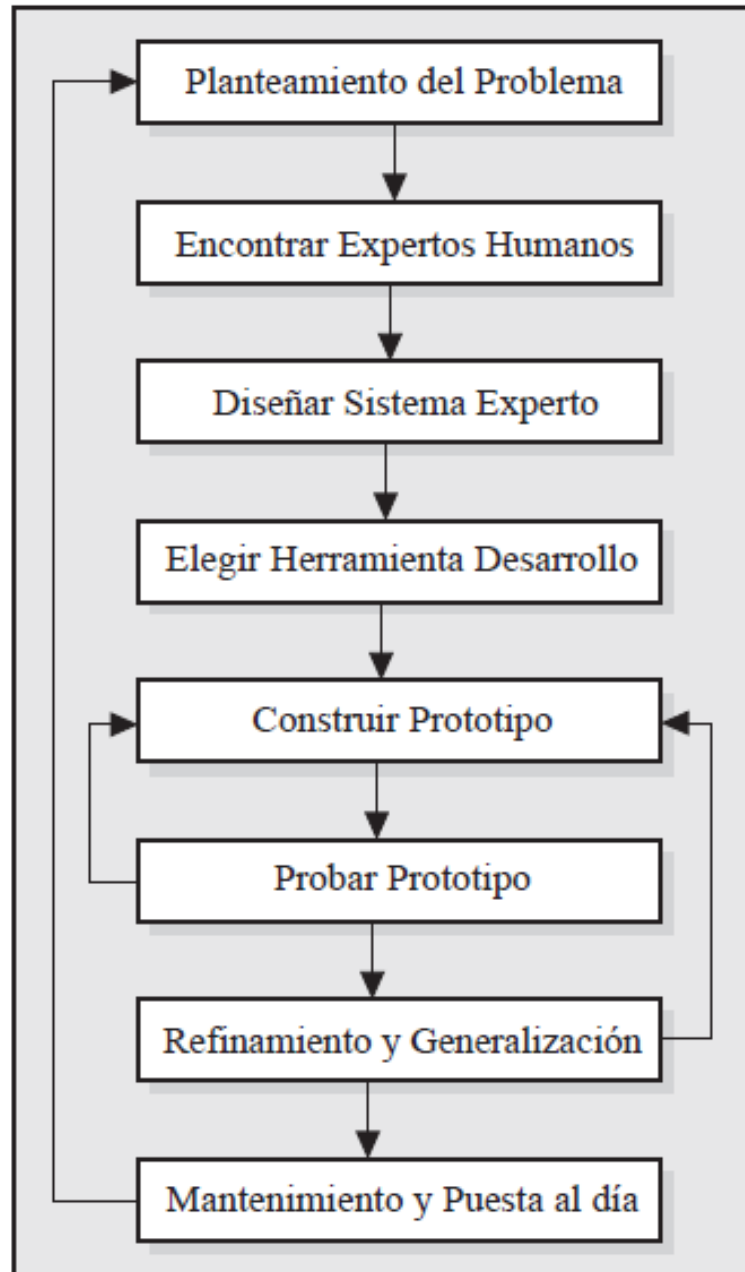


Figura 2.4. Etapas en el desarrollo de los Sistemas Expertos
Fuente: Hadi, 1995

2.3.4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un sistema experto es responder a preguntas y resolver

problemas, esta etapa es quizás la más importante en el desarrollo de un sistema experto. Si el sistema está mal definido, se espera que el sistema suministre respuestas erróneas.

2.3.4.2. ENCONTRAR EXPERTOS HUMANOS QUE PUEDAN RESOLVER EL PROBLEMA.

En algunos casos, sin embargo, las bases de datos pueden jugar el papel del experto humano.

2.3.4.3. DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO.

Esta etapa incluye el diseño de estructuras para almacenar el conocimiento, el motor de inferencia, el subsistema de explicación, la interfaz de usuario, etc.

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

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

2.3.4.5. DESARROLLO Y PRUEBA DE UN PROTOTIPO.

Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deben ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.

2.3.4.6. REFINAMIENTO Y GENERALIZACIÓN

En esta etapa se corrigen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

2.3.4.7. MANTENIMIENTO Y PUESTA AL DÍA.

En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances.

Todas estas etapas influyen en la calidad del sistema experto resultante, que siempre debe ser evaluado en función de las aportaciones de los usuarios. Para el lector interesado en estos

temas recomendamos la lectura de los trabajos de O'Keefe, Balci y Smith (1987), Chandrasekaran (1988) y Preece (1990).

2.3.5. VENTAJAS DE UN SISTEMA EXPERTO

Los sistemas expertos presentan varias ventajas atractivas, las describimos como sigue a continuación:

- **Mayor disponibilidad.** La experiencia está disponible para cualquier hardware de cómputo adecuado. En un sentido muy real, un sistema experto es la producción masiva de experiencia.
- **Costo reducido.** El costo de poner la experiencia a disposición del usuario se reduce enormemente.
- **Peligro reducido.** Los sistemas expertos pueden usarse en ambientes que podrían ser peligrosos para un ser humano.
- **Permanencia.** La experiencia es permanente. A diferencia de los especialistas humanos, que pueden retirarse, renunciar o morir, el conocimiento del sistema experto durara indefinidamente.
- **Experiencia múltiple.** El conocimiento de varios especialistas puede estar disponible para trabajar simultánea y continuamente en un problema, a cualquier hora del día o de la noche. El nivel de experiencia combinada de muchos sistemas expertos puede exceder el de un solo especialista humano (Harmon, 1985).
- **Mayor confiabilidad.** Al proporcionar una segunda opinión, los sistemas expertos incrementan la confianza en que un especialista ha tomado la decisión correcta o al dar un voto de calidad en caso de desacuerdos entre varios especialistas. Por supuesto, este método probablemente no funcionara si uno de ellos fue quien programo al sistema. Ambos deben coincidir siempre, a menos que el especialista haya cometido un error, lo que puede suceder si estaba cansado o bajo presión.
- **Explicación.** El sistema experto puede explicar clara y detalladamente el razonamiento que conduce a una conclusión, lo que aumenta la confianza en que se tomó la decisión correcta. Un ser humano puede estar demasiado cansado, mostrarse renuente o ser incapaz de hacerlo siempre.

- **Respuesta rápida.** Tal vez sea necesaria una respuesta rápida, o en tiempo real, para ciertas aplicaciones. Dependiendo del software y hardware usado, un sistema experto puede responder rápido y estar más dispuesto que un especialista.
- **Respuestas sólidas.** Esto puede ser muy importante en tiempo real y en situaciones de emergencia, cuando un especialista quizá no funcionaría a toda su capacidad a causa de presión y la fatiga.
- **Tutoría inteligente.** El sistema experto puede actuar como un tutor inteligente, dejando que el estudiante ejecute programas de ejemplo y explicando el razonamiento del sistema.

2.4. METODOLOGÍA DE BUCHANAN

La metodología que es utilizada para la realización de un sistema experto, es la de Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento de distintas fuentes como ser libros, expertos humanos, otros. Las etapas que contempla esta metodología son seis: identificación, conceptualización, formalización, implementación, revisión del prototipo y testeo (Moret, 2005).

Las características más importantes de esta metodología, es la constante relación entre el ingeniero de conocimiento y el experto humano del área que es el que se encargara de proporcionarnos la información más amplia y adecuada para el proceso de desarrollo del Sistema Experto.

En la adquisición del conocimiento mediante la metodología Buchanan el ingeniero del conocimiento procede a través de las siguientes 5 etapas fundamentales de la Figura 2.5 para producir un Sistema Experto.

- Identificación
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Testeo o prueba

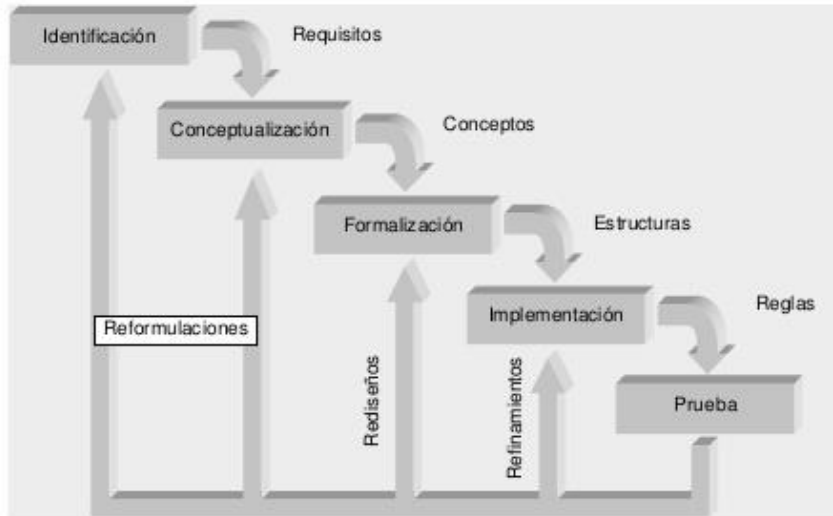


Figura 2.5. Fases de la Metodología Buchanan
Fuente: Moret, 2005

La característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el ingeniero de conocimiento y el Experto de campo.

Sin embargo el proceso real no está tan bien definido como puede sugerir la figura anterior, y más bien representa una aproximación a las distintas y complejas fases que se llevan a cabo a la hora de desarrollar un sistema inteligente, y que pueden variar de una situación a otra.

La descripción de cada una de estas fases es la siguiente:

2.4.1. IDENTIFICACIÓN

Esta es la fase mediante la que se reconocen aspectos importantes del problema, como son los participantes (expertos del dominio, ingenieros del conocimiento y futuros usuarios), abarca la lectura de libros o artículos, las entrevistas con los profesionales familiarizados con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar con la construcción del sistema.

Se identifican también los objetivos y metas que deben ser realizadas por el sistema experto. Estos objetivos son importantes para determinar que lenguaje y que sistema se usará. El ingeniero de conocimiento debe tener un dominio amplio del problema como para conversar inteligentemente con el experto.

2.4.2. CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase uno de los objetivos es delimitar el sistema, por medio de entrevistas con el experto, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto y el ingeniero del conocimiento tratan de encontrar conceptos que representen el conocimiento del experto, al mismo tiempo intentan determinar cómo es el flujo de información durante el proceso de resolución de problemas.

2.4.3. FORMALIZACIÓN

Esta fase consiste en traducir los conceptos clave, los sub problemas, y las características del flujo de información identificada durante la fase anterior, para así obtener la estructura de inferencia del sistema experto, con esto se 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 de suma importancia para la tarea de definición del sistema experto y para mantener una adecuada documentación del mismo.

2.4.4. IMPLEMENTACIÓN

En esta fase, el ingeniero de conocimiento define el prototipo del sistema experto, esta tarea implica comprobar si hemos conceptualizado y formalizado bien el conocimiento que el experto tiene sobre el problema.

Se definen los conceptos primitivos con la forma de representación elegida, este es el primer paso para la implementación del prototipo, a medida que se desarrolla el prototipo se deberá realizar y procurar lo siguiente:

- 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.
- Se puede representar las reglas definidas y en ocasiones los resultados obtenidos al usar las reglas para que el experto manifieste su opinión sobre la representación y las soluciones.

2.4.5. TESTEO O PRUEBA

Esta fase consiste en la evaluación del rendimiento del prototipo (interfaz de usuario) construido para encontrar errores o anomalías en la base de conocimientos o en los mecanismos de inferencia del sistema experto.

Buchanan sitúa los lazos de realimentación después de la fase de prueba, pero también indica que el proceso no tiene por qué seguir estrictamente la secuencia representada en la figura anterior. Autores posteriores, como Mayrhauser, señalan que las retroalimentaciones pueden aparecer entre cualquier par de fases de la metodología. Así, por ejemplo, si el ingeniero del conocimiento no encuentra reglas adecuadas durante la implementación puede requerir una vuelta atrás y una reformulación del problema.

La nueva representación del ciclo de vida de los sistemas inteligentes sería tal y como se presenta en la siguiente figura, una red completamente comunicada.

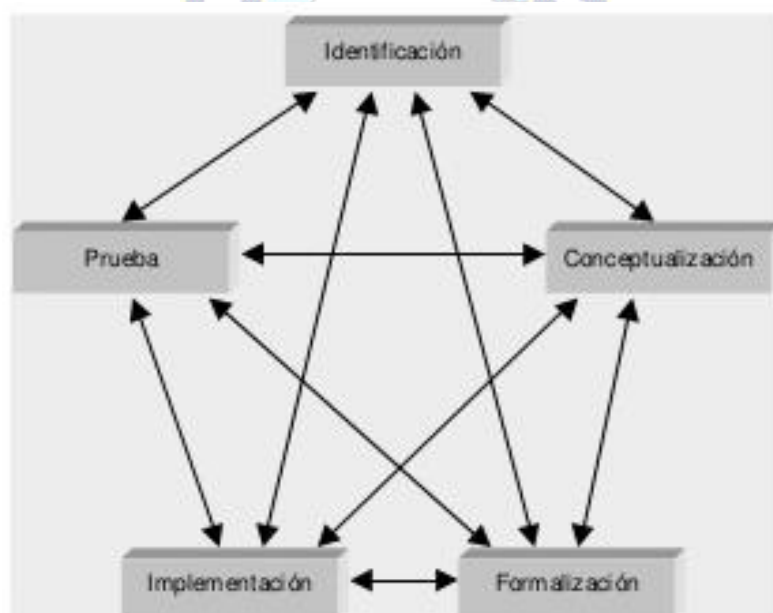


Figura 2.6 Interrelación de Fases
Fuente: Moret, 2005

Las estructuras de este tipo son muy complejas de controlar y de manejar, ya que el número de iteraciones entre las fases es desconocido, y los objetivos pueden cambiar a medida que avanza el desarrollo. También es difícil llevar a cabo un control de los progresos realizados.

2.5. LOGICA DIFUSA O BORROSA

La lógica difusa es una rama de la inteligencia artificial que se funda en el concepto “Todo es cuestión de grado”, lo cual permite manejar información vaga o de difícil especificación si quisiéramos hacer cambiar con esta información el funcionamiento o el estado de un sistema específico. Es entonces posible con la lógica borrosa gobernar un sistema por medio de reglas de 'sentido común' las cuales se refieren a cantidades indefinidas.

Las reglas involucradas en un sistema borroso, pueden ser aprendidas con sistemas adaptativos que aprenden al “observar” como operan las personas los dispositivos reales, o estas reglas pueden también ser formuladas por un experto humano. En general la lógica borrosa se aplica tanto a sistemas de control como para modelar cualquier sistema continuo de ingeniería, física, biología o economía.

Los conjuntos difusos fueron introducidos por primera vez en 1965; la creciente disciplina de la lógica difusa provee por sí misma un medio para acoplar estas tareas. En cierto nivel, la lógica difusa puede ser vista como un lenguaje que permite trasladar sentencias sofisticadas en lenguaje natural a un lenguaje matemático formal. Mientras la motivación original fue ayudar a manejar aspectos imprecisos del mundo real, la práctica temprana de la lógica difusa permitió el desarrollo de aplicaciones prácticas. Aparecieron numerosas publicaciones que presentaban los fundamentos básicos con aplicaciones potenciales. Esta frase marcó una fuerte necesidad de distinguir la lógica difusa de la teoría de probabilidad. Tal como la entendemos ahora, la teoría de conjuntos difusos y la teoría de probabilidad tienen diferentes tipos de incertidumbre (Supo, 2003).

En 1994, la teoría de la lógica difusa se encontraba en la cumbre, pero esta idea no es nueva, para muchos, estuvo bajo el nombre de lógica difusa durante 25 años, pero sus orígenes se remontan hasta 2,500 años. Aún Aristóteles consideraba que existían ciertos grados de veracidad y falsedad. Platón había considerado ya grados de pertenencia.

En el siglo XVIII el filósofo y obispo anglicano Irlandés, George Berkeley y David Hume describieron que el núcleo de un concepto atrae conceptos similares. Hume en particular, creía en la lógica del sentido común, el razonamiento basado en el conocimiento que la gente

adquiere en forma ordinaria mediante vivencias en el mundo. En Alemania, Immanuel Kant, consideraba que solo los matemáticos podían proveer definiciones claras, y muchos principios contradictorios no tenían solución. Por ejemplo la materia podía ser dividida infinitamente y al mismo tiempo no podía ser dividida infinitamente. Particularmente la escuela americana de la filosofía llamada pragmatismo fundada a principios de siglo por Charles Sanders Peirce, cuyas ideas se fundamentaron en estos conceptos, fue el primero en considerar "vaguedades", más que falso o verdadero, como forma de acercamiento al mundo y a la forma en que la gente funciona.

La idea de que la lógica produce contradicciones fue popularizada por el filósofo y matemático británico Bertrand Russell, a principios del siglo XX. Estudio las vaguedades del lenguaje, concluyendo con precisión que la vaguedad es un grado. El filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein estudió las formas en las que una palabra puede ser empleada para muchas cosas que tienen algo en común. La primera lógica de vaguedades fue desarrollada en 1920 por el filósofo Jan Lukasiewicz, visualizó los conjuntos con un posible grado de pertenencia con valores de 0 y 1, después los extendió a un número infinito de valores entre 0 y 1. En los años sesentas, LoftiZadeh inventó la lógica difusa, que combina los conceptos de la lógica y de los conjuntos de Lukasiewicz mediante la definición de grados de pertenencia.

En Inteligencia Artificial: Método de razonamiento de maquina similar al pensamiento humano, que puede procesar información incompleta o incierta, característico de muchos sistemas expertos. La Lógica Fuzzy o Difusa, es una lógica basada en la teoría de conjuntos que posibilita imitar el comportamiento de la lógica humana. La facilidad que esto constituye alumbrara los próximos años espectaculares mejoras técnicas en los sistemas de control de nuestra sociedad.

2.5.1. LOGICA DIFUSA VS LOGICA CLASICA

Mientras que la teoría de conjuntos tradicional (pertenece o no pertenece a un determinado conjunto) define ser miembro de un conjunto como un predicado booleano, la teoría de conjunto difuso permite representar el ser miembro de un conjunto como una distribución de

posibilidades.

