



Universidad  
**Inca Garcilaso de la Vega**  
Nuevos Tiempos. Nuevas Ideas

Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones

**Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el  
Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz**

Tesis para optar el título de Ingeniero de Sistemas y Computo

Presentado por:

**Harold Anderson Chacaltana La Rosa**

Asesor

MSc. Daniel Yucra Sotomayor

Lima - Perú  
Septiembre 2017

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación y la formación de mi carrera profesional a mis padres que me han dado la vida y la fortaleza para continuar con mi batalla de seguir adelante en la formación de mi carrera.

## Agradecimientos

Al profesor Daniel Yucra Sotomayor, por su orientación, dedicación, consejos y revisiones del presente trabajo.

A todos mis maestros que mediante todos sus conocimientos me hicieron crecer profesionalmente y no menos importante, el apoyo y animosidad de mi familia y amigos quienes hicieron que hoy todo esto sea posible.

## INDICE

<b>INDICE.....</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>14</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCION .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
1.1.ANTECEDENTES .....	19
1.2.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	26
1.3.DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	31
1.4.OBJETIVOS.....	31
1.4.1.Objetivo General .....	31
1.4.2.Objetivo Específicos .....	31
1.5.JUSTIFICACIÓN.....	31
1.5.1.Definiciones .....	32
1.5.1.1.Definición de Sistema Experto.....	32
1.5.1.2.Definición de Expertos Humanos.....	32
1.5.1.3.Diferencias entre un Experto y un no Experto Humano .....	32
1.5.1.4.Diferencias entre un Sistema Experto y un Experto Humano .....	33
1.5.1.5.Diferencias entre un Sistema Experto y un Programa Tradicional.....	33
1.5.2.Importancia .....	33
1.5.3.Beneficios y Ventajas.....	34
1.5.4.Formas en que los Usuarios Interactúan con los Sistemas Expertos .....	34
1.6.ALCANCE.....	35
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>36</b>
2.1.DEFINICIÓN DE CONOCIMIENTOS .....	36
2.1.1.Lógica Proposicional.....	37
2.1.2.Lógica de Predicados .....	37
2.1.3.Reglas de Producción.....	38

2.1.4.Redes Asociativas .....	38
2.1.5.Estructuras Frame.....	38
2.1.6.Representación Orientada a Objetos .....	39
2.2.SISTEMAS EXPERTOS .....	39
2.2.1.Introducción .....	40
2.2.2.Motor de Inferencia o Estructura de Control.....	40
2.2.3.Base de Conocimientos .....	41
2.2.4.Base de Hechos .....	41
2.2.5.La Interface de Usuario o Sistema de Consola.....	41
2.2.6.Módulo de Explicación o Modulo de Justificación o Subsistema de Explicación .....	41
2.2.7.Módulo de Adquisición del Conocimiento o Adquisición de Conocimiento .....	41
2.3.TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS .....	42
2.3.1.Por la Forma de Almacenar el Conocimiento [9].....	42
2.3.2.Por la Naturaleza de Hacer las Cosas [8] .....	43
2.3.3.Por la Interacción del Usuario .....	43
2.3.4.Por la Variabilidad Temporal del Conocimiento.....	43
2.3.5.Por la Limitación de Tiempo para Tomar Decisiones .....	43
2.3.6.Por la Naturaleza del Conocimiento Almacenado.....	43
2.3.7.Por la Certeza de la Información.....	43
2.4.ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EXPERTO .....	44
2.5.REQUERIMIENTOS PARA UN SISTEMA EXPERTO.....	45
2.5.1.El Experto.....	46
2.5.2.El Ingeniero del Conocimiento .....	46
2.5.3.El Usuario.....	46
2.5.4.Construcción de las Partes Principales de un SE.....	47
2.5.4.1.Base de Conocimiento.....	47
2.5.4.2.Motor de Inferencia.....	47
2.5.4.3.Método de Encadenamiento hacia Adelante .....	47
2.5.4.4.Método de Encadenamiento hacia Atrás .....	47
2.5.4.5.Método de Reglas de Producción .....	47
2.6.INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	48

2.6.1.Concepto de Inteligencia Artificial .....	48
2.6.2.Características Esenciales de la Inteligencia Artificial (IA).....	49
2.7.CAMPOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	50
2.7.1.Simulación Sensorial.....	50
2.7.2.Robótica.....	50
2.7.3.Lenguajes Naturales .....	50
2.7.4.SE, Sistemas Basados en Conocimientos o Sistemas con Base en Conocimientos.....	50
2.7.4.1.Redes Neuronales.....	50
2.7.4.2.Algoritmos Genéticos.....	51
2.8.TOMA DE DECISIONES .....	51
2.9.SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS .....	52
2.10.ESTRUCTURAS DE SISTEMAS EN REGLAS .....	52
2.11.COMMONKADS .....	52
2.12.LÓGICA DIFUSA .....	53
<b>CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>55</b>
3.1.MÉTODO DE DESARROLLO DE SISTEMAS EXPERTOS.....	55
3.2.METODOLOGÍAS DE PROTOTIPOS .....	55
3.2.1.Metodologías Orientada a Objetos .....	56
3.2.2.Metodología Muestreo de Markov .....	57
3.2.3.Metodología Weiss y Kulikowski .....	58
3.2.4.Metodología Grover .....	59
3.2.5.Metodología Buchanan .....	60
3.2.6.Metodología Ideal .....	62
3.2.7.Metodología CommonKADS.....	63
3.2.7.1.Modelo de Organización .....	65
3.2.7.2.Modelo de Tareas .....	66
3.2.7.3.Modelo Agente .....	67
3.2.7.4.Modelo de Conocimiento .....	68
3.2.7.5.Modelo de Comunicación.....	69
3.2.7.6.Modelo de Diseño .....	70