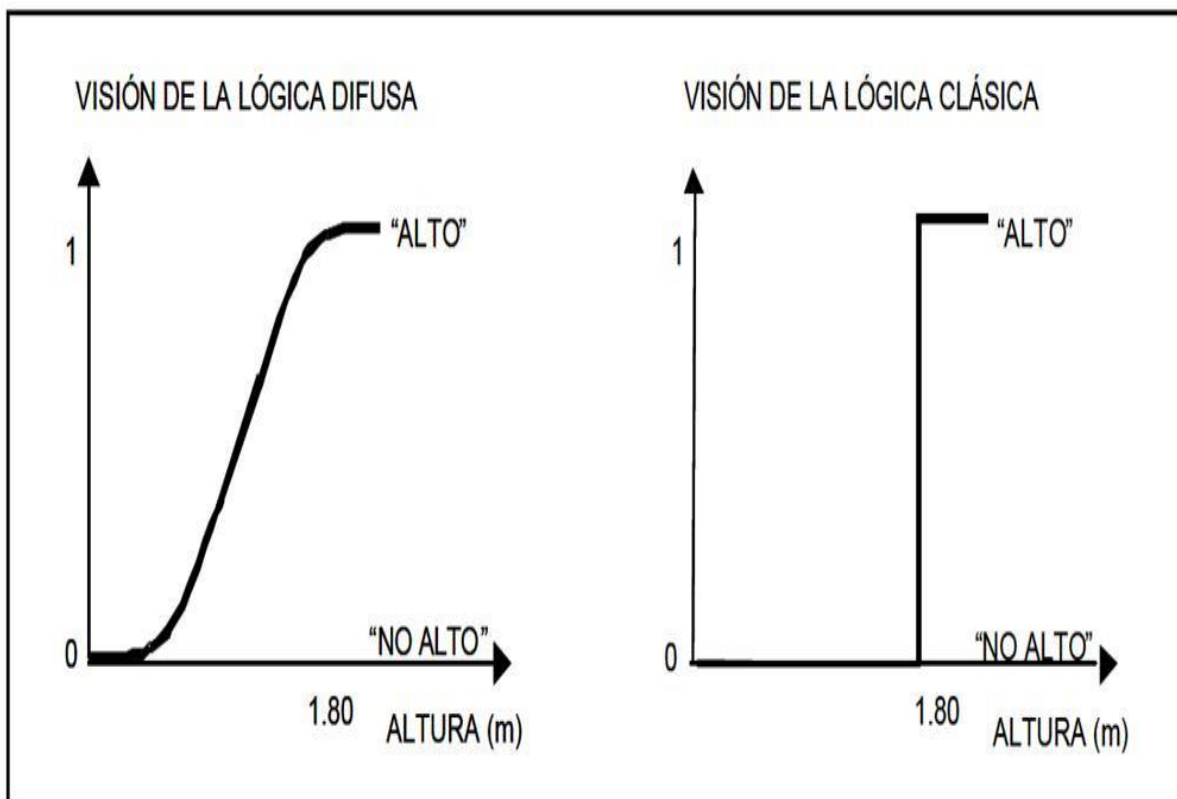


Figura 2.7. Comparación gráfica entre la Lógica Difusa y la Lógica Clásica
Fuente: Medina, 1994

La Lógica Difusa, es una lógica matemática basada en la teoría de conjuntos que posibilita imitar el comportamiento de la lógica humana.

La lógica difusa se utiliza para representar la información imprecisa, ambigua, o vaga. Se utiliza para realizar operaciones en los conceptos que están fuera de las definiciones de la lógica booleana. Un tipo de lógica que reconoce valores verdaderos y falsos más que simples. Con lógica difusa, los subconjuntos se pueden representar con grados de la verdad y de la falsedad. Por ejemplo, la declaración, es hoy soleado, pudo ser el 100 por ciento verdad si no hay nubes, 80 por ciento verdad si hay algunas nubes, 50 por ciento verdad si está nublado y 0 por ciento verdad si llueve todo el día.

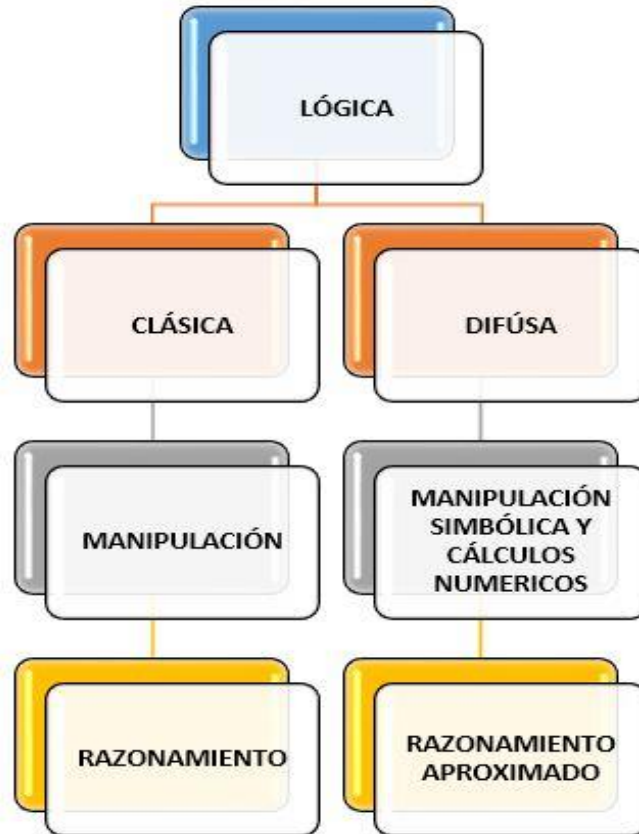


Figura 2.8. Comparación Analítica entre Lógica Difusa y Lógica Clásica
 Fuente: Medina, 1994

2.5.2. DIFUSIVIDAD

Es una incertidumbre determinística, que está relacionada al grado con el cual los eventos ocurren sin importar la posibilidad de su ocurrencia. Por ejemplo, el grado de juventud de una persona es un evento difuso sin importar que sea un elemento aleatorio.

2.5.3. CONJUNTOS DIFUSOS

Es un conjunto que puede contener elementos con grados parciales de pertenencia, a diferencia de los conjuntos clásicos en los que los elementos pueden “pertenecer” o “no pertenecer” a dichos conjuntos.

Desde el punto de vista de que se aplican palabras a la definición de cualquier propiedad por ejemplo: mujeres altas, edificios viejos, hombres bajos, elevada inteligencia, baja velocidad, viscosidad moderada. Desde este punto de vista estos valores no podrían ser definidos solo

con 2 valores, 0 y 1, se ha de establecer un peso para la característica estableciendo valores intermedios (ejemplo entre 0 y 1 tomando todos los valores intermedios, o bien estableciendo una escala de 0 a 100).

2.5.4. FUNCIÓN DE PERTENENCIA

Las funciones de pertenencia nos permiten representar gráficamente un conjunto difuso. En el eje x (abscisas) se representa el universo de discurso, mientras que en el eje y (ordenadas) se sitúan los grados de pertenencia en el intervalo [0,1]. Para definir un conjunto difuso, se puede utilizar cualquier función, sin embargo, hay ciertas funciones que son más frecuentes usadas debido a su simplicidad matemática, entre ellos podemos mencionar las funciones triangular, trapezoidal parabólicas y gaussiana. Por ejemplo, para un conjunto clásico tendríamos lo siguiente:

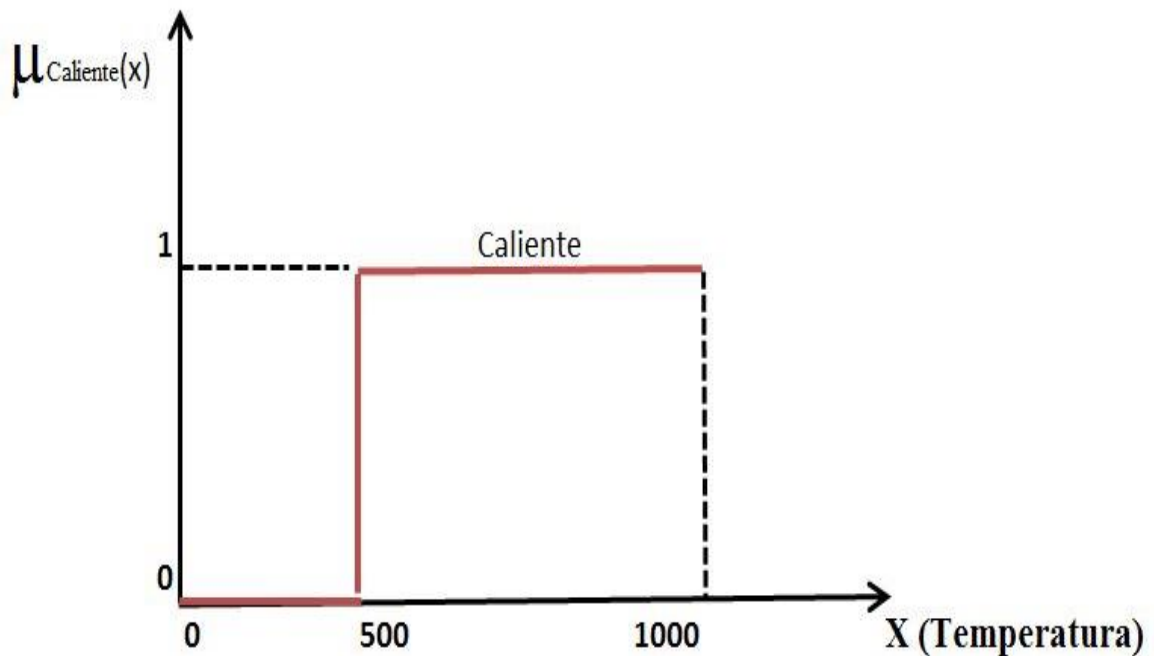


Figura 2.9. Diferencia entre la Lógica Clásica y Lógica Difusa
Fuente: Vargas, 2009

El conjunto se definiría así: Caliente = { x | x > 500}, Temp. [°C]

$\mu_{\text{Caliente}}(x) = 1, x \in \text{Caliente}$ $\mu_{\text{Caliente}}(x) = 0, x \notin \text{Caliente}$

$\mu_{\text{Caliente}}(x) = \{0,1\} \rightarrow \text{Solo toma estos valores}$

Para un Conjunto Difuso tendríamos lo siguiente:

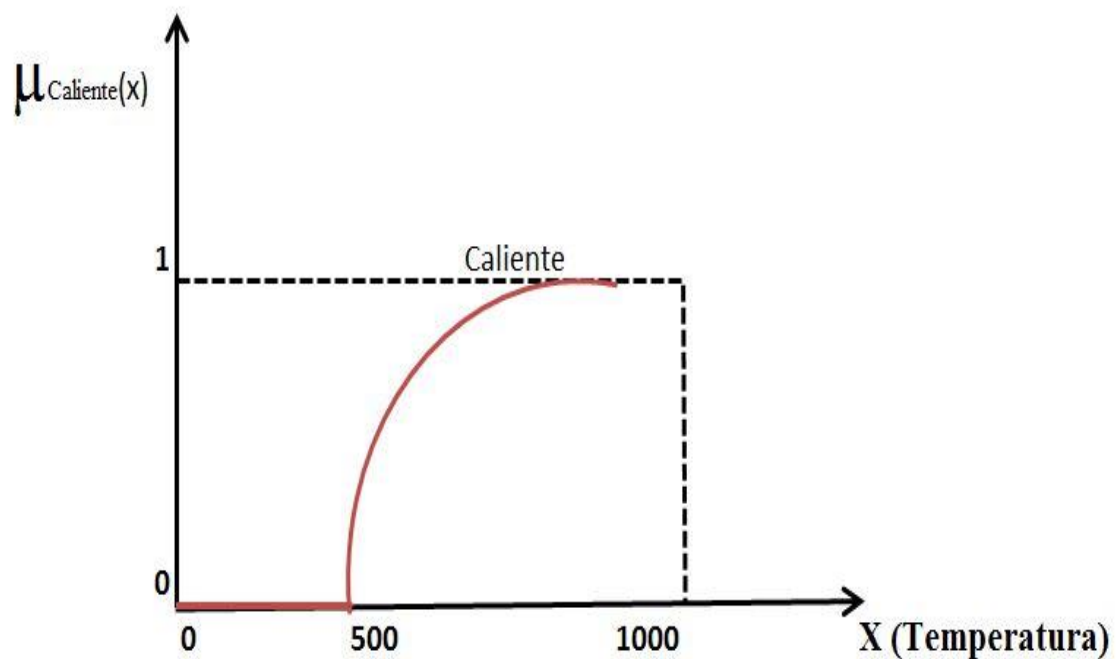


Figura 2.10. Diferencia entre la Lógica Clásica y Lógica Difusa

Fuente: Vargas, 2009

El conjunto se definiría así: Caliente = { x, $\mu_{\text{Caliente}}(x)$ | x \in U }

$U = [0, 1000] \rightarrow \text{Universo de Discurso}$

$\mu_{\text{Caliente}}(x) = \{0,1\} \rightarrow \text{Rango de Valores Temp } [^{\circ}\text{C}]$

Así también la función de pertenencia de un elemento x se puede calcular de la siguiente manera para funciones triangulares.

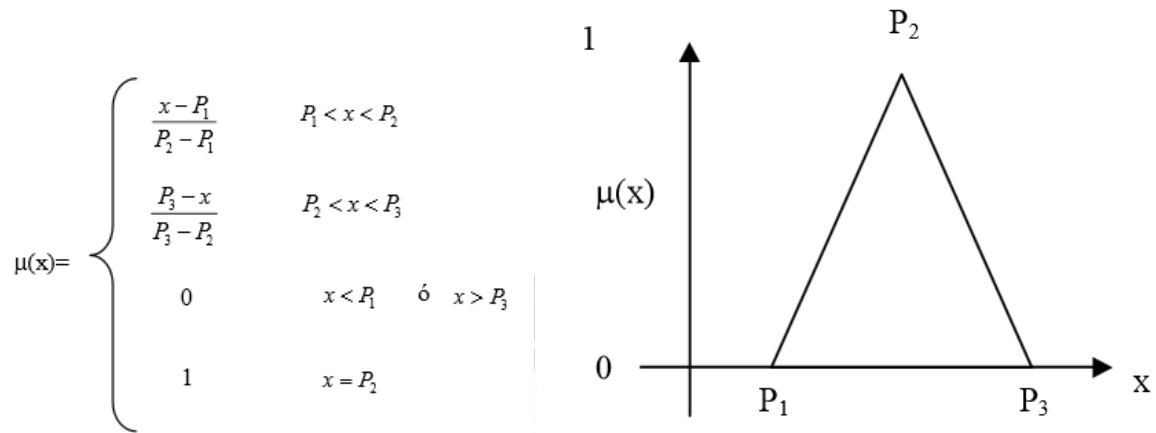


Figura 2.11. Función de pertenencia de un conjunto triangular
Fuente: Vargas, 2009

2.5.5. VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Una variable lingüística es una variable cuyos valores son palabras o sentencias en un lenguaje natural o sintético. Por ejemplo, en la Fig. 2.12, la velocidad de un coche, "Velocidad" es una variable lingüística si sus valores son "alta", "no alta", "baja", "no baja", "muy baja", y así sucesivamente.

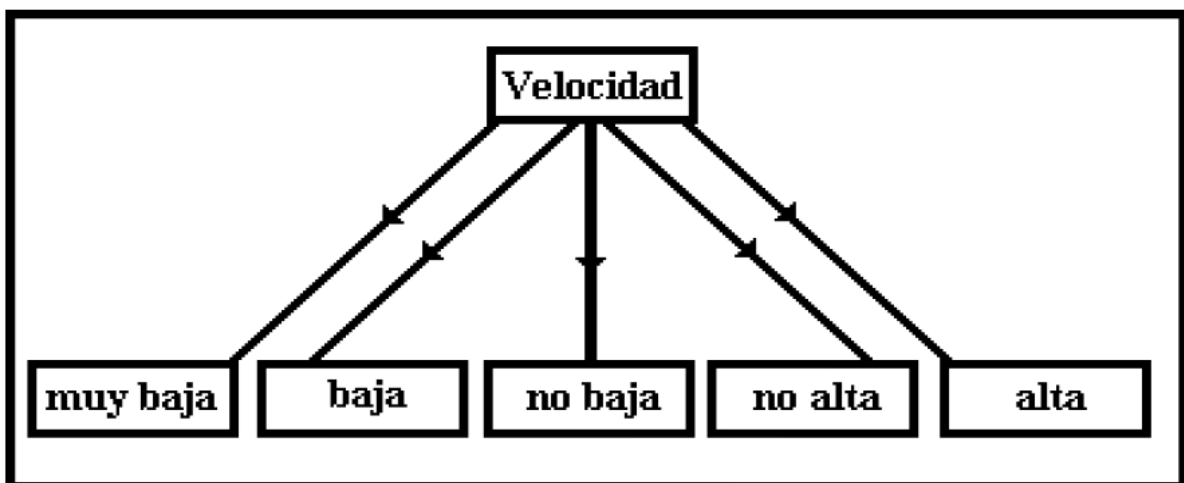


Figura 2.12. Valores Lingüísticos de la variable difusa "Velocidad"
Fuente: Ascate, 2013

Cada valor de una variable lingüística representa un conjunto difuso en un universo determinado como lo muestra la Figura. 2.13.

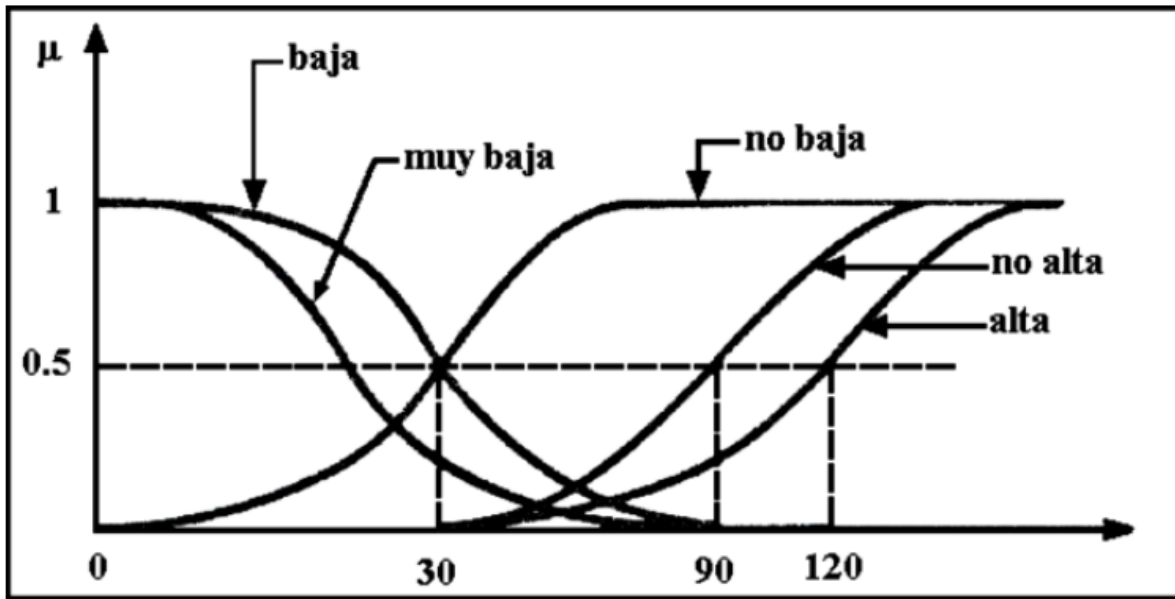


Figura 2.13. Conjunto difuso de la variable difusa "Velocidad"
Fuente: Ascate, 2013

2.5.6. REGLAS DIFUSAS

Una regla es definida como un modo de representación estratégica o técnica, la cual es apropiada cuando el conocimiento con el que deseamos trabajar proviene de la experiencia o de la intuición, y por tanto carece de una demostración física o matemática.

El formato de las reglas está compuesto por proposiciones similares a la sentencia de condición IF en un lenguaje de programación cualquiera IF-THEN (SI-ENTONCES), quedando por tanto:

IF <antecedente o condición> **THEN** <consecuente o conclusión>

El antecedente y consecuente son proposiciones difusas, las cuales están regidas por las operaciones en lógica difusa que se pueden realizar, que son:

- AND Difuso: $\tau_{A \wedge B}(v) = \sup_{w, z \in [0,1] v=wtz} \{\tau_A(w) \wedge \tau_B(z)\};$
- OR Difuso: $\tau_{A \vee B}(v) = \sup_{w, z \in [0,1] v=wtz} \{\tau_A(w) \vee \tau_B(z)\};$
- NOT Difuso: $\tau_{\neg A}(v) = \sup_{u \in [0,1] v=1-u} \tau_A(u) = \tau_A(1 - u);$
- Implicacion difusa: $\tau_{A \rightarrow B}(v) = \sup_{w, z \in [0,1] v=w \rightarrow z} \{\tau_A(w) \wedge \tau_B(z)\};$

Un ejemplo básico de cómo se podría formar una proposición de este estilo, sería el siguiente:

SI el frío es elevado **ENTONCES** abrigar mucho

Las proposiciones se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Proposiciones CUALIFICADAS: Introducen un atributo para cualificar la proposición que forma una regla. El atributo corresponde al grado que determina la regla.

Grado de Suceso: Probable, poco probable...

Proposiciones CUANTIFICADAS: Indican cantidades difusas en las reglas.

SI muchos alumnos suspenden **ENTONCES** la explicación fue bastante mala

Respecto a esta clasificación, podremos decir que las proposiciones que no poseen cuantificadores ni cualificadores son proposiciones categóricas, mientras que las proposiciones no categóricas no tienen por qué ser verdad siempre.

Las reglas pueden tener variantes, entre ellas se encuentran las siguientes:

Con excepciones: Son el tipo:

SI la temperatura es alta **ENTONCES** tendré calor **EXCEPTO** que tenga aire acondicionado.

Graduales: Cuantos más partidos ganemos, más fácil será ganar la liga.

Reglas conflictivas: Son reglas que dentro de un mismo sistema tienen información contradictoria, lo cual puede acarrear muchos problemas, tales como malos resultados o generar problemas.

Este tipo de reglas son aquellas que para un mismo antecedente, tienen consecuentes distintos, por ejemplo:

R1: SI tengo hambre **ENTONCES** como.

R2: SI tengo hambre **ENTONCES** no como.

Otro ejemplo de reglas contradictorias son aquellas que estando encadenadas en ambos sentidos, niegan un consecuente:

R1: SI he metido un gol **ENTONCES** estoy feliz.

R2: SI estoy feliz **ENTONCES** no he metido un gol

2.5.7. MODELO DIFUSO

El objetivo es construir un modelo para un determinado sistema, con características de operar a nivel de términos lingüísticos (conjuntos difusos) con Procesamiento de Incertidumbre. Es importante destacar que la definición de las etiquetas lingüísticas afectará mucho al procesamiento que efectúe el modelo (Teoría de conjuntos difusos y lógica difusa)

El modelado difuso de sistemas puede ser considerado como una aproximación para modelar un sistema haciendo uso de un lenguaje de descripción basado en lógica difusa con predicados difusos. Dentro de las fases del modelado difuso tenemos: pre procesamiento, donde se especificaran las variables de entrada y salida del sistema y el estudio del conocimiento relevante, estimación de parámetros, se determinaran el valor de los parámetros del sistema, verificación del modelo, consistirá en la verificación del funcionamiento según los datos disponibles y la cuantificación el error producido, validación del modelo, consistirá en asegurar que el modelo es válido, que soluciona los problemas planteados y se comporta como el usuario esperaba.

Específicamente en el modelo difuso se emplea un componente de codificación y otro de decodificación (Figura. 2.14.), en los cuales ambos mecanismos deben ser compatibles, esta zona tratará de conseguir un canal de comunicación sin pérdidas y un módulo de procesamiento, el cual almacena el comportamiento del sistema y puede ser visto como un conjunto de reglas encapsuladas en redes neuronales difusas o una función discriminante (lineal o no lineal).

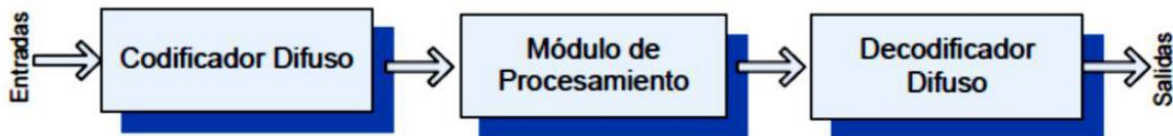


Figura 2.14. Arquitectura del modelado difuso
Fuente: Bezdek, 1993

2.5.8. CONTROL DIFUSO

Una vez que dispongamos de representaciones analíticas de cada uno de los elementos lógicos que acabamos de enumerar, estaremos en disposición de desarrollar formalmente un controlador - heurístico que nos permita inferir el control adecuado de un determinado proceso en función de un conjunto de reglas - lingüísticas, definidas de antemano tras la observación de la salida y normas de funcionamiento de éste.

El control difuso (fuzzy logic control o FLC) es una técnica basada en la lógica difusa que resuelve problemas de control que las teorías de control clásico y moderno no lo hacían, brindando a estos problemas un importante desarrollo.

Como características de estos controladores podemos indicar que son bastante intuitivos, tolerantes al ruido, presentan estabilidad, no requieren de ningún otro modelo matemático y permiten gran precisión en sus procesos.

2.5.8.1. ESTRUCTURA DE UN CONTROLADOR BASADO EN LÓGICA DIFUSA

Todo sistema de lógica difusa presenta: base de reglas difusas o base de conocimiento, formado por el conjunto de reglas si entonces, mecanismo de inferencia o motor de inferencia, encargado de la concatenación de las implicancias de la base de reglas, fuzzificador,

transforma un valor de entrada determinístico en un valor lingüístico y defuzzificador, obtiene un único valor de salida los componentes principales de un controlador difuso se ilustran en la figura 2.15., y viene dados por: defuzzificador, obtiene un único valor de salida los componentes principales de un controlador difuso se ilustran en la figura 2.14, y viene dados por:

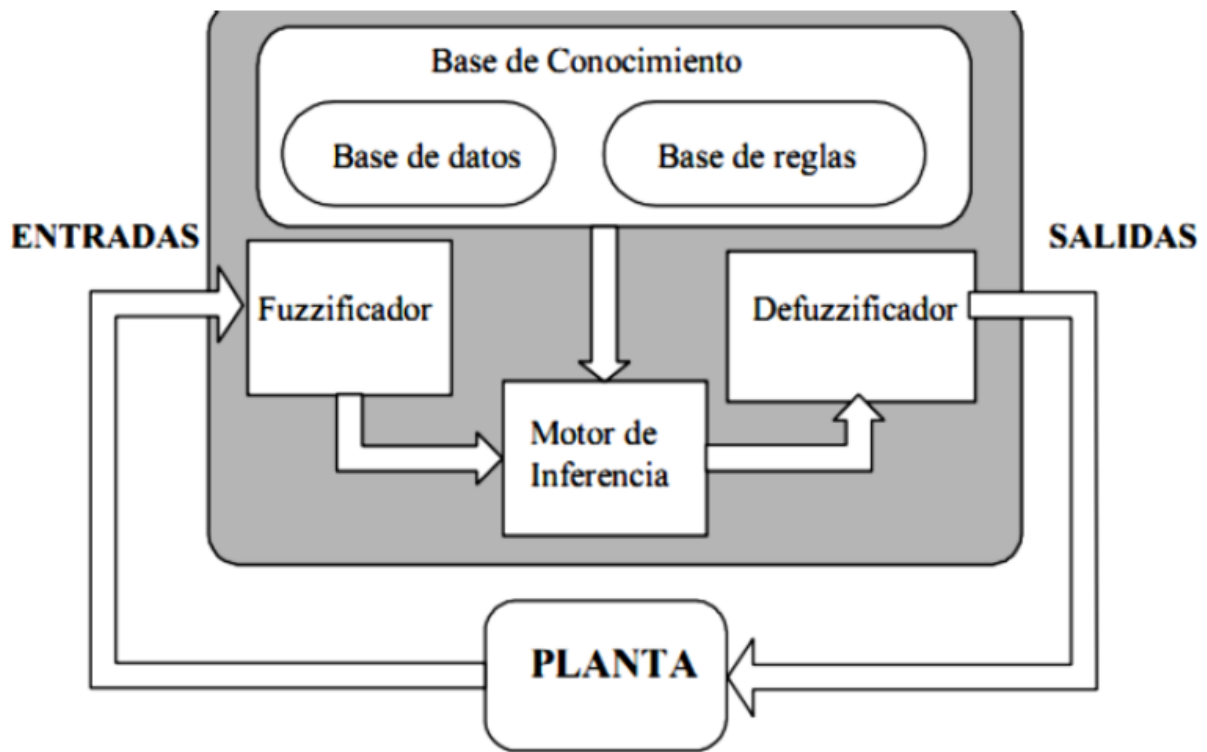


Figura 2 15. Estructura de un sistema de Lógica Difusa
Fuente: Lee, 1990

- Un bloque de conversión de entradas reales en un conjunto difuso, para su posterior utilización utilizando la teoría de conjuntos difusos. Es lo que se denomina proceso de fuzzificación.
- Una base de conocimiento, consistente en la definición de los valores lingüísticos de cada una de las variables de entrada/salida del sistema y de las reglas que lo conforman.
- Un motor de inferencia que actúa según las reglas y funciones de pertenencia descritas por el diseñador del controlador difuso. Es realmente el núcleo del controlador difuso, y tiene la capacidad de simular el proceso de toma de decisiones de un operador humano.

- Una fase de conversión del conjunto difuso obtenido como conclusión en un valor numérico. Es lo que se denomina proceso de defuzzificación.

2.6. LA PERSONALIDAD

No es ningún secreto que uno de los principales afanes de los psicólogos, históricamente, ha sido describir rasgos de personalidad. En unos casos esto se ha debido a la necesidad de crear parámetros más o menos objetivos con los que crear perfiles de personalidad útiles para la selección de personal, la descripción de tipologías de cliente o la investigación en trastornos mentales y factores de riesgo.

En otros casos, podría explicarse por motivaciones menos relacionadas con lo pragmático. A fin de cuentas, el simple hecho de poner cierto orden en el caos de comportamientos que puede exhibir el ser humano puede ser, de por sí, algo que satisface. Es por eso que durante décadas se han desarrollado varias pruebas psicométricas (como por ejemplo el 16 PF de Raymond Cattell) que han ofrecido la posibilidad de medir aspectos de la personalidad y la inteligencia de manera sistemática.

Carl Jung, sin embargo, no estaba interesado en este tipo de clasificaciones por considerarlas muy rígidas. Este seguidor del paradigma psicodinámico iniciado por Sigmund Freud prefería hacer la guerra por su lado.

Los ocho perfiles de personalidad, según Jung

A principios del siglo XX, cuando la psicología empezaba a entrar en su adolescencia, uno de los representantes más importantes de la corriente psicodinámica se propuso la tarea de describir los tipos de personalidad que nos definen desde una perspectiva mística, fundamentalmente esotérica, y probablemente sin tener muy en cuenta las posibles aplicaciones prácticas de sus propuestas.

La relación entre Carl Jung, la filosofía y la psicología (entendida como la exploración de lo espiritual y lo no material) se remonta a sus primeros años de vida y duró hasta la muerte de este, en 1961. Durante este tiempo intentó describir las lógicas que hacen funcionar a la psique humana y el modo en el que este se relaciona con el mundo espiritual, utilizando para ello

conceptos como el inconsciente colectivo o los arquetipos. No en vano se recuerda a Carl Jung como el fundador de la psicología profunda (o psicología analítica), una nueva "escuela" distanciada del psicoanálisis freudiano en el que Jung llegó a participar durante su juventud.

Carl Jung no quería describir mecanismos físicos que permitan predecir en menor o mayor medida cómo nos comportamos. Quería desarrollar herramientas que permitiesen interpretar el modo en el que, según sus creencias, lo espiritual queda expresado a través de nuestras acciones.

Es por eso que, cuando llegó el momento de su carrera en el que se propuso investigar sobre los tipos de personalidad, Carl Jung lo hizo sin renunciar a su particular visión sobre la naturaleza inmaterial de la mente. Eso le llevó a utilizar los conceptos de introversión y extraversión, que a pesar de ser muy abstractos han generado mucho interés.

La personalidad introvertida y la extravertida normalmente se han relacionado la introversión con la timidez y la extraversión con la apertura a conocer gente. Así, las personas introvertidas serían reacias a entablar una conversación con alguien desconocido, preferirían no llamar demasiado la atención y serían presa fácil de los nervios en las situaciones en las que deben improvisar ante mucha gente, mientras que las personas extravertidas tenderían a preferir situaciones socialmente estimulantes.

Sin embargo, Carl Jung no definió la personalidad introvertida y extravertida centrándose en lo social. Para él, lo que definía la dimensión de personalidad introversión-extraversión eran las actitudes hacia los fenómenos subjetivos (frutos de la imaginación y del propio pensamiento) y los objetos externos a uno mismo (lo que pasa a nuestro alrededor).

Las personas introvertidas, según Carl Jung, son las que prefieren "replegarse en sí mismas" y centrar su atención y sus esfuerzos a explorar su propia vida mental, ya sea fantaseando, creando ficciones, reflexionando sobre temas abstractos, etc. La personalidad extravertida, en cambio, se caracteriza por mostrar mayor interés por lo que está ocurriendo en cada instante en el exterior, el mundo real no imaginado.

Así, las personas introvertidas tendrían una tendencia a preferir estar solas que en compañía de gente desconocida, pero exactamente por su timidez (entendida como una cierta inseguridad y

una alta preocupación por lo que los demás piensen de uno mismo), sino como consecuencia de lo que les hace ser personas introvertidas: la necesidad de interesarse por esas personas, mantener un cierto grado de alerta por lo que puedan hacer, buscar temas de conversación, etc. Las personas extravertidas, en cambio, se sentirían más estimuladas por lo que ocurre a su alrededor, independientemente de si tiene que ver con situaciones sociales complejas o no.

Las cuatro funciones psicológicas básicas

En los tipos de personalidad de Carl Jung, la dimensión introversión-extraversión se mezcla con lo que él consideraba las cuatro funciones psicológicas que nos definen: pensar, sentir, percibir e intuir. Las dos primeras, pensar y sentir, eran para Jung funciones racionales, mientras que percibir e intuir eran las irracionales.

De la combinación de cada una de estas cuatro funciones con los dos elementos de la dimensión introversión-extraversión surgen los ocho tipos de personalidad de Carl Jung.

Los tipos psicológicos de personalidad de Carl Jung, publicados en su obra de 1921 Tipos Psicológicos, son los siguientes.

2.6.1. PENSAMIENTO-INTROVERTIDO

Las personas pertenecientes a la categoría reflexivo-introvertido están mucho más centradas en sus propios pensamientos que por lo que ocurre más allá de ellas. Se muestran interesadas, concretamente, por los pensamientos de tipo abstracto, las reflexiones y las batallas teóricas entre distintas filosofías y modos de ver la vida.

2.6.2. SENTIMENTAL - INTROVERTIDO

Las personas pertenecientes al tipo de personalidad sentimiento-introvertido son poco habladoras, pero simpáticas, empáticas y sin especiales dificultades para crear vínculos afectivos con un círculo de personas pequeño. Tienden a no demostrar su apego.

2.6.3. SENSACIÓN - INTROVERTIDO

Como ocurre en el resto de personalidades definidas por la introversión, la personalidad sensible-introvertida se caracteriza por estar enfocada a los fenómenos subjetivos. En este

caso, sin embargo, estos fenómenos están más relacionados con los estímulos recibidos a través de los sentidos que con los sentimientos o las ideas abstractas. Según la definición de Carl Jung, este tipo de personalidad suele describir a las personas que se dedican al arte o la artesanía.

2.6.4. INTUITIVO - INTROVERTIDO

En este tipo de personalidad intuitiva-introvertida, aquello en lo que centra el interés de la persona son fantasías acerca del futuro y lo que está por venir... a costa de dejar de prestarle atención al presente. Estas personas serían de carácter más bien soñador.

2.6.5. PENSAMIENTO - EXTRAVERTIDO

Este tipo de personalidad reflexiva-extravertida se define por la tendencia a crear explicaciones acerca de todas las cosas a partir de lo que el individuo ve a su alrededor. Esto hace que se entiendan estas reglas como principios inamovibles sobre cómo se estructura la realidad objetiva, por lo cual este tipo de personas tendrían una manera de ver las cosas muy característica y que cambia muy poco con el tiempo. Además, según Carl Jung, intentan imponer esta visión del mundo al resto de personas.