3.3.TAXONOMÍA DE LOS SISTEMAS EXPERTOS .....	70
3.3.1.Según su conocimiento .....	70
3.3.1.1.Sistemas Expertos Basados en Reglas.....	70
3.3.1.2.Reglas de Inferencia .....	71
3.3.1.3.Sistemas Expertos Basados en Probabilidad .....	72
3.3.1.4.Redes Bayesianas .....	72
3.3.1.5.Clasificador de Redes Bayesianas .....	73
3.3.1.6.Teorema de Bayes .....	73
3.3.1.7.Medición de Calidad .....	74
3.3.1.8.Propagación de Evidencia .....	74
3.3.2.Según su Funcionalidad .....	74
3.3.2.1.Interpretación.....	74
3.3.2.2.Predicción.....	74
3.3.2.3.Diagnóstico.....	75
3.3.2.4.Diseño.....	75
3.3.2.5.Planificación.....	75
3.3.2.6.Monitoreo.....	75
3.3.2.7.Depuración.....	75
3.3.2.8.Reparación.....	75
3.3.2.9.Instrucción.....	75
3.3.2.10.Control.....	75
3.4.LENGUAJES UTILIZADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SE .....	76
3.4.1.LISP .....	76
3.4.1.1.Componentes de un Sistema LISP. [14] .....	77
3.4.2.CLIPS .....	77
3.4.3.ProLog .....	77
3.4.4.Smalltalk .....	77
3.4.5.C Y C ++.....	78
3.5.HERRAMIENTAS .....	78
3.5.1.Gold Works II .....	78

3.5.2.ART .....	78
3.5.3.Loops.....	79
3.5.4.KEE.....	79
3.5.5.HUMBLE.....	79
3.5.6.EMYCIN.....	79
3.6.EVALUACIÓN COMPARATIVA ENTRE LAS HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS.....	80
3.6.1.Indicadores.....	80
3.6.2.Cuadro de Valores de Indicadores de Metodología .....	82
3.6.3.Tabla Comparativa de Metodologías .....	83
3.7.APLICACIONES.....	84
3.7.1.Agricultura.....	84
3.7.2.Educación [8] .....	85
3.7.3.Medicina [27] .....	85
3.7.4.Gestión Ambiental .....	85
3.7.5.Contabilidad [18] .....	85
3.7.6.Planificación Financiera e Industria de los Servicios Financieros .....	85
3.7.7.Auditoria.....	86
3.7.8.Militar.....	86
3.7.9.Industria [40].....	86
3.7.10.Electrónica, Informática y Telecomunicaciones .....	87
3.7.11.Robótica.....	87
3.7.12.Aeronáutica .....	87
3.8.APLICATIVOS.....	88
3.8.1.DENDRAL.....	88
3.8.2.MYCIN.....	88
3.8.3.XCON.....	89
3.8.4.SINAC.....	89
3.8.5.MAGERIT.....	90
3.8.6.RICE-CROP DOCTOR .....	90
3.8.7.AGREX.....	90

3.8.8.DSS4AG.....	90
3.8.9.CADET.....	90
3.8.10.RISK ADVISOR .....	91
3.8.11.ARISC (AUDITOR RESPONSE TO IDENTIFIED SYSTEM CONTROLS).....	91
3.8.12.INVENTORY EXPERT SYSTEM.....	91
3.8.13.DIAVAL.....	91
3.8.14.ACE (AUTOMATED CABLE EXPERTISE) .....	91
3.8.15.SE KIWI.....	92
3.8.16.AIDE.....	92
3.8.17.AFIN.....	92
3.8.18.ALFEX.....	92
3.8.19.ANALYSIS .....	92
<b>CAPÍTULO 4: APORTE TEÓRICO .....</b>	<b>93</b>
4.1.SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA .....	93
4.1.1.Aplicación de la Metodología CommandKADS.....	93
4.1.1.1.Plantilla OM-1. Problemas y Oportunidades.....	94
4.1.1.2.Plantilla OM-2. Descomposición de Procesos .....	96
4.1.1.3.Plantilla OM-3. Descripción del Proceso en Función de las tareas de Alto Nivel en que está Compuesto	100
4.1.1.4.Plantilla OM-4. Descripción del Componente de Conocimientos del Modelo de Organización.....	100
4.1.1.5.Plantilla OM-5. Descripción de los Aspectos de la Organización que Tendrán Impacto o estarán Afectados por la Solución Elegida .....	102
4.2.CASOS DE USOS DEL SISTEMA .....	103
4.2.1.Modelo de Caso de Usos.....	103
4.2.2.Gestionar Paciente.....	104
4.2.3.Gestionar Enfermedad .....	106
4.2.4.Mantenimiento Consulta .....	108
4.2.5.Mantenimiento Intensidad.....	110
4.2.6.Mantenimiento Medico .....	112
4.3.SÍNTOMAS Y ETAPAS .....	114
4.4.ENFERMEDADES RESPIRATORIAS.....	114
4.4.1.Procedimientos No Invasivos.....	115