2.6.6. SENTIMENTAL - EXTRAVERTIDO

Esta categoría sentimental-extravertida estaría compuesta por personas altamente empáticas, con facilidad para conectar con los demás y que disfrutan mucho de la compañía. Según Jung, este tipo de personalidad se define por el hecho de estar relacionado con unas habilidades sociales muy buenas y una baja propensión a la reflexión y el pensamiento abstracto.

2.6.7. SENSACIÓN - EXTROVERTIDO

En este tipo de personalidad sensible-extrovertida se mezcla la búsqueda de las sensaciones nuevas con la experimentación con el entorno y con los demás. Las personas descritas por este tipo de personalidad son muy dadas a la búsqueda del placer en la interacción con personas y entornos reales.

2.6.8. INTUICIÓN - EXTROVERSIÓN

El último tipo de personalidad de Carl Jung, el tipo intuitivo-extrovertido, se caracteriza por la tendencia a emprender todo tipo de proyectos y aventuras de duración media o larga, de modo que cuando termina una fase se quiere empezar otra de inmediato. Viajes, creación de empresas, planes de transformación... las perspectivas de futuro relacionadas con la interacción con el entorno son el centro de las preocupaciones de estas personas, e intentan hacer que el resto de miembros de su comunidad las ayuden en sus empeños (independientemente de si los demás salen tan beneficiados como uno mismo o no) (Jung, 1921).

¿Son útiles los tipos de personalidad de Jung?

El modo en el que Carl Jung creó estos tipos de personalidad dista mucho a como se intenta hacer hoy en día, a partir de análisis estadísticos e investigaciones que involucran a cientos de personas. Ni en la primera mitad del siglo XX existían los métodos y las herramientas para crear modelos de personalidad con algo de robustez, ni el pensamiento de Jung encajó nunca con el modo de investigar que se sigue en la psicología científica, muy preocupada por crear criterios objetivos para delimitar rasgos de personalidad y poner a prueba las teorías a partir contrastando las expectativas con la realidad.

De los ocho tipos de personalidad de Carl Jung ha surgido el Indicador Myers-Briggs y los conceptos de introversión y extraversión han influido mucho a importantes psicólogos de las diferencias individuales, pero en sí mismas estas descripciones son demasiado abstractas como para predecir el comportamiento típico de las personas. Ceñirse a este tipo de definiciones sobre la personalidad puede hacer que caigamos fácilmente en el efecto Forer.

Sin embargo, que la propuesta de Carl Jung tenga un valor científico casi inexistente no significa que no pueda ser utilizado como un referente filosófico, una manera de vernos a nosotros mismos y a los demás que resulta sugerente o poética (Triglia, 2017).

CAPÍTULO III

MARCO APLICATIVO

3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta el diseño del sistema experto propuesto para detectar tipos de personalidad de acuerdo a la edad biológica, se describirá la metodología utilizada, la construcción en la base de conocimiento, la descripción informal y la formalización.

Se verá también como interactuará el sistema experto con el paciente, los pasos que se siguió para la elaboración del sistema.

La construcción de un sistema experto no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas, cada una de las cuales aporta para que el sistema experto a desarrollar sea fácil de usar y mantener.

En nuestra vida diaria encontramos muchas situaciones complejas gobernadas por reglas que rigen nuestra vida diaria como: sistema de control de tráfico, sistema de seguridad, transacciones bancarias, etc.

Los sistemas basados en reglas es una herramienta eficiente para tratar estos problemas. Las reglas de producción constituyen la más sencilla de las metodologías utilizadas en sistemas expertos. La base de conocimiento contiene el conjunto de reglas que definen el problema, y el motor de inferencia saca las conclusiones aplicando la lógica clásica a estas reglas.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

La representación del conocimiento es una de las partes principales para el desarrollo de un sistema experto. La construcción del sistema experto se realizara en base de la metodología Buchanan en la fase identificación se identifica al experto humano, en la fase de conceptualización se desarrolla la obtención del conocimiento o adquisición del conocimiento, base de conocimiento y base de hechos, en la fase de formalización se desarrolla la formalización del conocimiento y motor de inferencia, en la fase de implementación se desarrolla el prototipo (interfaz de usuario).

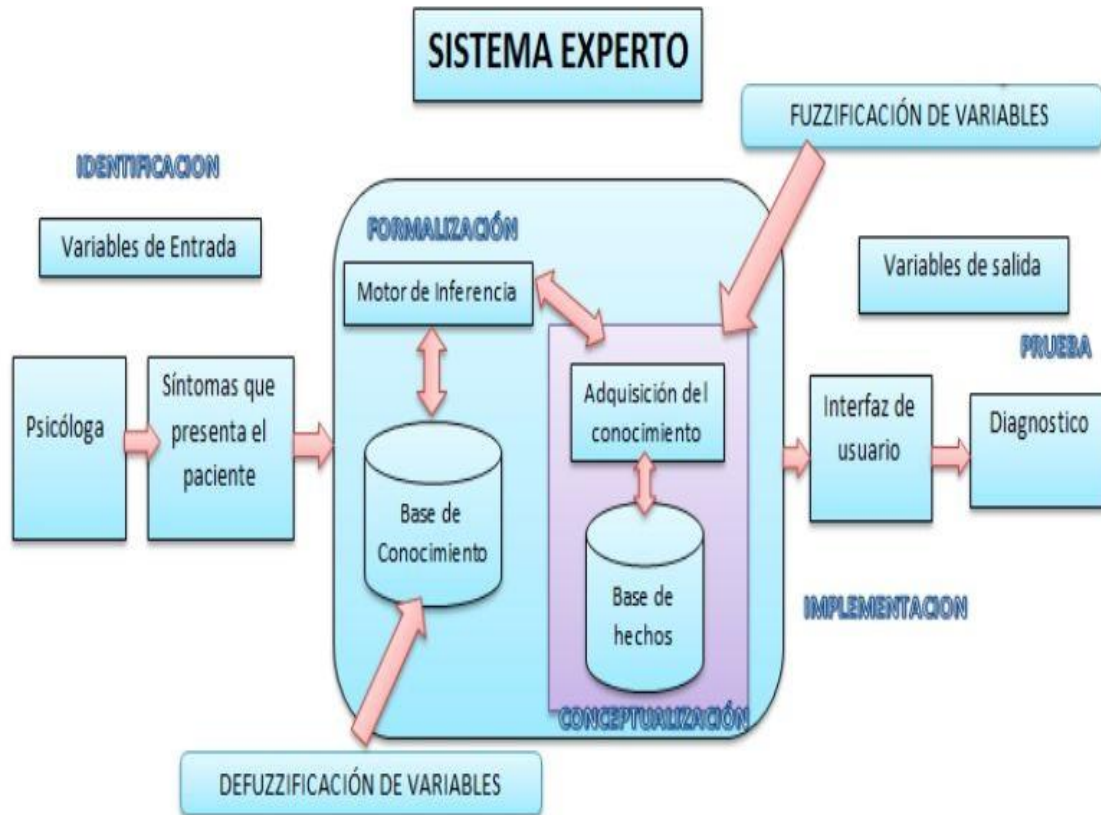


Figura 3. 1. Estructura del Sistema Experto para el diagnóstico de tipo de personalidad
Fuente: Elaboración Propia

3.3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO BUCHANAN

3.3.1. IDENTIFICACIÓN

El Sistema Experto propuesto para su desarrollo está enfocado en el área de la psicología clínica, por el cual se procedió a buscar a un experto humano del área especificada.

A través de la información recolectada del experto y las fuentes relacionadas al campo de la psicología se definió la forma en la que será estructurado el Sistema Experto para detectar tipos de personalidades de acuerdo a la edad Biológica.

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

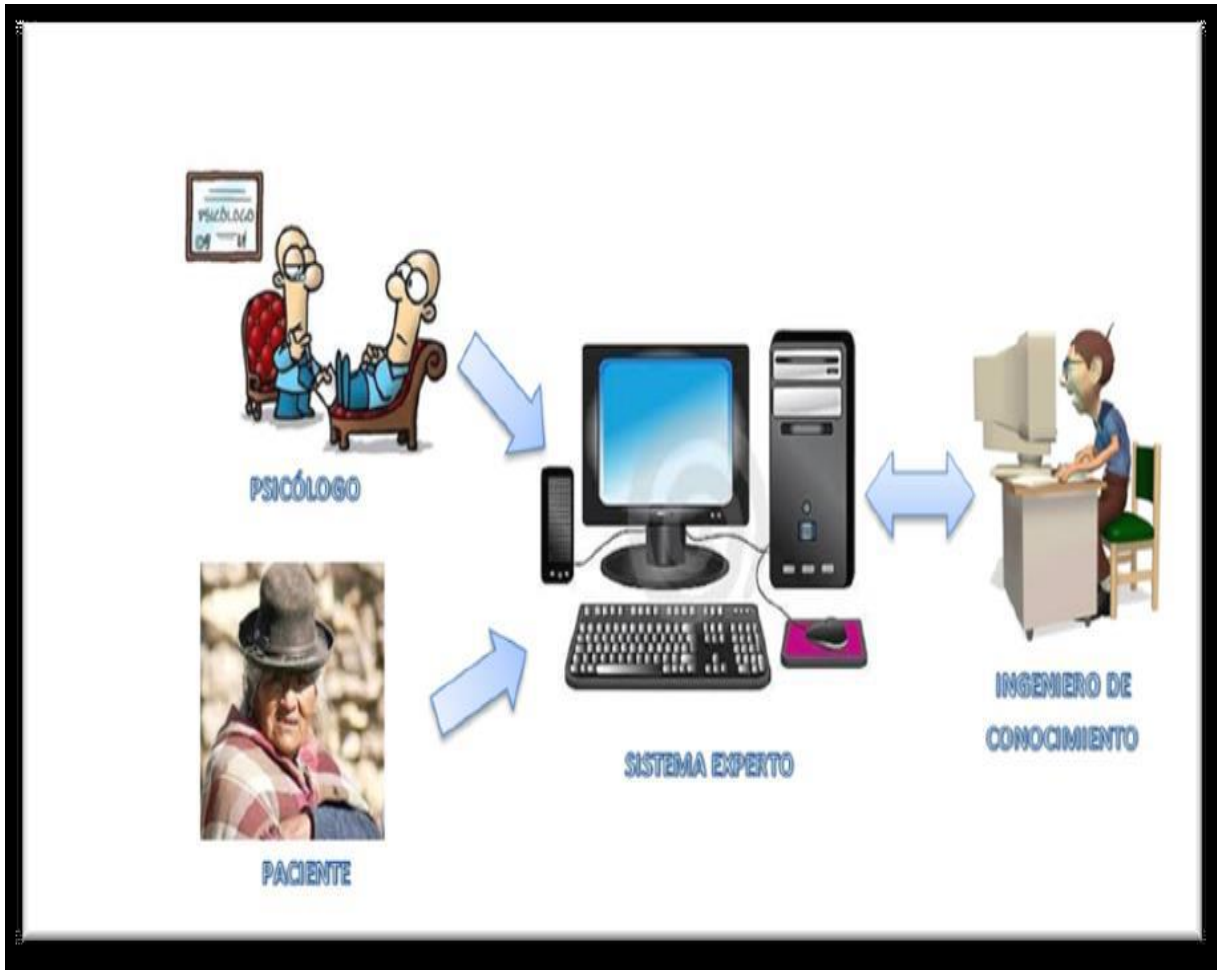


Figura 3. 2. Componentes que intervienen en el desarrollo del Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia

El sistema experto será el resultado de la contribución del experto humano y el ingeniero del conocimiento.

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 la representación del conocimiento se utiliza lógica de proposiciones y reglas de inferencias, las últimas son para inferir las inserciones, las incertidumbres son representadas a través de la lógica difusa.

Los componentes del S.E.D.P.S.E.B. están representados de la siguiente manera:

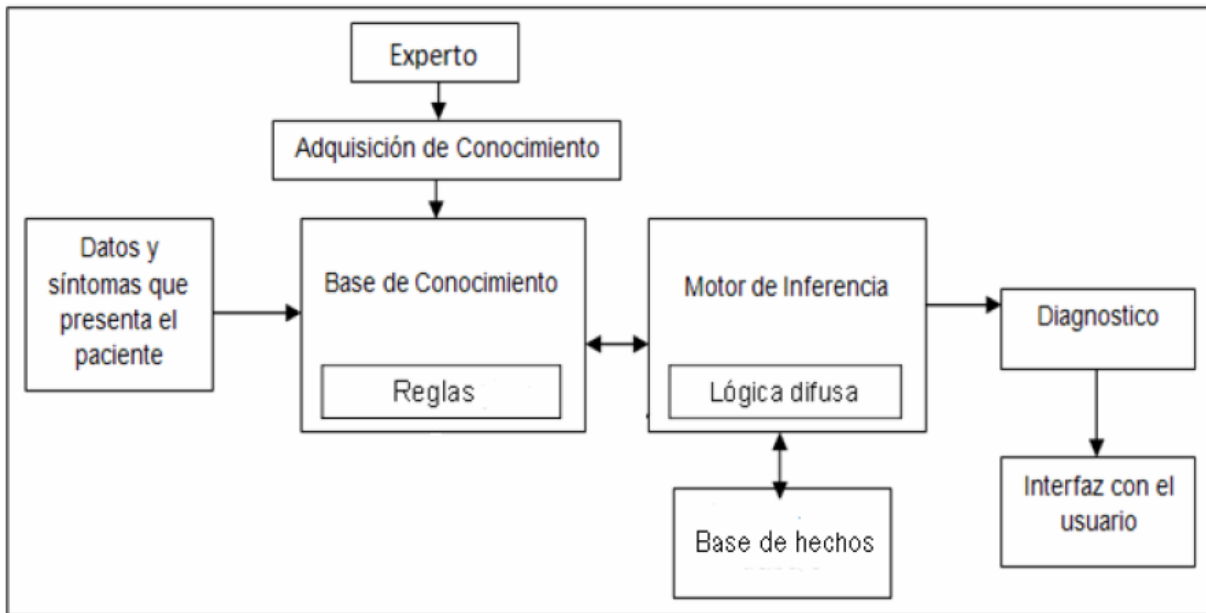


Figura 3. 3. Componentes del Sistema Experto desde adquisición de conocimiento
Fuente: Elaboración propia

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 el tipo de depresión y la gravedad de este.

3.3.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura del sistema experto (Figura 3.4), propuesta en este trabajo está basada en la arquitectura del sistema experto mencionado en el capítulo 2, cuya función es la de proporcionar un diagnóstico.

El desarrollo de un sistema experto se basa en la construcción de la base de conocimiento (almacenamiento de conocimiento en forma de hechos y reglas), el diseño del motor de inferencia (inferencia de nuevos conocimientos a partir de conocimientos existentes) y la aplicación de lógica difusa para tratar los datos que en este caso presentan incertidumbre.

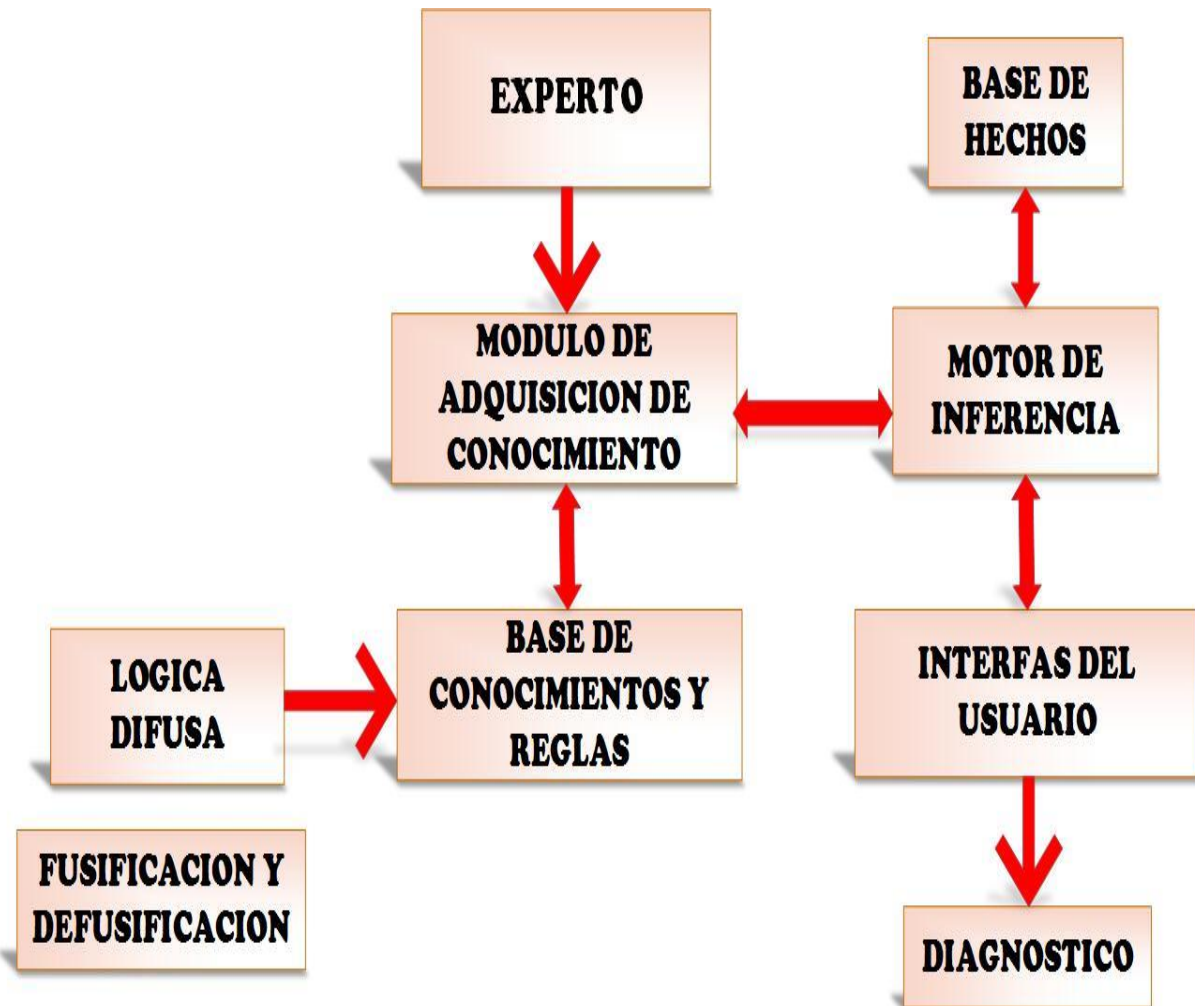


Figura 3. 4. Componentes del Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. CONCEPTUALIZACIÓN

La conceptualización constituye un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos con el experto, la cual consiste básicamente en el entendimiento del dominio del problema y de la terminología usada, como así también de la modelización de la área que lleva a cabo el experto a la hora de resolver el problema

3.3.2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

El conocimiento del experto se adquiere mediante entrevistas, estudios en libros revistas, documentos, internet y la observación a través de los profesionales.