4.4.1.1.Radiografía.....	115
4.4.1.2.Pruebas Cutáneas .....	115
4.4.1.3.Examen de Esputo.....	115
4.4.1.4.Pruebas de función pulmonar .....	115
4.4.2.Procedimientos Invasivos.....	115
4.4.2.1.Broncoscopia.....	115
4.4.2.2.Bronco grafía.....	116
4.4.2.3.Aspiración Pulmonar Transtraqueal .....	116
4.4.3.Tratamiento .....	116
4.4.3.1.Agonista Beta Adrenérgicos.....	116
4.4.3.2.Metilxantinas.....	116
4.4.3.3.Glucocorticoides .....	116
4.4.3.4.Cromoglicatodisodico .....	116
4.4.3.5.Anticolinérgicos .....	116
4.4.3.6.Ipratropio.....	116
4.4.4.Diagnostico .....	116
4.5.PARÁMETRO Y VALORES .....	117
4.6.EXPRESIONES LÓGICAS.....	118
4.7.DEFINICIÓN DE REGLAS .....	122
<b>CAPÍTULO 5: APORTE PRACTICO .....</b>	<b>126</b>
5.1.DISEÑO DE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA.....	126
5.2.ENTORNO DE DESARROLLO .....	126
5.3.REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA .....	126
5.4.PROTOTIPOS.....	127
5.4.1.Ingreso al Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias .....	127
5.4.2.Página Principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Inicio .....	127
5.4.3.Página principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Noticias . <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
5.4.4.Página principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Historia.. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

5.4.5.Página principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Galería... ;Error!	<b>Marcador no definido.</b>
5.4.6.Página principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Testimonio .....	;Error!
5.4.7.Página principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio – Botón Sistema .....	130
5.5.CÓDIGO DE LA SOLUCIÓN .....	131
5.6.BASE DE DATOS.....	143
<b>CAPÍTULO 6: RESULTADOS.....</b>	<b>144</b>
6.1.NIVEL DE FUNCIONALIDAD.....	144
6.2.NIVEL DE FIABILIDAD.....	144
6.3.NIVEL DE USABILIDAD .....	144
6.4.NIVEL DE PORTABILIDAD .....	145
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>146</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>ABREVIATURAS .....</b>	<b>148</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>149</b>
<b>MANUAL DE USUARIO - SISTEMA WEB DE DIAGNÓSTICO RESPIRATORIO .....</b>	<b>153</b>
INTRODUCCIÓN.....	154
PROPÓSITO DEL DOCUMENTO.....	154
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.....	154
CATÁLOGO DE BOTONES.....	154
INGRESANDO AL SISTEMA .....	156

## Resumen

El objetivo principal del presente trabajo es crear un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias, el cual será utilizado inicialmente en el Área de Neumología del Hospital Central PNP Luis N. Sáenz; permitiendo con ello atender de manera inmediata las inquietudes de los pacientes. El principal problema que afronta la institución es la carencia de personal médico especializado en el rubro de neumología, para atender a más de 500 pacientes al día, tal situación se complica aún más por la carencia de un sistema informático para el apoyo del diagnóstico.

El presente trabajo de investigación se realiza con la finalidad de aminorar los tiempos de respuesta del diagnóstico de las enfermedades respiratorias; debido a la afluencia de pacientes los médicos no se dan abasto en la atención, demorando en analizar los síntomas, por lo tanto, el tiempo de consulta es mayor; como consecuencia la atención es más prolongada de lo esperado, generando la reducción de pacientes a atender.

En el área de neumología debido al clima, la cantidad de incidentes va en aumento, a ello se suma la contaminación ambiental, y el poco personal especializado para la atención.

Al implementar un sistema experto, para la toma de decisiones en el diagnóstico respiratorio, facilita a la institución a atender más pacientes. Registrando de manera sistemática y ordena la información e historial del atendido; el cual será útil para el siguiente chequeo.

Este sistema ayudara a descongestionar, la elevada concurrencia de pacientes; a su vez controlar los procesos de los servicios de dicha área y aumentar la calidad de pacientes atendidos.

Palabras clave: Sistema Experto, Toma de Decisiones, Reglas de Inferencia.

## Abstract

The main objective of the present work is to create an expert system for the diagnosis of respiratory diseases, which will be initially used in Pneumology Area of PNP Central Hospital Luis N. Saenz; Thus, allowing immediate attention to the patients' concerns. The main problem facing the institution is the lack of specialized medical personnel in the field of pulmonology, to attend more than 500 patients per day, such situation is further complicated by the lack of a computer system to support the diagnosis. The present investigation is carried out with the aim of reducing the response times of the diagnosis of respiratory diseases; Due to the influx of patients, the doctors do not give enough attention, delaying the analysis of the symptoms, therefore, the consultation time is greater; Therefore, the attention is more prolonged than expected, generating the reduction of patients to attend.

In pneumology due to the climate, the number of incidents is increasing, to that is added the environmental contamination, and the little specialized personnel for the attention.

By implementing an expert system for decision making in the respiratory diagnosis, it facilitates the institution to attend more patients. Systematically registering and ordering the information and history of the attendee; Which will be useful for the next check.

This system will help to decongest, the high number of patients; In turn control the processes of the services of said area and increase the quality of patients cared for.

Key words: Expert System, Decision Making, Rules of Inference.

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PORCENTAJE DE MÉDICOS ESPECIALISTAS EN EL PERÚ .....	24
FIGURA 2. PORCENTAJE DE MÉDICOS EN EL PERÚ.....	24
FIGURA 3. TENDENCIA DE RESPIRACIONES AGUDAS .....	25
FIGURA 4. EPISODIOS DE NEUMONÍAS A NIVEL NACIONAL .....	25
FIGURA 5. EPISODIOS DE NEUMONÍAS Y DEFUNCIONES.....	27
FIGURA 6. SINTOMÁTICO RESPIRATORIO COMPARATIVO .....	27
FIGURA 7. COMPONENTES DE UN SISTEMA EXPERTO. ....	40
FIGURA 8. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EXPERTO .....	44
FIGURA 9. ÁREAS DE ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	50
FIGURA 10. TOMA DE DECISIONES. ....	52
FIGURA 11. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO EN COMMONKADS.....	53
FIGURA 12. COMBINACIÓN DE VARIABLES CON LÓGICA DIFUSA.....	54
FIGURA 13. ESTRUCTURA DE LA CADENA DE MARKOV.....	57
FIGURA 14. ETAPAS EN EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO WEISS Y KULIKOWSKI.....	58
FIGURA 15. FASES DEL CICLO DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO DE LA METODOLOGÍA GROVER.....	60
FIGURA 16. ETAPAS DE LA METODOLOGÍA BUCHANAN. ....	60
FIGURA 17. MODELOS DE COMMONKADS .....	64
FIGURA 18. METODOLOGÍA COMMONKADS .....	65
FIGURA 19. MODELO DE LA ORGANIZACIÓN COMMONKADS. ....	65
FIGURA 20. MODELO DE TAREA COMMONKADS. ....	67
FIGURA 21. MODELO DE AGENTES COMMONKADS. ....	68
FIGURA 22. MODELO DE CONOCIMIENTOS COMMONKADS. ....	69
FIGURA 23. MODELO DE COMUNICACIONES COMMONKADS. ....	69
FIGURA 24. MODELO DISEÑO COMMONKADS. ....	70
FIGURA 25. ENCADENAMIENTO DE REGLAS. ....	71
FIGURA 26. DIAGRAMA PARA CONSTRUIR UNA RED BAYESIANA.....	72
FIGURA 27. (A) ESTRUCTURA DE UN CLASIFICADOR BAYESIANO SIMPLE. (B) ESTRUCTURA DE UN CLASIFICADOR AUMENTADO EN ÁRBOL.....	73
FIGURA 28. RED BAYESIANA. DEFINICIÓN DE UN PROBLEMA. ....	74
FIGURA 29. TÉCNICAS EMPLEADAS EN LA ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTO.....	80
FIGURA 30. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ. ....	97
FIGURA 31. ORGANIGRAMA DE LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SANIDAD DE LA POLICÍA NACIONAL DEL PERÚ....	98
FIGURA 32. PROCESO DE ATENCIÓN EN EL HOSPITAL CENTRAL PNP LUIS N. SÁENZ. ....	99
FIGURA 33. MODELO DE CASO DE USO DEL SISTEMA MÉDICO.....	103
FIGURA 34. SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS. ....	128
FIGURA 35. SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIA.....	128
FIGURA 36. SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS.....	129
FIGURA 37. SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS.....	129
FIGURA 38. SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS. ....	129

FIGURA 39. PANTALLA DE LOGEO AL SISTEMA EXPERTO.....	130
FIGURA 40.INGRESO AL SISTEMA EXPERTO.....	130
FIGURA 41. REGISTRO DE PACIENTES.....	131
FIGURA 42. CONSULTA DE PACIENTES .....	131
FIGURA 43. CONSULTA DE SISTEMAS E INTENSIDADES.....	132
FIGURA 44.DIAGNOSTICO MEDICO.....	132
FIGURA 45. REGISTRO DE CONSULTAS MÉDICAS. ....	133
FIGURA 46. CÓDIGO FUENTE DEL DIAGNÓSTICO.....	135
FIGURA 47. CÓDIGO DEL MÓDULO GESTIONAR ENFERMEDAD. ....	140
FIGURA 48. CÓDIGO DE REGISTRO DE ENFERMEDADES.....	141
FIGURA 49. CÓDIGO DE REGISTRAR PACIENTES.....	141
FIGURA 50. CÓDIGO DE GESTIONAR DOCTOR.....	142
FIGURA 51. CÓDIGO DE GESTIONAR CONSULTA.....	142
FIGURA 52. BASE DE DATOS PRINCIPAL DEL SISTEMA.....	143