Figura 3. 5. Adquisición de Conocimiento
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.2. CONOCIMIENTO ABSTRACTO

Se analizó los conceptos vertidos por el psicólogo. Las conclusiones y definiciones más relevantes que dieron lugar a lo siguiente.



Figura 3. 6. Tipos de Personalidad según Carl Jung
Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.3. BASE DE HECHOS

Representa el conocimiento del sistema en un instante dado, almacena los datos recibidos del paciente y está directamente enlazada con la base de conocimiento. Un hecho puede provocar el disparo de una regla.

A continuación exponemos los hechos extractados de los casos dados por el psicólogo. Según la personalidad.

A continuación representamos los hechos de los casos expuestos por el psicólogo referente a los tipos de personalidades según Jung.

➤ **PENSAMIENTO INTROVERTIDO:**

Las personas pertenecientes a la categoría reflexivo-introvertido están mucho más centradas en sus propios pensamientos que por lo que ocurre más allá de ellas. Se muestran interesadas, concretamente, por los pensamientos de tipo abstracto, las reflexiones y las batallas teóricas entre distintas filosofías y modos de ver la vida.

➤ **SENTIMENTAL - INTROVERTIDO**

Las personas pertenecientes al tipo de personalidad sentimiento-introvertido son poco habladoras, pero simpáticas, empáticas y sin especiales dificultades para crear vínculos afectivos con un círculo de personas pequeño. Tienden a no demostrar su apego.

➤ **SENSACION – INTROVERTIDO**

Como ocurre en el resto de personalidades definidas por la introversión, la personalidad sensible-introvertida se caracteriza por estar enfocada a los fenómenos subjetivos. En este caso, sin embargo, estos fenómenos están más relacionados con los estímulos recibidos a través de los sentidos que con los sentimientos o las ideas abstractas. Según la definición de Carl Jung, este tipo de personalidad suele describir a las personas que se dedican al arte o la artesanía.

➤ **INTUITIVO – INTROVERTIDO**

En este tipo de personalidad intuitiva-introvertida, aquello en lo que centra el interés de la persona son fantasías acerca del futuro y lo que está por venir... a costa de dejar de prestarle atención al presente. Estas personas serían de carácter más bien soñador.

➤ **PENSAMIENTO EXTROVERTIDO**

Este tipo de personalidad reflexiva-extravertida se define por la tendencia a crear explicaciones acerca de todas las cosas a partir de lo que el individuo ve a su alrededor. Esto

hace que se entiendan estas reglas como principios inamovibles sobre cómo se estructura la realidad objetiva, por lo cual este tipo de personas tendrían una manera de ver las cosas muy característica y que cambia muy poco con el tiempo. Además, según Carl Jung, intentan imponer esta visión del mundo al resto de personas.

➤ **SENTIMENTAL EXTROVERTIDO**

Esta categoría sentimental-extravertida estaría compuesta por personas altamente empáticas, con facilidad para conectar con los demás y que disfrutan mucho de la compañía. Según Jung, este tipo de personalidad se define por el hecho de estar relacionado con unas habilidades sociales muy buenas y una baja propensión a la reflexión y el pensamiento abstracto.

➤ **SENSACION – EXTROVERTIDO**

En este tipo de personalidad sensible-extravertida se mezcla la búsqueda de las sensaciones nuevas con la experimentación con el entorno y con los demás. Las personas descritas por este tipo de personalidad son muy dadas a la búsqueda del placer en la interacción con personas y entornos reales.

➤ **INTUICION – EXTRAVERSION**

El último tipo de personalidad de Carl Jung, el tipo intuitivo-extravertido, se caracteriza por la tendencia a emprender todo tipo de proyectos y aventuras de duración media o larga, de modo que cuando termina una fase se quiere empezar otra de inmediato. Viajes, creación de empresas, planes de transformación... las perspectivas de futuro relacionadas con la interacción con el entorno son el centro de las preocupaciones de estas personas, e intentan hacer que el resto de miembros de su comunidad las ayuden en sus empeños (independientemente de si los demás salen tan beneficiados como uno mismo o no).

3.3.3. FORMALIZACIÓN

3.3.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO

Para representar la base de conocimientos del experto se tomaron en cuenta, el formalismo basado en acciones como también el conocimiento abstracto, del experto humano y el

conocimiento poco preciso para lo que usamos la lógica difusa y convenientemente se trabaja formalizando y estructurando.

La base de conocimiento, está conformada por un conjunto de reglas definida de acuerdo a un conjunto de hechos.

3.3.3.2. DEFINICIÓN Y CODIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

El sistema experto tiene los síntomas que cada paciente presenta, los síntomas que obtendrá a través de la respuesta a las preguntas que contiene el sistema, que son necesarias para el desarrollo del sistema.

Se realizaron preguntas cuyas respuestas son cerradas según el test de Jung SI o NO.

A continuación se muestra la tabla de variable lingüísticas.

Nº	VARIABLE LINGÜÍSTICA	DESCRIPCION	VALOR LINGUISTICO	
1	Solo	Se siente bien estando solo	SI	NO
2	Amigos	Tiene menos de 3 amigos en clase	SI	NO
3	Amigos	Tiene más de 3 amigos en clase	SI	NO
4	Comportamiento	Presenta problemas de comportamiento	SI	NO
5	Autoestima	Tiene problemas de Autoestima	SI	NO

6	Callado	Es callado en clase	SI	NO
7	Grupos	Le gusta formar grupos en clase	SI	NO
8	Ordenado	Es ordenado	SI	NO
9	Optimista	Es optimista	SI	NO
10	Solidario	Es solidario con sus compañeros	SI	NO
11	Vicio	Presenta algún vicio	SI	NO
12	Complejo	Sufre de algún complejo de la sociedad	SI	NO
13	Independencia	Tiene independencia familiar	SI	NO
14	Grupos	Le gusta trabajar en grupos	SI	NO
15	Trabajar	Le gusta trabajar en grupos	SI	NO
16	Autoestima	Tiene autoestima baja	SI	NO
17	Impulsivo	Es impulsivo	SI	NO
18	Familia	Ha formado alguna familia	SI	NO

19	Vida agitada	Tuvo una vida agitada	SI	NO
20	Depresión	Tiene problemas con la depresión	SI	NO
21	Económica	Su situación económica es favorable	SI	NO
22	Medicamentos	Toma medicamentos	SI	NO

Tabla 3.1. Tabla de Variable Lingüística
Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. ARBOL DE DECISIONES

Un árbol de decisión es tanto un esquema de representación del conocimiento como un método de razonamiento de sobre su conocimiento que permite obtener reglas restantes para la base de conocimientos, que conforman el conocimiento abstracto y concreto.

Para realizar un diagnóstico de la personalidad, será necesario que nuestro sistema siga determinados procedimientos. Estos procedimientos se ajustarán a un sistema de clasificación de edades inicialmente, que en este caso serán diferentes rangos: 5-12, 13-30 y de 31 a más años.

A continuación se muestra el árbol del posible diagnóstico de la persona evaluada.

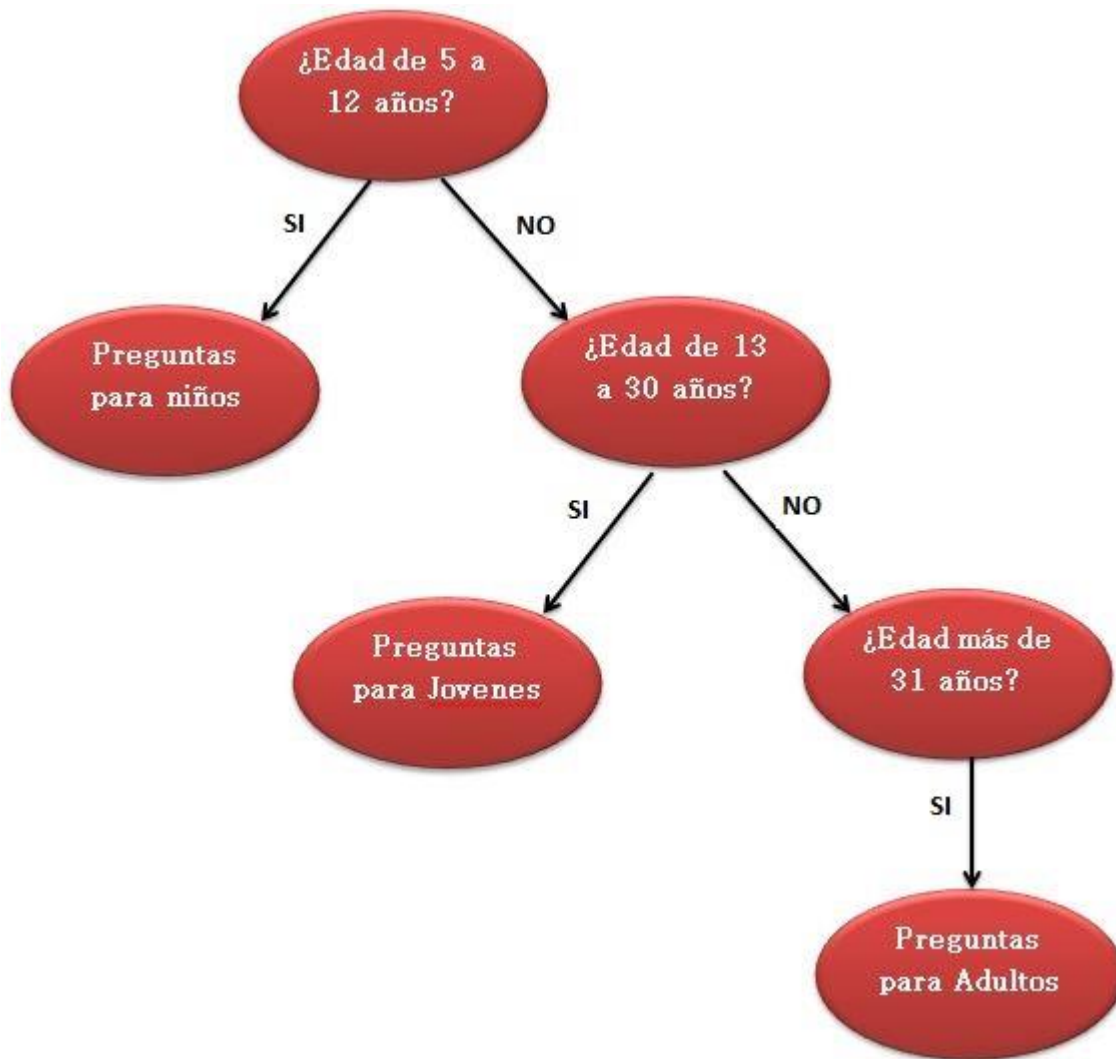


Figura 3. 7. Árbol inicial Del Sistema Experto, rango de edades biológicas
Fuente: Elaboración Propia

➤ PERSONALIDAD EN NIÑOS

En este árbol de decisiones se verá la personalidad de niños como se muestra en la imagen a la izquierda; cumpliendo las características un niño con personalidad Introversada y emocionalmente Inestable, por otra parte si refleja las características de la lista de en medio podemos decir que el niño refleja una personalidad Extroversada y es emocionalmente estable y por ultimo tomando en cuenta las características de la imagen a la derecha podemos definir al niño como una persona Agresiva con los niños de su entorno, Extroversado pero emocionalmente Inestable.

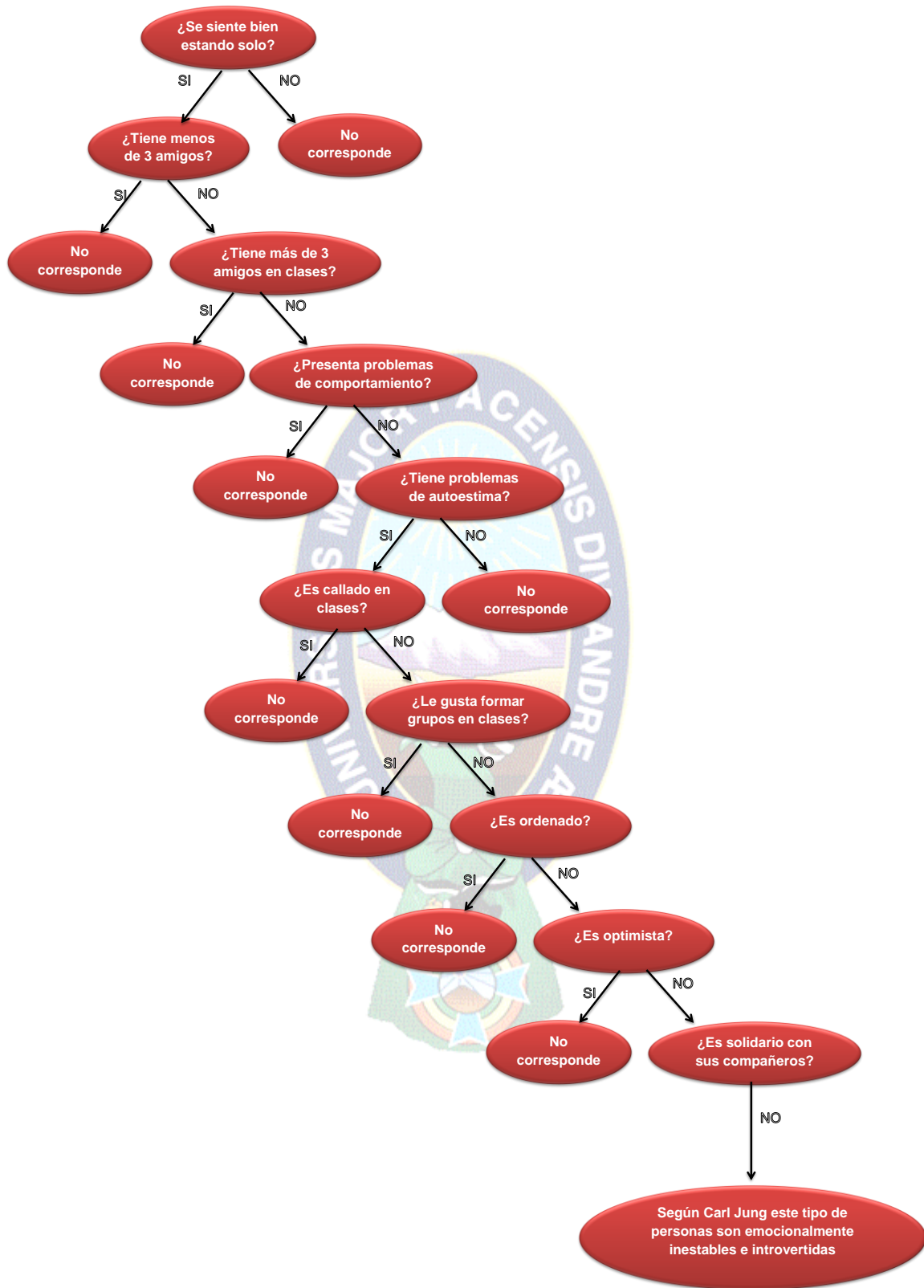


Figura 3. 8. Test de personalidad en niños
Fuente: Elaboración Propia

➤ PERSONALIDAD EN JOVENES

En este árbol de decisiones se verá la personalidad en jóvenes, como se muestra en la Figura 3.9. personas de características altamente introvertidas.

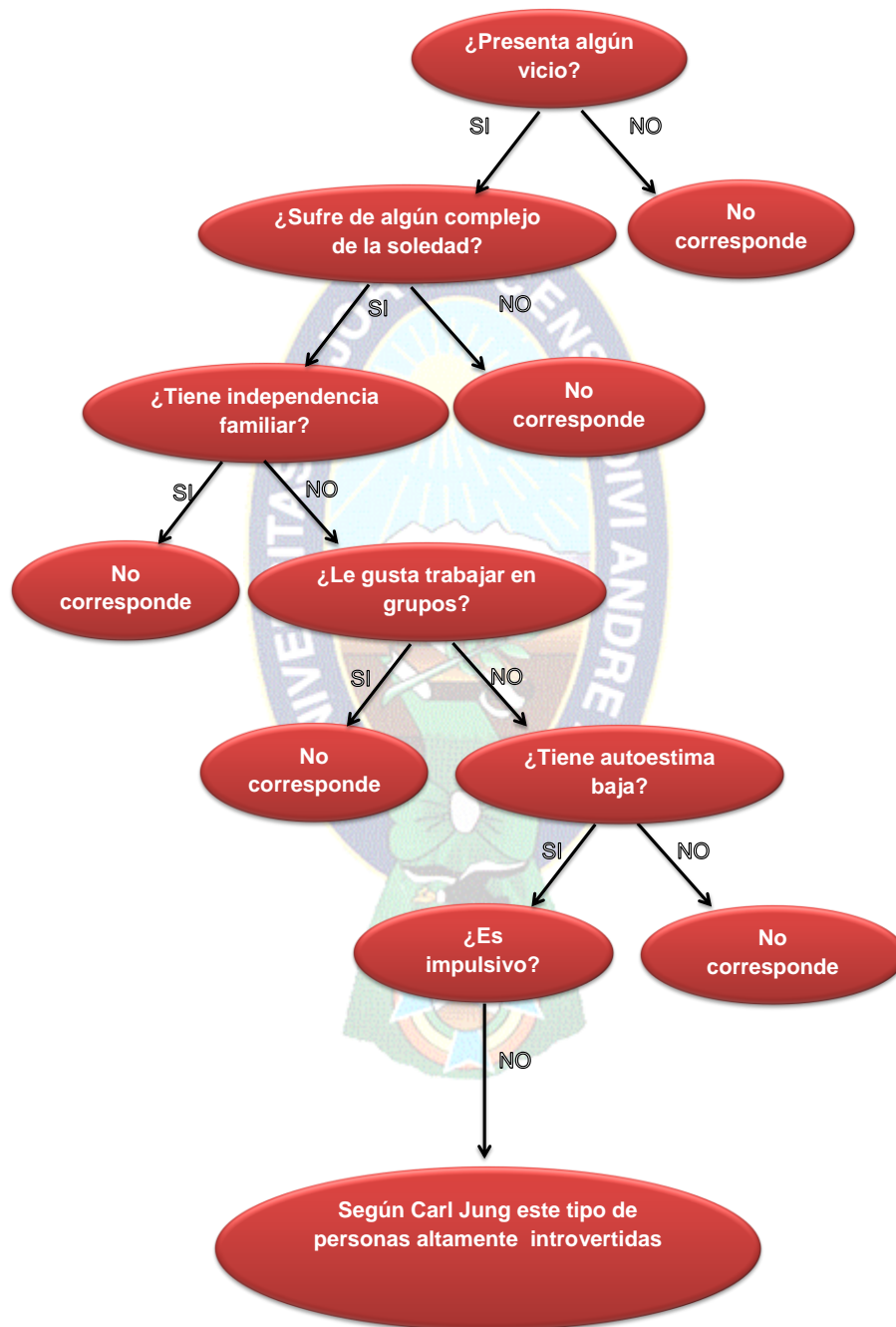


Figura 3. 9. Test de personalidad en Jóvenes
Fuente: Elaboración Propia

➤ PERSONALIDAD EN MAYORES

En este árbol de decisiones se verá la personalidad en personas mayores, como se muestra en la Figura 3.10. personas de características solitarias en su vejez.