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE MÉDICOS ESPECIALISTAS.....	23
TABLA 2. HOSPITALES DE LA PNP. A NIVEL NACIONAL.....	24
TABLA 3. RED DE SANIDAD A NIVEL LIMA METROPOLITANA. ....	28
TABLA 4. RED DE SANIDAD DE LA PNP A NIVEL NACIONAL. ....	29
TABLA 5. PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTES EN HOMBRES.....	30
TABLA 6. PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTES EN MUJERES.....	30
TABLA 7. DIFERENCIAS ENTRE UN EXPERTO Y UN NO EXPERTO HUMANO.....	32
TABLA 8. DIFERENCIAS ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN EXPERTO HUMANO.....	33
TABLA 9. DIFERENCIAS ENTRE UN SISTEMA EXPERTO Y UN PROGRAMA TRADICIONAL.....	33
TABLA 10. COMPARATIVA ENTRE UN SISTEMA CLÁSICO Y UN SISTEMA EXPERTO. ....	35
TABLA 11. COMPARACIÓN ENTRE SISTEMAS BASADOS EN REGLAS Y SISTEMAS BASADOS EN PROBABILIDAD....	42
TABLA 12. ALGUNOS CONCEPTOS DE IA, ORGANIZADOS EN DIFERENTES ENFOQUES.....	49
TABLA 13. CUADRO DE VALORES DE INDICADORES METODOLOGÍA.....	82
TABLA 14. EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS METODOLOGÍAS PROPUESTAS. ....	83
TABLA 15. MODELOS FUNCIONALES DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	84
TABLA 16. FORMULARIO 1 OM-1 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN, LOS PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES..	95
TABLA 17. ANÁLISIS FODA DEL HOSPITAL CENTRAL PNP LUIS N. SÁENZ.....	95
TABLA 18. FORMULARIO 2 OM-2. ASPECTOS QUE CONSIDERAR DEL HOSPITAL CENTRAL PNP LUIS N. SÁENZ..	96
TABLA 19. FORMULARIO 3 OM-3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO EN FUNCIÓN DE LAS TAREAS DE ALTO NIVEL (TAN) EN QUE ESTÁ COMPUESTO.....	100
TABLA 20. FORMULARIO 4 OM-4. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DE CONOCIMIENTOS DEL MODELO DE ORGANIZACIÓN.....	101
TABLA 21. FORMULARIO 5 OM-5: DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS DE LA ORGANIZACIÓN QUE TENDRÁN IMPACTO.	102
TABLA 22. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-GESTIONAR PACIENTE. ....	104
TABLA 23. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-GESTIONAR PACIENTE. ....	105
TABLA 24. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-GESTIONAR ENFERMEDAD. ....	106
TABLA 25. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-GESTIONAR ENFERMEDAD. ....	107
TABLA 26. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO CONSULTA.....	108
TABLA 27. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO CONSULTA - ACTUALIZAR.....	109
TABLA 28. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO INTENSIDAD.....	110
TABLA 29. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO INTENSIDAD - ACTUALIZAR.....	111
TABLA 30. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO MÉDICO.....	112
TABLA 31. ESPECIFICACIÓN DE CASO DE USO-MANTENIMIENTO MÉDICO - ACTUALIZAR .....	113
TABLA 32. CUADRO DE ETAPAS Y NIVELES. ....	114
TABLA 33. VARIABLES Y VALORES.....	117
TABLA 34. ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO R1- R7 .....	122
TABLA 35. ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO R8 - R17 .....	123
TABLA 36. ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO R18 - R25 .....	124

TABLA 37. ENFERMEDADES RESPIRATORIAS DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO R26 - R33 ..... 125

## **INTRODUCCION**

Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son utilizados por estos para optimizar la rapidez de respuesta dando lugar a una mejora significativa en la productividad del experto. Son aplicaciones informáticas capaces de solucionar un conjunto de problemas que exigen un gran conocimiento sobre un determinado tema. Un sistema experto es un conjunto de programas que, sobre una base de conocimientos posee información de uno o más expertos en un área específica.

Siguiendo este concepto, el presente trabajo de investigación se realiza con la finalidad de aminorar los tiempos de respuesta del diagnóstico de las enfermedades respiratorias, para así evitar que estas se agudicen con el paso del tiempo. Esto se realiza mediante la implementación de un sistema que obtuvo el conocimiento de los médicos expertos en el área, para lograrlo se introdujo los diversos conocimientos del experto en el sistema ya que este responde en un menor tiempo, puesto que su razonamiento está basado en datos preestablecidos; para lo cual se hizo un estudio de los diversos métodos, algoritmos y modelos que existen actualmente.

El contenido del presente trabajo está constituido por capítulos que se describen brevemente a continuación:

En el capítulo 1, se plantea el problema, el alcance, los objetivos y la justificación; en el capítulo 2, se describe el marco teórico, donde se presenta conceptos y definiciones que dan una visión general del trabajo de investigación; en el capítulo 3, se describe el estado del arte, la taxonomía respectiva, con el análisis de las metodologías existentes; en el capítulo 4, presentamos el aporte teórico con la solución respectiva; en el capítulo 5, se desarrolla el aporte práctico y su implementación. Se describe la herramienta tecnológica utilizada; en el capítulo 6, se describen los resultados obtenidos; finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

## **Capítulo 1: Planteamiento del Problema**

### **1.1. Antecedentes**

En el Hospital Central PNP Luis N. Sáenz, uno de los más importantes del país por demanda, por el tipo de pacientes (efectivos policiales en actividad y retiro, esposa(o), padres e hijos). En la actualidad, el área de neumología atiende un promedio de 50 pacientes diarios, los cuales están separados en dos turnos: día y tarde; previa cita (la atención en el nosocomio viene realizándose con cita previa separada unos 2 o 3 meses con anticipación). En temporada de invierno, estas cantidades aumentan considerablemente la asistencia de pacientes. Cabe recalcar que el área de pediatría consta con un pediatra especializado en neumología para atender a los infantes. El área de emergencia recibe con mucha frecuencia pacientes con infecciones respiratorias, ahí tratan de estabilizar al paciente para luego ser derivado al consultorio.

Lo mismo ocurre en el Hospital Nacional de la Policía Nacional del Perú "Augusto B. Leguía" que en el área de neumología se atiende a un promedio de 25 pacientes al día, teniendo este un único turno de atención; y en el área de emergencia se cuenta con un médico general que una vez el paciente este estable será derivado al área de neumología según su estado.

A nivel nacional la familia policial cuenta con 3 hospitales y 43 policlínicos, siendo el número de efectivos policiales cerca de un millón y la cantidad de médicos neumólogos en el Hospital Sáenz (4), en el Hospital Augusto B. Leguía (1) y en el Hospital Geriátrico San José (1)

En este escenario resulta fundamental considerar un sistema experto que apoye el diagnóstico de enfermedades respiratorias, que realice las acciones del médico neumólogo para el diagnóstico de estas enfermedades.

Este diagnóstico consiste en lo siguiente: Al ingresar los síntomas del paciente, por ejemplo; nivel (alto – moderado - leve) de dolor de cabeza, dolor de garganta, fiebre, náuseas, edad del paciente; esta cadena de síntomas da como resultado una enfermedad la cual el sistema dará como resultado, y a su vez este mostrará opciones de tratamiento y medicamento para el paciente.

Para realizar un diagnóstico se requiere información sobre los síntomas del paciente, condición general, historial clínico y resultados del laboratorio.

Estos datos se obtienen a partir de una serie de preguntas, cada una de las cuales es determinada a partir de la respuesta anterior del paciente utilizando diversas reglas o a través de la experiencia (almacenada en la memoria del ser humano experto o bien, del sistema experto). Al principio las preguntas son generadas para reducir el número de enfermedades posibles planteando una hipótesis, y al final se realizan preguntas para soportar el diagnóstico.

Una de las formas comunes de llegar a un diagnóstico es mediante el interrogatorio al paciente, en este sentido, los sistemas expertos son los más aptos para esta tarea. Cuando el interrogatorio al paciente se realiza de forma correcta se podrá elegir el tratamiento adecuado para su problema. Otro punto a favor de los sistemas expertos es que al tener almacenado el conocimiento en medios electrónicos, nunca se deteriorará, por el contrario, con el módulo de aprendizaje se logran ingresar nuevas reglas para tratar nuevas enfermedades, lo que asegura también que al realizar la prueba en pacientes con los mismos síntomas se diagnostique de la misma forma. A pesar de la precisión de los sistemas expertos, una parte que hace falta para poder respaldar los resultados o para poder llegar a ellas más rápido es la exploración física. [20]

Según, MSc. Ing. Mirna Cabrera Hernández, 2012, “Es el diagnóstico, quizás, el más controvertido de los sectores de aplicación de las computadoras en la medicina, por las implicaciones éticas que puede traer. Se sabe que el diagnóstico médico es el arte de identificar una enfermedad por sus signos y síntomas.” Como bien menciona la autora, una computadora tiene gran capacidad de cálculo, velocidad y exactitud, pero está claro que no podrá sustituir al médico. Solo este es capaz de razonar lógicamente y mezclar la razón con la intención, la ética y la experiencia, algo que una maquina no puede hacer.

Según Andrés Sebastián Molina Ortega, 2011. “La implementación de un sistema experto será de gran ayuda, ya que contarán con una herramienta que les permitirá optimizar el tiempo de respuesta en el diagnóstico dentro de una consulta, debido a que el experto no requerirá procesar un sinnúmero de parámetros necesarios para diagnosticar la enfermedad, además contará con un registro de la evolución de grado de enfermedad del paciente. Lo que conlleva a un mejor diagnóstico de la enfermedad.”

Uniendo la definición de ambos autores, el desarrollo e implementación de un sistema experto para el diagnóstico médico, permite optimizar el tiempo de respuesta en la consulta de un paciente, claro está sin pretender reemplazar al médico especialista; esta herramienta facilitara y agilizara la atención de los médicos para los pacientes.

Ing. Heber Iván Mejía Cabrera, Luis Vives Garnique, Wilson Hébert Cruz Cabrera con el trabajo de investigación, Sistema inteligente de diagnóstico médico de infecciones respiratorias agudas de niños menores de 5 años. Tesis de Maestría, Chiclayo, Perú.

El desarrollo del Sistema inteligente de diagnóstico médico de infecciones respiratorias agudas (IRA) de niños menores de 5 años, es un trabajo de investigación que integra a las ciencias médicas y la informática, por lo tanto podrá ser usado por médicos y personal ligado en este campo, con la finalidad de mejorar y apoyar a la toma de decisiones medicas correctas y efectivas en la prescripción de esta enfermedad, además lograr disminuir la automedicación de los pobladores en el campo de estudio, con un diagnóstico rápido y accesible.

Este trabajo es una aplicación dentro del campo de la Inteligencia Artificial, específicamente en el área de Sistemas Inteligentes con Redes Neuronales.

Con la finalidad de seguir estándares establecidos para el desarrollo se utilizó la metodología de Jhon Durkin y Microsoft Visual Basic 2005 y SQL Server 2005 para el desarrollo del Framework de Redes Neuronales, interfaces de usuario, manipulación de la información necesaria para el entrenamiento de la red neuronal y funcionamiento para el diagnóstico.

Palabras Clave: Sistema Inteligente, Sistema Medico Inteligente, Diagnóstico de Infecciones respiratorias agudas, Redes Neuronales, Frameworks de redes neuronales.

Laura Canabal Mosquera, con su trabajo de investigación, Sistema experto de ayuda al diagnóstico de histopatología cardiaca – sidhic, Tesis, Madrid, junio de 2010.

El proyecto “Sistema Experto de Ayuda al Diagnóstico de Histopatología Cardiaca” consiste en la creación de un Sistema Experto cuyo objetivo principal es el de servir de ayuda a la hora de realizar el diagnóstico de las posibles patologías del aparato cardiovascular. La misión que conseguir es la de ofrecer a un experto especializado en la materia, una aplicación que le ayude disminuyendo el tiempo empleado en el diagnóstico y en la elaboración del posterior informe. Con esto se pretende disminuir la carga de trabajo del experto.