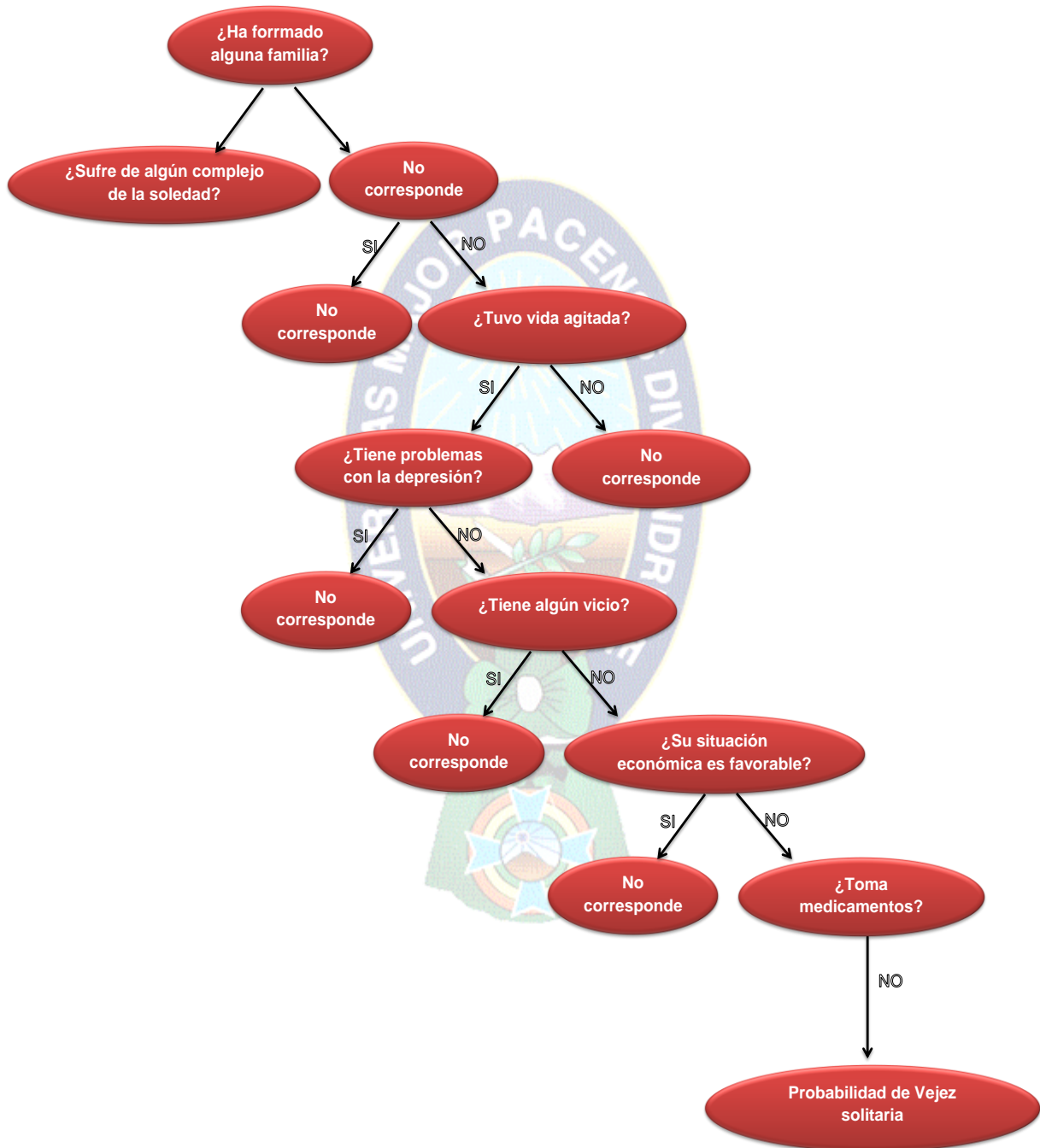


Figura 3. 10. Test de Personalidad en Mayores
Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.4. FUZZIFICACIÓN DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Transformando las variables lingüísticas de entrada de las funciones de pertenencia adecuada al tipo de personalidad necesitan función de pertenencia ya que utiliza la lógica difusa y en base a las repuestas se tienen las siguientes funciones:

Pensamiento introvertido

Definimos tres conjuntos difusos para determinar el tipo de personalidad que puede presentar un paciente.

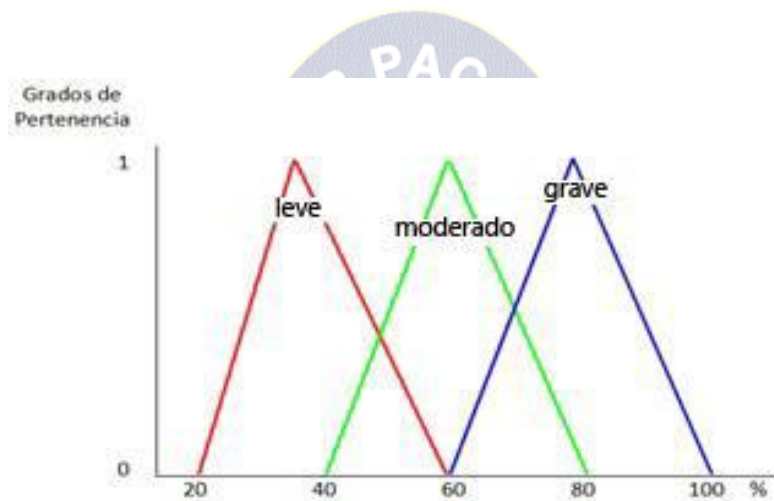


Figura 3. 11. Conjunto Difuso de la variable de personalidad de pensamiento introvertido
Fuente: Elaboración Propia

Función de pertenencia

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$
Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$

Grave(X)	0	Si $x \leq 80$
	$(x-20)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	$(60-x)/20$	Si $80 \leq x \leq 100$
	0	Si $x \geq 100$

Tabla 3. 2. Función de pertenencia
Fuente: Elaboración Propia

En conclusión el tipo de personalidad se medirá según porcentaje y se determinara según el árbol de decisión y una depresión puede ser de la siguiente manera leve, moderado, grave. A continuación explicamos los rangos.

leve: si la personalidad presenta los cinco principales síntomas que se mencionó en la Figura 3.11. estará en el rango del 20% y 60%.

moderado: si la personalidad además de los principales síntomas presenta los 5 siguientes síntomas entonces estará en el rango del 40% y 80%.

grave: por ultimo si la personalidad ya presenta síntomas más difíciles de tratar entonces estar a en el rango de 60% y 100%.

Sentimental introvertido

Definimos tres conjuntos difusos para determinar la gravedad del tipo de personalidad que puede presentar un paciente. Usando la Figura 3.11. obtenemos:

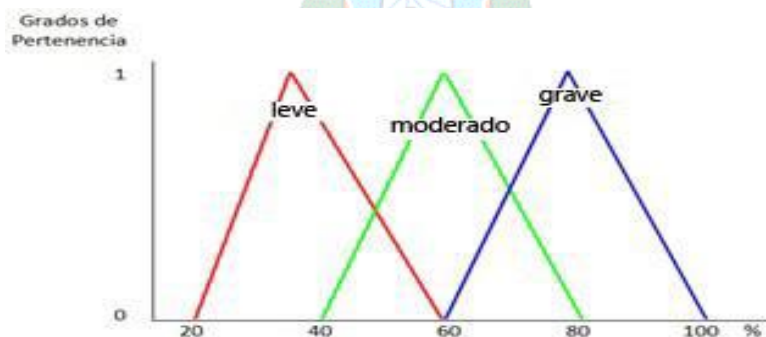


Figura 3. 12 Conjunto Difuso de la variable Sentimental Introvertido
Fuente: Elaboración Propia

Función de pertenencia

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$
Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$
Grave(X)	0	Si $x \leq 80$
	$(x-20)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	$(60-x)/20$	Si $80 \leq x \leq 100$
	0	Si $x \geq 100$

Tabla 3. 3. Función de Pertenencia Sentimental Introverso
Fuente: Elaboración Propia

En conclusión el tipo de personalidad se medirá según porcentaje y se determinará según el árbol de decisión y una depresión puede ser de la siguiente manera leve, moderado, grave. A continuación explicamos los rangos.

leve: si la personalidad presenta los cinco principales síntomas que se mencionó en la Figura 3.11. estará en el rango del 20% y 60%.

moderado: si la personalidad además de los principales síntomas presenta los 5 siguientes síntomas entonces estará en el rango del 40% y 80%.

grave: por último si la personalidad ya presenta síntomas más difíciles de tratar entonces estará en el rango de 60% y 100%.

Sensación Introverso

Definimos tres conjuntos difusos para determinar la gravedad del tipo de personalidad que puede presentar un paciente. Usando la Figura 3.11. obtenemos:

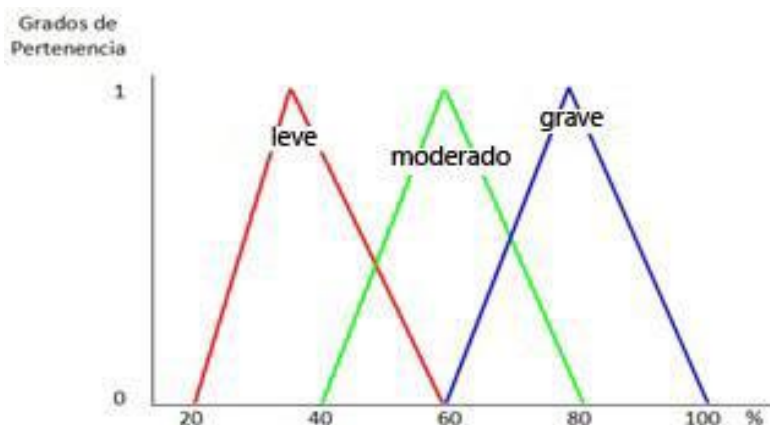


Tabla 3. 13. Conjunto Difuso de Variables Sensación Introverso
 Fuente: Elaboración Propia

Función de pertenencia

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$
Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$
Grave(X)	0	Si $x \leq 60$
	$(x-60)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	$(100-x)/20$	Si $80 \leq x \leq 100$
	0	Si $x \geq 100$

Tabla 3. 4. Función de pertenencia Sensación Introverso
 Fuente: Elaboración Propia

En conclusión el tipo de personalidad se medirá según porcentaje y se determinara según el árbol de decisión y una depresión puede ser de la siguiente manera leve, moderado, grave. A continuación explicamos los rangos.

leve: si la personalidad presenta los cinco principales síntomas que se mencionó en la Figura 3.11. estará en el rango del 20% y 60%.

moderado: si la personalidad además de los principales síntomas presenta los 5 siguientes síntomas entonces estará en el rango del 40% y 80%.

grave: por ultimo si la personalidad ya presenta síntomas más difíciles de tratar entonces estar a en el rango de 60% y 100%.

3.3.3.5. BASE DE HECHOS

En la base de hechos se alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea tratar con la ayuda del modelo, la base de hechos dispone únicamente de los datos propios de la enfermedad.

La base de hechos está constituida por el conocimiento concreto, a la cual está constituido por los síntomas particulares que el paciente presenta. De acuerdo al análisis de algunos casos clínicos particulares se puede identificar los siguientes hechos:

HECHO 1: Se siente bien estando solo.

HECHO 2: Tiene menos de 3 amigos en clase.

HECHO 3: Tiene más de 3 amigos en clase.

HECHO 4: Presenta problemas de comportamiento.

HECHO 5: Tiene problemas de Autoestima.

HECHO 6: Es callado en clases.

HECHO 7: Le gusta formar grupos en clase.

HECHO 8: Es ordenado.

HECHO 9: Es optimista.

HECHO 10: Es solidario con sus compañeros.

HECHO 11: Presenta algún vicio.

HECHO 12: Sufre de algún complejo de la sociedad.

HECHO 13: Tiene independencia familiar.

HECHO 14: Le gusta trabajar en grupos.

HECHO 15: Tiene autoestima baja

HECHO 16: Es impulsivo

HECHO 17: Ha formado alguna familia

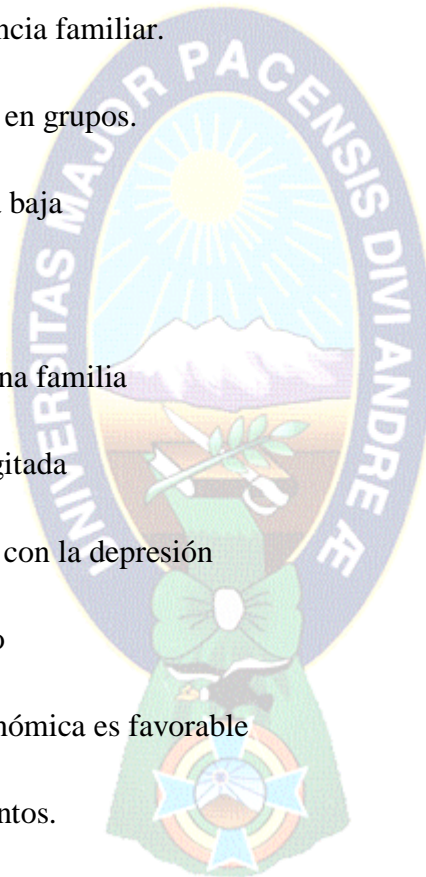
HECHO 18: Tuvo una vida agitada

HECHO 19: Tiene problemas con la depresión

HECHO 20: Tiene algún vicio

HECHO 21: Su situación económica es favorable

HECHO 22: Toma medicamentos.



3.3.3.6. BASE DE REGLAS

Para poder incluir todo el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento hacemos uso de las reglas. A partir de las reglas realizamos su encadenamiento relacionando dos o más premisas que infieran y puedan presentar las conclusiones, en nuestro caso las premisas son los síntomas que presenta el paciente y las conclusiones hacen referencia al diagnóstico sobre el tipo de personalidad de una persona.

La base de reglas es la forma más extendida de representar el conocimiento, su forma de representación es la siguiente:

SI premisa **ENTONCES** conclusión

El motor de inferencia; cuya función es la de obtener conclusiones y la lógica difusa que en nuestro caso nos permite describir de mejor manera el rango de probabilidad que se le debe asignar a la base de conocimiento para solucionar problemas. A continuación se muestra el formato de las reglas que pueden ser modificadas o adicionadas según la experiencia del experto.

SI SINTOMAS AND VARIABLES DE CLASIFICACION PARA EL DIAGNOSTICO ENTONCES
DIAGNOSTICO

SI SINTOMAS AND VARIABLES DE ENTONCES DIAGNOSTICO
CLASIFICACION
PARA EL
DIAGNOSTICO

Tabla 3.5. Guía para el desarrollo de las reglas de producción
Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de reglas referentes a la ventana de antecedentes:

- Si H1 = “si” AND H2 = “no” AND H3 = “no” AND H4 = “no” AND H5 = “si” AND H6 = “si” AND H7 = “no” H8 = “si” AND H9 = “no” AND H10 = “no” ENTONCES este tipo de personas son emocionalmente inestables.
- Si H1 = “no” AND H2 = “no” AND H3 = “si” AND H4 = “no” AND H5 = “no” AND H6 = “no” AND H7 = “no” H8 = “no” AND H9 = “si” AND H10 = “si” ENTONCES este tipo de personas son emocionalmente estables y extrovertidas.
- Si H1 = “no” AND H2 = “no” AND H3 = “si” AND H4 = “si” AND H5 = “no” AND H6 = “no” AND H7 = “no” H8 = “no” AND H9 = “no” AND H10 = “no” ENTONCES este tipo de personas son extrovertidos y emocionalmente inestables.

- Si H11 = “sí” AND H12 = “sí” AND H13 = “sí” AND H14 = “sí” AND H15 = “no” AND H16 = “no” ENTONCES este tipo de personas son altamente introvertidas.
- Si H11 = “no” AND H12 = “no” AND H13 = “sí” AND H14 = “sí” AND H15 = “no” AND H16 = “sí” ENTONCES este tipo de personas son altamente extrovertidas.
- Si H17 = “no” AND H18 = “sí” AND H19 = “sí” AND H20 = “no” AND H21 = “no” AND H22 = “no” ENTONCES probabilidad de vejez solitaria.
- Si H17 = “sí” AND H18 = “no” AND H19 = “no” AND H20 = “no” AND H21 = “sí” AND H22 = “no” ENTONCES probabilidad de vejez en comunión con su familia.

3.3.3.7. MECANISMO DE INFERENCIA

Una estrategia de inferencia más utilizada para obtener conclusiones compuestas es el llamado encadenamiento de reglas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende por una parte de los hechos conocidos y por otra de las reglas que se activan.

Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no puedan obtener nuevos hechos.