La aplicación consigue la información a través de la inserción de los datos por parte del usuario a través del interfaz gráfico. Una vez tratada la información devuelve como resultado el diagnóstico propuesto ante los síntomas, lesiones, traumas, etc. planteados. La inserción de los datos se realiza diferenciando las distintas zonas a analizar. Así pues, la aplicación se divide en diferentes pestañas para facilitar la entrada de los datos.

Adicionalmente al Sistema Experto encargado de diagnosticar una patología en base a unos parámetros, la aplicación cuenta con una biblioteca. Esta utilidad permite al usuario acceder a una base de datos donde podría encontrar información escrita y visual sobre las diferentes lesiones, síntomas, etc. que se pueden encontrar, así como las patologías que pueden darse. De esta forma se contribuye de forma activa al aprendizaje sobre el tema en cuestión.

La documentación del proyecto contempla desde lo relativo al campo de la Inteligencia Artificial, hasta la información conceptual más importante referente a la anatomía patológica. Además, se detallan las etapas seguidas durante el desarrollo del Sistema Experto en cuestión.

Después de fijar los objetivos que se pretenden alcanzar con la realización del proyecto, se describe el problema que debe tratar el Sistema Experto, es decir, la anatomía patológica. De esta forma se comprenderá mejor el alcance que deberá tener el sistema.

Posteriormente se describen de los conceptos y fundamentos claves de la Inteligencia Artificial en general y de los Sistemas Expertos más concretamente.

Paula Toledo Heras, con su trabajo de investigación, Propuesta de un modelo de sistema de telemedicina para la atención sanitaria domiciliaria, tesis doctoral, Madrid 2003.

La atención de los enfermos crónicos se está convirtiendo en un asunto de primer orden para los sistemas sanitarios de los países desarrollados, que, por su diseño, no están preparados para hacer frente a la demanda que dichos enfermos generan. El número de enfermos crónicos afectados por distintas patologías (diabetes, EPOC, insuficiencia cardiaca congestiva, SIDA) está en aumento y su esperanza de vida "a pesar de la enfermedad" crece, por lo que el coste de su atención de acuerdo con los parámetros actuales no es sostenible a medio plazo. En los últimos años están surgiendo distintas iniciativas para remodelar el tipo de atención que se presta a los enfermos crónicos. Estos trabajos proponen diferentes acciones, entre las que están la atención a domicilio y la intervención de un equipo multidisciplinar de profesionales sociosanitarios trabajando de manera coordinada, habiéndose demostrado que proporcionan importantes beneficios tanto en la calidad del cuidado como en su coste.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones pueden facilitar notablemente la atención de los enfermos conforme a estos nuevos paradigmas de cuidado. La principal aportación de esta tesis doctoral es la definición de un Modelo de Sistema de Telemedicina para el Cuidado Domiciliario de Enfermos Crónicos que contempla la prestación de servicios de manera integrada, propicia un estilo de atención centrado en el enfermo y su domicilio, y facilita el cuidado compartido de los pacientes. Se ha seleccionado el lenguaje unificado de modelado (UML) para la descripción del modelo por ser un lenguaje formal que se adapta a los objetivos perseguidos con el Modelo y aporta un nivel de abstracción adecuado para la definición funcional de los servicios de telemedicina.

Para validar el Modelo se ha realizado un experimento consistente en la materialización de un sistema de telemedicina conforme al Modelo y su instalación y evaluación en un entorno de uso real. El sistema se ha desarrollado en el Grupo de Bioingeniería y Telemedicina de la Universidad Politécnica de Madrid, y la evaluación, para la que se ha elegido a pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, se ha llevado a cabo en el Hospital Clínico de Barcelona.

Este experimento ha permitido contrastar la buena adecuación de los servicios del Modelo propuesto a las necesidades de pacientes y profesionales e identificar algunos cambios deseables en dicho Modelo. Además, ha permitido caracterizar el uso que se ha hecho del sistema de telemedicina y conocer tanto su aceptación entre los usuarios, como su impacto en la provisión de servicios sanitarios y en la salud de los pacientes.

En la Tabla 1 se muestra el número de médicos especialistas ubicados geográficamente a nivel nacional, así mismo apreciamos que la cantidad de médicos neumólogos con los que se cuenta no es proporcional a la taza poblacional del país.

**Tabla 1.** Distribución de los especialistas médicos, por tipo agregado de especialidad y tipo específico de especialidad, en cuatro subagregados geográficos.