3.3.3.8. DEFUZZIFICACIÓN DE LAS VARIABLES LINGÜÍSTICAS

Para explicar más detalladamente, la Fuzzificación de los términos que presenta ambigüedad se toma el siguiente caso:

Un paciente que presenta los siguientes síntomas: se siente bien estando solo, no tiene menos de tres amigos, no tiene más de tres amigos en clases, no presenta problemas de comportamiento, tiene problemas de autoestima, no es callado en clases, no le gusta formar grupo en clases, no es ordenado, no es optimista, no es solidario con sus compañeros entonces este tipo de personas son emocionalmente inestables e introvertidas.

Para explicar la interpretación del diagnóstico de la personalidad de un paciente se toma en cuenta las siguientes variables del caso a tratar.

➤ **Se siente bien estando solo**

Se toma el valor de 30 para el síntoma de se siente bien estando solo que esta dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$

$$\mu(\text{leve})(30) = (40-30)/20 = 10/20 = 0.5$$

➤ **No tiene menos de tres amigos**

Se toma el valor de 35 para el síntoma de no tiene menos de tres amigos que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$

$$\mu(\text{leve})(35) = (40-35)/20 = 5/20 = 0.25$$

➤ **No tiene más de tres amigos en clases**

Se toma el valor de 75 para el síntoma de no tiene más de tres amigos en clases que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$

0	Si $x \geq 80$
---	----------------

$$\mu(\text{moderado}) (75) = (80-75)/20 = 5/20 = 0.25$$

➤ **No presenta problemas de comportamiento**

Se toma el valor de 35 para el síntoma de no presenta problemas de comportamiento que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$

$$\mu(\text{leve}) (35) = (40-35)/20 = 5/20 = 0.25$$

➤ **Tiene problemas de autoestima**

Se toma el valor de 78 para el síntoma tiene problemas de autoestima que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$

$$\mu(\text{moderado}) (78) = (80-78) / 20 = 2/20 = 0.1$$

➤ **No es callado en clases**

Se toma el valor de 35 para el síntoma de no es callado en clases que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 \leq x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	0	Si $x \geq 60$

$$\mu(\text{leve}) (35) = (40-35)/20 = 5/20 = 0.25$$

➤ **No le gusta formar grupo en clases**

Se toma el valor de 78 para el síntoma no le gusta formar grupo en clases que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$

$$\mu(\text{moderado}) (78) = (80-78) / 20 = 2/20 = 0.1$$

➤ **No es ordenado**

Se toma el valor de 70 para el síntoma de no es ordenado que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$

$$\mu(\text{moderado}) (70) = (80-70)/20 = 10/20 = 0.5$$

➤ **No es optimista**

Se toma el valor de 70 para el síntoma de no es optimista que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Moderado(X)	0	Si $x \leq 40$
	$(x-20)/20$	Si $40 \leq x \leq 60$
	$(80-x)/20$	Si $60 \leq x \leq 80$
	0	Si $x \geq 80$

$$\mu(\text{moderado}) (70) = (80-70)/20 = 10/20 = 0.5$$

➤ **No es solidario**

Se toma el valor de 30 para el síntoma de no es solitario que está dentro del rango de pertenencia del conjunto difuso.

Leve (X)	0	Si $x \leq 20$
	$(x-20)/20$	Si $20 < x \leq 40$
	$(60-x)/20$	Si $40 < x \leq 60$
	0	Si $x > 60$

$$\mu(\text{leve}) (30) = (40-30)/20 = 10/20 = 0.5$$

Ahora utilizamos la función Centros Promediados:

Se siente bien estando solo * $\mu(\text{leve})$ + no tiene menos de tres amigos * $\mu(\text{leve})$ + no tiene más de tres amigos * $\mu(\text{moderado})$ + no presenta problemas de comportamiento * $\mu(\text{leve})$ + tiene problemas de autoestima * $\mu(\text{moderado})$ + no es callado en clases * $\mu(\text{leve})$ + no le gusta formar grupos en clases * $\mu(\text{moderado})$ + no es ordenado * $\mu(\text{moderado})$ + no es optimista * $\mu(\text{moderado})$ + no es solidario * $\mu(\text{leve})$

$$\mu(\text{leve}) + \mu(\text{leve}) + \mu(\text{moderado}) + \mu(\text{leve}) + \mu(\text{moderado}) + \mu(\text{leve}) + \mu(\text{moderado}) + \mu(\text{moderado}) + \mu(\text{moderado}) + \mu(\text{leve})$$

$$y = \frac{30 * 0.5 + 35 * 0.25 + 75 * 0.25 + 35 * 0.25 + 78 * 0.1 + 35 * 0.25 + 78 * 0.1 + 70 * 0.5 + 70 * 0.5 + 30 * 0.5}{0.5 + 0.25 + 0.25 + 0.25 + 0.1 + 0.25 + 0.1 + 0.5 + 0.5 + 0.5}$$

$$y = \frac{160.6}{3.2} = 50,19$$

Por lo tanto se concluye que el diagnóstico de la personalidad de un paciente es de 50.19, que interpreta el tipo de personalidad mayor moderado, lo cual corrobora el experto humano.

3.3.3.9. MOTOR DE INFERENCIA

El motor de inferencia consiste en la selección de los operadores matemáticos que debe emplear para los distintos cálculos internos y establecer el conjunto de inferencia. Cada una de las variables de entrada (posibles causas y síntomas) y la salida (resultado del diagnóstico) tiene una interpretación dentro del sistema de lógica difusa en la forma de variables

lingüísticas, en este caso están representadas junto con las variables para representar los criterios de clasificación para determinar el diagnóstico.

Una variable lingüística tiene entre otras cosas, una colección de atributos que pueden adquirir las variables y cada uno de estos representado por un conjunto difuso.

En este proceso extraemos las conclusiones de la base de conocimientos, según el método de solución de problema que emite el procedimiento del experto para solucionar problemas, la conclusión a la que se llega se produce mediante la aplicación de las reglas anteriormente definidas mediante los hechos planteados en la base de conocimientos.

Para ejemplificar a través de reglas de inferencia, se formalizara el conocimiento de la lógica proposicional y de esta forma mostrar cómo se puede inferir en conocimiento y se mostrara algunas de sus reglas.

3.3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO

La implementación del prototipo desarrollado nos permite experimentar y evaluar el trabajo propuesto, el mismo presenta una interfaz gráfica amigable para el usuario y una capacidad de inferencia gracias al Lenguaje de programación en **SWI PROLOG**, que es de lenguaje de Alto nivel basado en la Lógica Formal. A diferencia de los lenguajes de programación tradicionales que se basan en la realización de secuencias de comandos, Prolog se basa en definir y luego resolver fórmulas lógicas. Prolog es a veces llamado un lenguaje declarativo o un lenguaje basado en reglas, porque sus programas consisten en una lista de hechos y reglas. Prolog se usa ampliamente para aplicaciones de inteligencia artificial, en particular de los sistemas expertos.

Una vez esté terminada la programación del prototipo, para su ejecución es necesario contar con el instalador de SWI PROLOG que está instalado en la computadora. A continuación se muestra cada una de las pantallas del sistema experto para el detectar tipos de personalidad de acuerdo a la edad biológica.

Se comienza por la pantalla principal, esta cuenta con las pestañas de archivos de Consulta y Ayuda e información del sistema experto.



Figura 3.14. Pantalla Principal del Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia

Esta es la pantalla principal del sistema experto donde podemos observar las pestañas en la parte superior de la ventana, cada una de las pestañas tiene una función distinta.



Figura 3.15. Pestaña de Iniciar el Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia

En esta pantalla podremos hacer la selección del rango de edades que deseamos para hacer el test.

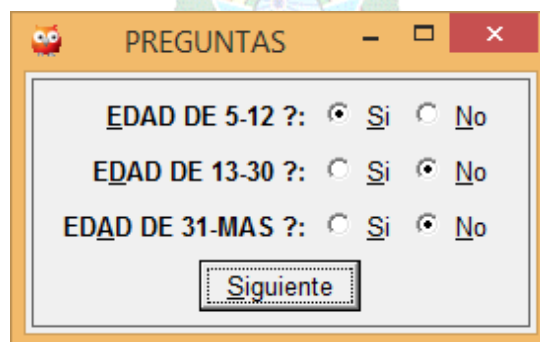




Figura 3. 16. Pantalla del primer menú del Sistema Experto
Fuente: Elaboración Propia

En la pantalla vemos que nos despliega el test para ser realizado en los niños.

 PREGUNTAS PARA TEST DE NIÑEZ



Se siente bien estando solo ? : Si No

Tiene menos de 3 amigos en clase? : Si No

Tiene mas de 3 amigos en clase? : Si No

Presenta problemas de comportamiento: Si No

Tiene problemas de autoestima ? : Si No

Es callado en clase ? : Si No

Le gusta formar grupos en clase ? : Si No

Es ordenado ? : Si No

Es optimista? : Si No

Es solidario con sus compañeros ? : Si No

Figura 3.17. Test en niños
Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.1. PRUEBA O TESTEO

Una vez finalizado, construido y programado el sistema experto se realizan las respectivas pruebas de funcionamiento, se muestran capturas de pantallas de ejecución del sistema, demostrando como se introducen los datos de entrada, la secuencia de preguntas que se utilizan para realizar el diagnóstico de la personalidad, como es la de un niño con personalidad Extrovertida de tipo alegre.

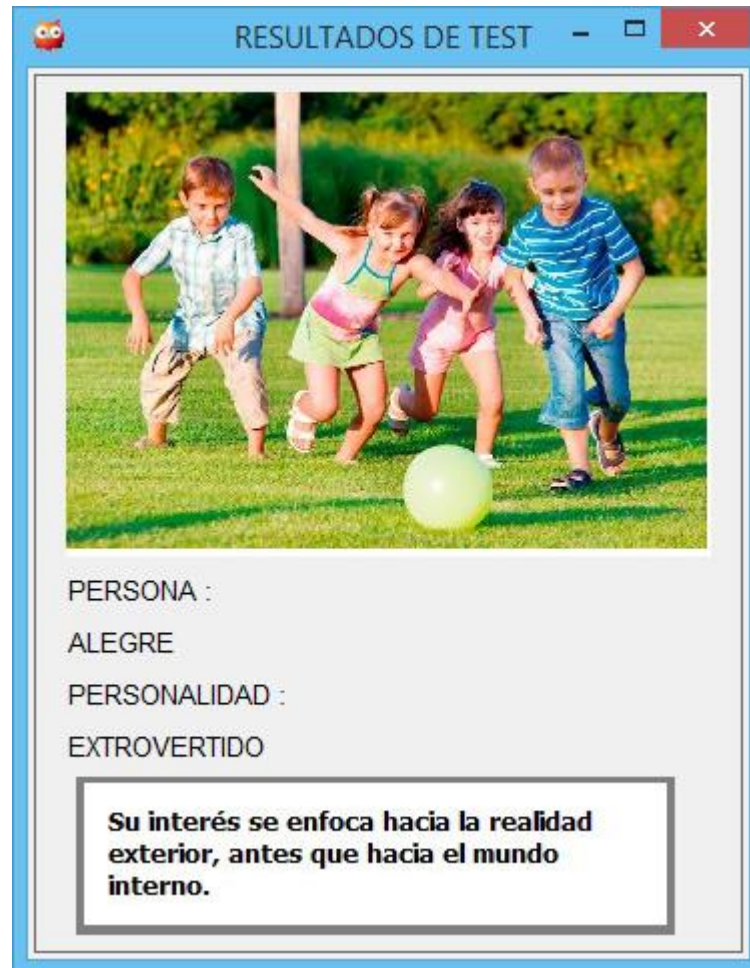


Figura 3.18. Resultado del Test
Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS

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

4.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos se tomaron muestras del experto que realizo 17 evaluaciones, estas muestras se contrasto con el sistema experto obteniendo los siguientes resultados.

4.2.1. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN A CONSIDERAR

Para determinar el tamaño de la muestra poblacional se tomó la proporción de varias personas de diferentes edades.

4.2.2. ANALISIS DE DATOS

Para realizar la demostración de la hipótesis, consideremos la hipótesis planteada:

H: “El uso de la Lógica Difusa, permite que el Sistema Experto diagnostique los tipos de personalidades de acuerdo a su edad biológica con una confiabilidad mayor al 90 %”

4.2.3. EVALUACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

Para evaluar la variable dependiente se utiliza la prueba “T” Student, que es una distribución muestral o poblacional de la diferencia de las medias. La distribución se identifica por el grado de libertad que constituye el número de valores elegidos libremente.

Estos grados de libertad indican que valor a esperar, en función al tamaño de los grupos que se comparan.

4.2.4. SUJETO DE ESTUDIO

El sujeto de estudio en nuestro caso serán personas de distintas edades (niños, jóvenes y adultos) que asisten a los centros culturales de la Fundación Ichurri de la zona Achachicala donde acuden los vecinos a realizar diferentes actividades. Se tomó una cantidad de 30 personas de distintas edades, con las siguientes características:

- a. Niños que acuden a los diversos sectores de esparcimiento de centro.
- b. Jóvenes que acuden a los diversos cursos que ofrece el centro.
- c. Adultos que acuden para realizar diferentes cursos.

El estudio se realizará evaluando y calificando el comportamiento de las personas.

- a) El primer grupo de personas fueron evaluadas y diagnosticadas con el sistema experto basado en lógica difusa, de manera eficiente.
- b) El segundo grupo fue evaluado y diagnosticado con el método tradicional experto (Psicólogo).
- c) El tercer grupo fue evaluado de forma mixta tanto por el experto (Psicólogo) como el Sistema Experto

4.2.5. PRUEBA DE T DE STUDENT

En estadística, una prueba t-Student, o Test-T, es cualquier prueba en la que el estadístico utilizado tiene una distribución t de Student si la hipótesis nula es cierta. Se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestral es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real. Es utilizado en análisis discriminante.

4.2.6. HISTORIA

El estadístico t fue introducido por William Sealy Gosset en 1908, un químico que trabajaba para la cervecera Guinness de Dublín. Student era su seudónimo de escritor. Gosset había

sido contratado gracias a la política de Claude Guinness para la reclamación de los mejores graduados de Oxford y Cambridge, y con el objetivo de aplicar los nuevos avances en bioquímica y estadística al proceso industrial de Guinness. Gosset desarrolló el test t como una forma sencilla de monitorizar la calidad de la famosa cerveza stout. Publicó su test en la revista inglesa Biometrika en el año 1908, pero fue forzado a utilizar un seudónimo por su empleador, para mantener en secreto los procesos industriales que se estaban utilizando en la producción. Aunque de hecho, la identidad de Gosset era conocida por varios de sus compañeros estadísticos.

4.2.7. USOS

Entre los usos más frecuentes de las pruebas t se encuentran:

- El test de locación de muestra única por el cual se comprueba si la media de una población distribuida normalmente tiene un valor especificado en una hipótesis nula.
- El test de locación para dos muestras, por el cual se comprueba si las medias de dos poblaciones distribuidas en forma normal son iguales. Todos estos test son usualmente llamados test t de Student, a pesar de que estrictamente hablando, tal nombre sólo debería ser utilizado si las varianzas de las dos poblaciones estudiadas pueden ser asumidas como iguales; la forma de los ensayos que se utilizan cuando esta asunción se deja de lado suelen ser llamados a veces como Prueba t de Welch. Estas pruebas suelen ser comúnmente nombradas como pruebas t desapareadas o de muestras independientes, debido a que tienen su aplicación más típica cuando las unidades estadísticas que definen a ambas muestras que están siendo comparadas no se superponen.
- El test de hipótesis nula por el cual se demuestra que la diferencia entre dos respuestas medidas en las mismas unidades estadísticas es cero. Por ejemplo, supóngase que se mide el tamaño del tumor de un paciente con cáncer. Si el tratamiento resulta efectivo, lo esperable sería que el tumor de muchos pacientes disminuyera de tamaño luego de seguir el tratamiento. Esto con frecuencia es referido como prueba t de mediciones apareadas o repetidas.

4.2.8. PRUEBAS T PARA DOS MUESTRAS APAREADAS Y DESAPAREADAS

Desapareada

Las pruebas t desapareadas o de muestras independientes, se utilizan cuando se obtienen dos grupos de muestras aleatorias, independientes e idénticamente distribuidas a partir de las dos poblaciones a ser comparadas. Por ejemplo, supóngase que estamos evaluando el efecto de un tratamiento médico, y reclutamos a 100 sujetos para el estudio. Luego elegimos aleatoriamente 50 sujetos para el grupo en tratamiento y 50 sujetos para el grupo de control. En este caso, obtenemos dos muestras independientes y podríamos utilizar la forma desapareada de la prueba t . La elección aleatoria no es esencial en este caso, si contactamos a 100 personas por teléfono y obtenemos la edad y género de cada una, y luego se utiliza una prueba t bimuestral para ver en que forma la media de edades difiere por género, esto también sería una prueba t de muestras independientes, a pesar de que los datos son observacionales.

Apareada

Las pruebas t de muestras dependientes o apareadas, consisten típicamente en una muestra de pares de valores con similares unidades estadísticas, o un grupo de unidades que han sido evaluadas en dos ocasiones diferentes (una prueba t de mediciones repetitivas). Un ejemplo típico de prueba t para mediciones repetitivas sería por ejemplo que los sujetos sean evaluados antes y después de un tratamiento.

Una prueba t basada en la coincidencia de pares muestrales se obtiene de una muestra desapareada que luego es utilizada para formar una muestra apareada, utilizando para ello variables adicionales que fueron medidas conjuntamente con la variable de interés.

La valoración de la coincidencia se lleva a cabo mediante la identificación de pares de valores que consisten en una observación de cada una de las dos muestras, donde las observaciones del par son similares en términos de otras variables medidas. Este enfoque se utiliza a menudo en los estudios observacionales para reducir o eliminar los efectos de los factores de confusión.

Esta prueba se utiliza solamente cuando:

- los dos tamaños muestrales (esto es, el número, n, de participantes en cada grupo) son iguales;
- se puede asumir que las dos distribuciones poseen la misma varianza.

Las violaciones a estos presupuestos se discuten más abajo.

El estadístico **t** a probar si las medias son diferentes se puede calcular como sigue:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_1x_2} * \sqrt{\frac{2}{n}}}$$

Dónde:

$$S_{x_1x_2} = \sqrt{\frac{1}{2} (S^2_{x_1} + S^2_{x_2})}$$

Aquí $S_{x_1x_2}$ es la desviación estándar combinada, 1 = grupo uno, 2 = grupo 2. El denominador de **t** es el error estándar de la diferencia entre las dos medias.

Por prueba de significancia, los grados de libertad de esta prueba se obtienen como $2n - 2$ donde n es el número de participantes en cada grupo.

Diferentes tamaños muestrales, iguales varianzas.

Esta prueba se puede utilizar únicamente si se puede asumir que las dos distribuciones poseen la misma varianza. (Cuando este presupuesto se viola, mirar más abajo). El estadístico t si las medias son diferentes puede ser calculado como sigue:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_1x_2} * \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Dónde:

$$S_{x_1x_2} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S^2_{x_1} + (n_2 - 1)S^2_{x_2}}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Nótese que las fórmulas de arriba, son generalizaciones del caso que se da cuando ambas muestras poseen igual tamaño (sustituyendo n por n1 y n2).

$S_{x_1x_2}$ es un estimador de la desviación estándar común de ambas muestras: esto se define así para que su cuadrado sea un estimador sin sesgo de la varianza común sea o no la media iguales. En esta fórmula, n = número de participantes, 1 = grupo uno, 2 = grupo dos. n - 1 es el número de grados de libertad para cada grupo, y el tamaño muestral total menos dos (esto es, n1 + n2 - 2) es el número de grados de libertad utilizados para la prueba de significancia.

4.2.9. TAMAÑO DE LA MUESTRA

La estimación del tamaño de la muestra se utilizó las siguientes relaciones estadísticas:

Tamaño transitorio de la muestra:

$$n = \frac{S^2}{v^2}$$

Tamaño óptimo de la muestra:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$$

Dónde:

N= tamaño de la población.

S^2 =Varianza de la población.

v^2 = Desviación o error estándar: 0.05

Para hallar la varianza de la muestra en términos de la probabilidad y la varianza de la población en función a la desviación estándar, tenemos:

$$S^2 = p(1 - p) = 0.05(1 - 0.05) = 0.0475$$

$$v^2 = \sigma^2 = 0.05^2 = 0.0025$$

Reemplazamos el valor de la varianza en la primera ecuación, así tenemos:

$$n = \frac{S^2}{v^2} = \frac{0.0475}{0.0025} = 19$$

Tamaño óptimo de la muestra:

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = \frac{19}{1 + \frac{19}{100}} = 15.97 \approx 16$$

Por lo tanto el tamaño de muestra optimo es n=16, con lo que realizaremos nuestra investigación de tipos de personalidad.

4.2.10. DESCRIPCION DEL PROCESO

Para la descripción del proceso de experimentación a los clientes la forma de evaluar fueron:

- Evaluación y calificación de forma individual preliminar.
- Evaluación y calificación de forma final.

Para la elaboración de las tablas de evaluación y diagnóstico se procedió a asignar los puntajes de los tipos de personalidad.

N° de Muestra	Diagnóstico del Experto Humano	Diagnóstico del Sistema Experto
1	Personalidad Introversa	Persona Introversa y emocionalmente inestable
2	Personalidad Introversa y emocionalmente inestable	Persona Introversa y emocionalmente inestable
3	Personalidad Introversa y emocionalmente inestable	Persona Introversa y emocionalmente inestable
4	Personalidad extroversa, agresiva	Persona extroversa, agresiva y emocionalmente inestable.
5	Personalidad extroversa que presenta poca timidez.	Persona extroversa que presenta poca timidez.
6	Personalidad altamente introversa con gran posibilidad de vejez sola.	Persona altamente introversa con gran posibilidad de vejez sola.

7	Personalidad Introversa y emocionalmente inestable	Persona Introversa y emocionalmente inestable
8	Personalidad extroversa con posibilidad de pasar su vejez en comunión.	Persona extroversa con posibilidad de pasar su vejez en comunión.
9	Personalidad Extroversa y emocionalmente estable	Personalidad Extroversa alegre y emocionalmente estable
10	Personalidad extroversa, agresiva y emocionalmente inestable.	Personalidad extroversa, agresiva y emocionalmente inestable.
11	Personalidad altamente inestables	Personalidad altamente inestables y suicidas
12	Personalidad extroversa que presentan poca timidez.	Personalidad extroversa que presentan poca timidez.
13	Personalidad altamente introversa con gran posibilidad de vejez sola.	Personalidad altamente introversa con gran posibilidad de vejez sola.
14	Personalidad extroversa con posibilidad de pasar su vejez en comunión.	Personalidad extroversa con posibilidad de pasar su vejez en comunión.

15	Personalidad Extrovertida alegre y emocionalmente estable	Personalidad Extrovertida alegre y emocionalmente estable
16	Personalidad extrovertida, agresiva y emocionalmente inestable.	Personalidad extrovertida, agresiva y emocionalmente inestable.

Tabla 4. 1 Evaluación y Diagnostico de Personalidad.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.11. DEMOSTRACION DE LA HIPOTESIS

Queremos comprobar un nivel de confianza de al menos del 95%, según Rufino Moya y Gregorio Saravia tenemos:

μ_0 = Hipótesis nula.

μ_1 = Hipótesis alternativa.

- $\mu_0 < 95$ y $\mu_1 \geq 95$
- $\alpha = 0.05$ que representa el nivel de significación

N° de Muestra	Tipo de Personalidad	X	Diagnóstico del Sistema Experto
1	Persona Introversa y emocionalmente inestable	4	104
2	Persona extroversa, agresiva y emocionalmente inestable.	3	54
3	Persona extroversa que presenta poca timidez.	1	18
4	Persona altamente introversa con gran posibilidad de vejez sola.	2	28
5	Persona extroversa con posibilidad de pasar su vejez en comunión.	2	28

6	Personalidad Extrovertida alegre y emocionalmente estable	2	44
7	Personalidad altamente inestables y suicidas	1	18
8	Personas extrovertidas que presentan poca timidez.	1	25
	Total		580
		PROMEDIO	36.25

Tabla 4. 2. Evaluación de Personalidad mediante Sistema Experto.
Elaboración: Fuente Propia.

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{580}{16} = 36.25$$

N° de Muestra	Tipo de Personalidad	X	Diagnóstico del Sistema Humano
1	Persona Introversa	2	50
2	Persona extrovertida, agresiva y emocionalmente inestable.	1	17
3	Persona extrovertida que presenta poca timidez.	1	17
4	Persona extrovertida con posibilidad de pasar su vejez en comunión.	2	26
5	Personalidad Extrovertida alegre y emocionalmente estable	5	110

6	Personalidad altamente inestables y suicidas	1	17
7	Personas extrovertidas que presentan poca timidez.	4	100
		TOTAL	337
		PROMEDIO	21.06

Tabla 4. 3 Evaluación mediante Experto Humano.
Fuente: Elaboración Propia.

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{337}{16} = 21.06$$

Para evaluar muestras pequeñas empleamos la técnica t - Student expresada por la siguiente relación estadística.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2) - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

Dónde:

\bar{x}_1 = es la media del grupo del Sistema Experto.

\bar{x}_2 = es la media del grupo del Experto Humano.

s_1^2 = Es la desviación estándar del primer grupo.

s_2^2 = Es la desviación estándar del primer grupo.

n_1 = Tamaño del primer grupo

n_2 = Tamaño del segundo grupo

Los grados de libertad están dados por la siguiente expresión estadística.

$$GL = (n_1 + n_2) - 2$$

La desviación estándar está dada por:

$$s_1^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x}_1)^2}{n - 1}$$

$$s_1^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x}_1)^2}{n - 1} = 28.76$$

$$s_2^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x}_2)^2}{n - 1}$$

$$s_2^2 = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x}_2)^2}{n - 1} = 40.66$$

Finalmente reemplazando valores se tiene:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{(n_1 + n_2) - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t = \frac{15.19}{\sqrt{\frac{(16-1)28.76+(16-1)40.66}{(16+16)-2} \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{16}\right)}} = 5.14$$

Para los grados de libertad se tiene:

$$gl = (n_1 + n_2) - 2 = 16 + 16 - 2 = 30$$

Con los G.L. = 23 y $\alpha = 0.05$ que representa el nivel de significación buscamos en la tabla de t-student que nos da un valor de 2.0423.

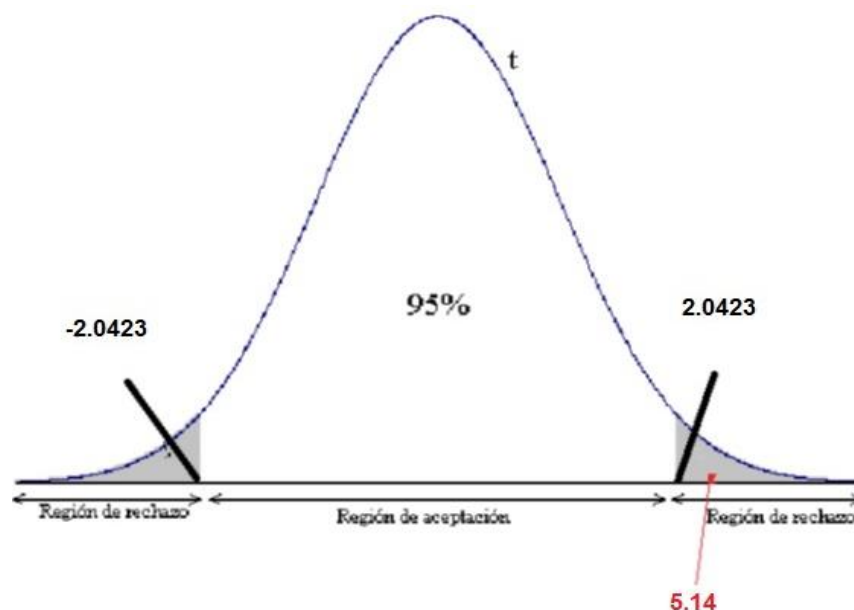


Figura 4. 1. Región de Aceptación y Rechazo t – Student.
Fuente: Elaboración Propia.

Y como $t=5.14$ no pertenece a la región de aceptación

Se descarta la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa; es decir el sistema tiene un nivel de confianza de al menos del 95%.

Con estos resultados se puede concluir que el sistema experto de diagnóstico y tratamiento de trastornos de la personalidad es aceptable, por lo tanto queda demostrada la hipótesis.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

A la conclusión del presente trabajo se logró alcanzar el objetivo general planteado en este trabajo de investigación, mediante la construcción del prototipo de un sistema experto que pueda realizar un diagnóstico temprano del tipo de personalidad del paciente de acuerdo a la edad biológica que presenta el mismo, y de esta manera se pueda ayudar al Experto Psicólogo a llegar a una conclusión acerca de la situación del paciente, además de ayudar a personas que viven en áreas rurales donde es más complicado o no existe la presencia de expertos Psicólogos bien capacitados, y también porque en muchos casos no se puede pagar una consulta externa.

Se diseñó la base de conocimiento, que abarca un 60% del conocimiento y experiencia del experto, esto hace que el sistema sea confiable. La base de conocimiento está construida en base a reglas, se trata de representar el conocimiento mediante reglas de producción, puesto que ofrecen una gran facilidad para la creación y la modificación de la base de conocimiento.

Se ha logrado implementar un motor de inferencia que durante una consulta realizada, tenga la suficiente capacidad de que la máquina de inferencias examine las reglas de la base del conocimiento una por una, y cuando se cumple la condición de la regla, se pueda realizar la acción especificada emulando el razonamiento del experto humano en nuestro caso el Experto Psicólogo.

Se pudo concluir que un sistema experto basado en la lógica difusa está mayormente consagrado en la intuición de la persona que la diseña más que en la precisión y el rigor matemático. Debido a esto, los controladores con lógica difusa pueden ser más sencillos, económicos y flexibles que los tradicionales, acomodándose de gran manera a los sistemas de diagnóstico.

5.2. RECOMENDACIONES

En muchas ocasiones, son los familiares o personas allegadas las que buscan en internet información sobre el comportamiento desconcertante de sus seres queridos, a veces con alguna idea y en otras ocasiones empezando desde cero. Este sentimiento de desconcierto es mucho mayor cuando el interesado ha acudido ya a algún profesional no especializado en tipos de personalidad, y se ha iniciado un proceso de peregrinación por el que se acude a numerosos psicólogos y psiquiatras sin que puedan darnos un diagnóstico acertado.

A veces, los pacientes acuden al profesional especializado bastante desconcertados y con poca confianza en psicólogos y psiquiatras, algo que dificulta bastante, las terapias pero que puede combatirse al tener en la mano una herramienta de diagnóstico temprano de la Personalidad. Un ejemplo claro es que las personas que tienen personalidad introvertida extrema serán muy difíciles de diagnosticar porque son personas desconfiadas inseguras que no se pueden comunicar sus sentimientos con facilidad con sus seres queridos ni con expertos psicólogos, teniendo en mano una herramienta con la que pueda interactuar sin presencia de nadie le sería más sencillo mostrar sus síntomas al sistema experto y esté dándole a conocer el tipo de personalidad que tiene y el diagnóstico o los consejos necesarios para que pueda buscar un experto real.

De acuerdo a lo vertido se recomienda tener una herramienta de este tipo instalado en cada una de los ordenadores que pueda haber en casa, colegios centros de formación y otros.

Se recomienda la utilización de este sistema experto en lugares donde no se cuenta con especialistas psicólogos A demás de ampliar más allá de la lógica difusa, utilizando otras herramientas de inteligencia artificial como redes neuronales que afrontan este tipo de problemas de diagnóstico mediante modelos conexionistas.

Se recomienda para trabajos futuros utilizar otras herramientas para la creación del prototipo, integrar un motor de CLIPS completamente funcional en Python, y para dar a los desarrolladores una interfaz más amigable en Python conforme a CLIPS.

BIBLIOGRAFÍA

- Balzer W. (1997) Como hacer teorías, texto divulgativo en el que se explican los diferentes procesos que conducen a la formulación de una teoría. Madrid: Editorial Alianza.
- Amador Hidalgo Luis (1996) El desarrollo Lógico de los Sistemas Expertos que forman parte de la Inteligencia Artificial. Argentina: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cordova.
- Chambi Callisaya Maribel Juana (2014) Sistema experto para el diagnóstico de cáncer de tiroideo basada en redes neuronales. Tesis de la carrera de Informática (T.2873), disponible en la biblioteca de la carrera de Informática UMSA.
- Moya Rufino (2004) Probabilidad y Estadística 7ma. Ed. Editorial América Lima-Perú.
- 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.
- Enríquez Salinas Alfredo Jorge (2012) Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Diarreicas Agudas en niños Menores de 5 años Basado en Lógica Difusa (T.2364) disponible en la biblioteca de la carrera de Informática UMSA.
- Gómez Bravo Juan (2014) Sistema Experto Para el Diagnóstico y Tratamiento de Trastornos de la Personalidad (T.2864) disponible en la biblioteca de la carrera de Informática UMSA.
- 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.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150724_tipos_personalidad_jung_finde_jm
- <http://rumbos.viapais.com.ar/2017/06/22/los-ocho-tipos-de-personalidad-segun-carl-jung/>

- <http://www.humanmetrics.com/personalidad/test>
- <http://jesusgonzalezfonseca.blogspot.com/2010/12/la-introversion-y-la-extroversion-segun.html>
- <https://www.google.com.pe/search?q=prolog&cad=h>
https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_experto



ANEXOS

esrespuesta('si').

esrespuesta('no').

espregunta('Tiene mas de 3 amigos en clase?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Es optimista?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Presenta problemas de comportamiento',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Es solidario con sus compañeros ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('tiene problema con la depresion?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('a formado alguna familia?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('tiene algun vicio?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('tuvo una vida ajitada?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('su situacion economica es favorable?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('toma medicamentos?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('sufre de algun complejo de la sociedad?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('tiene autestima baja?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('es impulsivo?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('presenta algun vicio?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('le gusta trabajar en grupos?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('tiene independencia familiar?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('se siente bien estando solo ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Tiene problemas de autoestima ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Es callado en clase ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Tiene menos de 3 amigos en clase?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('le gusta formar grupos en clase ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('Es ordenado ?',X):-esrespuesta(X).

%PRINCIPAL-----pregunts de inicio

espregunta('EDAD DE 5-12 ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('EDAD DE 13-30 ?',X):-esrespuesta(X).

espregunta('EDAD DE 31-MAS ?',X):-esrespuesta(X).

```

main:-
new(D,dialog('TEST PSICOLOGICO')), % TITULO
send(D,size,size(560,400)), %% TAMAÑO
send(D,colour,colour(red)),
send(D, append, new(Menu, menu_bar)), %% MENU BAR
send(Menu, append, new(Iniciar, popup(consultar))), % acaaa agrego al meu
send(Menu, append, new(Ayuda, popup(ayuda))), % acaaa agrego al meu
send_list(Iniciar, append,
[ menu_item(iniciar, message(@prolog,pp)) % prolog
]), % aca llamo al menu item
send_list(Ayuda, append,
[ menu_item(autores, message(@display, inform, 'Dominguez honorio Emerson ,Esquivel Saldaña
Giancarlo'))]),
mostrar('C:/pl/imagen_principal.jpg',D,Menu),
send(D,open,point(200,200)).
alt.
%qsave_program('C:/pl/ejecutable.exe', [stand_alone(true), goal(main)]).
mostrar(V,D,M):- new(I, image(V)),
new(B, bitmap(I)),
new(F2, figure),
send(F2, display, B),
new(D1, device),
send(D1, display, F2),
send(D, display, D1),
send(D1,below(M)).
%-----
%% aca llamo despuesde la vetana
%-----

```

```
pp:-new(D,dialog('PREGUNTAS')),
new(Pre1,menu('EDAD DE 5-12 ?')),
send_list(Pre1,append,[si , no]),
new(Pre2,menu('EDAD DE 13-30 ?')),
send_list(Pre2,append,[si,no]),
new(Pre3,menu('EDAD DE 31-MAS ?')),
send_list(Pre3,append,[si,no]),
send(D,append(Pre1)),
send(D,append,Pre2),
send(D,append,Pre3),

new(B,button(siguiete,and(message(@prolog,principal,Pre1?selection,Pre2?selection,Pre3?selectio
n),message(D,destroy))))),

send(D,append,B),

send(D,default_button,siguiete),

send(D,open,point(350,350)).
```

DOCUMENTOS