Especialidad	Nacional	Lima Metropolitana	Callao	Lima Provincias	Resto del Perú
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<b>Clinica</b>					
Pediatría	911 (24,4)	562 (61,7)	56 (6,1)	55 (6,0)	238 (26,1)
Ginecoobstetricia	770 (20,6)	348 (45,2)	45 (5,8)	82 (10,6)	295 (38,3)
Medicina Interna	515 (13,8)	300 (58,3)	30 (5,8)	43 (8,3)	142 (27,6)
Psiquiatría	202 (5,4)	172 (85,1)	5 (2,5)	3 (1,5)	22 (10,9)
Oncología	130 (3,5)	110 (84,6)	4 (3,1)	0 (0,0)	16 (12,3)
Cardiología	124 (3,3)	69 (55,6)	10 (8,1)	8 (6,5)	37 (29,8)
Neonatología	121 (3,2)	102 (84,3)	0 (0,0)	6 (5,0)	13 (10,7)
Neumología	121 (3,2)	86 (71,1)	9 (7,4)	8 (6,6)	18 (14,9)
Medicina Intensiva	109 (2,9)	75 (68,8)	4 (3,7)	14 (12,8)	16 (14,7)
Gastroenterología	107 (2,9)	54 (50,5)	10 (9,3)	6 (5,6)	37 (34,6)
Emergencias y Desastres	96 (2,6)	82 (85,4)	6 (6,3)	5 (5,2)	3 (3,1)
Medicina Física y Rehabilitación	77 (2,1)	25 (32,5)	35 (45,5)	3 (3,9)	14 (18,2)
Dermatología	74 (2,0)	37 (50,0)	7 (9,5)	5 (6,8)	25 (33,8)
Neurología	67 (1,8)	36 (53,7)	9 (13,4)	3 (4,5)	19 (28,4)
Endocrinología	59 (1,6)	37 (62,7)	7 (11,9)	4 (6,8)	11 (18,6)
Medicina Familiar	53 (1,4)	12 (22,6)	2 (3,8)	3 (5,7)	36 (67,9)
Infectología	52 (1,4)	34 (65,4)	5 (9,6)	1 (1,9)	12 (23,1)
Reumatología	47 (1,3)	29 (61,7)	4 (8,5)	4 (8,5)	10 (21,3)
Nefrología	46 (1,2)	33 (71,7)	1 (2,2)	2 (4,3)	10 (21,7)
Hematología	25 (0,7)	17 (68,0)	2 (8,0)	1 (4,0)	5 (20,0)
Geriatría	18 (0,5)	14 (77,8)	0 (0,0)	2 (11,1)	2 (11,1)
Medicina Legal	8 (0,2)	8 (100,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Inmunología	5 (0,1)	5 (100,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
Genética	1 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (100,0)
<b>Quirúrgica</b>					
Cirugía General	650 (32,2)	221 (34,0)	32 (4,9)	68 (10,5)	329 (50,6)
Anestesiología	442 (21,9)	219 (49,5)	29 (6,6)	39 (8,8)	155 (35,1)
Traumatología	254 (12,6)	126 (49,6)	17 (6,7)	26 (10,2)	85 (33,5)
Oftalmología	178 (8,8)	101 (56,7)	12 (6,7)	7 (3,9)	58 (32,6)
Otorrinolaringología	112 (5,5)	60 (53,6)	7 (6,3)	10 (8,9)	35 (31,3)
Cirugía Pediátrica	102 (5,1)	67 (65,7)	7 (6,9)	8 (7,8)	20 (19,6)
Neurocirugía	92 (4,6)	58 (63,0)	8 (8,7)	3 (3,3)	23 (25,0)
Urología	79 (3,9)	40 (50,6)	8 (10,1)	6 (7,6)	25 (31,6)
Cirugía Plástica	54 (2,7)	40 (74,1)	0 (0,0)	3 (5,6)	11 (20,4)
Cirugía de Tórax y Cardiovascular	31 (1,5)	25 (80,6)	1 (3,2)	0 (0,0)	5 (16,1)
Cirugía de Cabeza y Cuello	25 (1,2)	21 (84,0)	1 (4,0)	1 (4,0)	2 (8,0)
<b>Apoyo al diagnóstico</b>					
Radiología	146 (49,5)	91 (62,3)	13 (8,9)	6 (4,1)	36 (24,7)
Patología Clínica	77 (26,1)	37 (48,1)	1 (1,3)	3 (3,9)	36 (46,8)
Anatomía Patológica	72 (24,4)	41 (56,9)	14 (19,4)	3 (4,2)	14 (19,4)
<b>Salud Pública</b>					
Gestión/Administración en Salud	22 (100)	8 (36,4)	4 (18,2)	3 (13,6)	7 (31,8)
<b>Total</b>	<b>6 074 (100)</b>	<b>3 402 (56,0)</b>	<b>405 (6,7)</b>	<b>444 (7,3)</b>	<b>1 823 (30,0)</b>

*Tabla 1. Distribución de médicos especialistas.*

En la Tabla 2 se muestra los 3 hospitales con los que cuenta la policía nacional a nivel nacional, y a su vez los jefes médicos de cada nosocomio.

<b>Hospitales de la Policía Nacional del Perú</b>	
<b>Unidad</b>	<b>Jefes de Unidades de la DIREJESAN</b>
Hospital Luis N. Sáenz	GRAL. Med. PNP Rivas Chávez, Javier
Hospital Augusto B. Leguía	CRL. Med. PNP Paredes Llerena, Guido
Hospital Geriátrico San José	CRL. Med. PNP Leyva Meza, Fidel

Tabla 2. *Hospitales de la PNP. a nivel nacional.*

En la figura 1 se muestra el porcentaje de médicos según la entidad donde laboran. Teniendo en cuenta los siguientes datos, y la investigación realizada, se concluye que dentro de los 257 médicos con los que cuenta la Policía Nacional, solo 6 de ellos son neumólogos.

#### NÚMERO DE MÉDICOS ESPECIALISTAS EN EL SECTOR SALUD, PERÚ 2013

Sector Salud	Recursos Humanos	
	Cantidad	%
Perú	17 995	100,0
MINSA y Gobiernos Regionales	7 645	42,5
ESSALUD	6 136	34,1
FFAA	645	3,6
PNP	257	1,4
SISOL	536	3,0
Sector Privado 1/	2 776	15,4

Figura 1. *Porcentaje de médicos especialistas en el Perú.*

En la figura 2 se visualiza el porcentaje y número de especialistas médicos derivados al sector salud a nivel nacional.

#### NÚMERO Y PORCENTAJE DE MÉDICOS ESPECIALISTAS EN EL SECTOR SALUD, PERÚ 2013

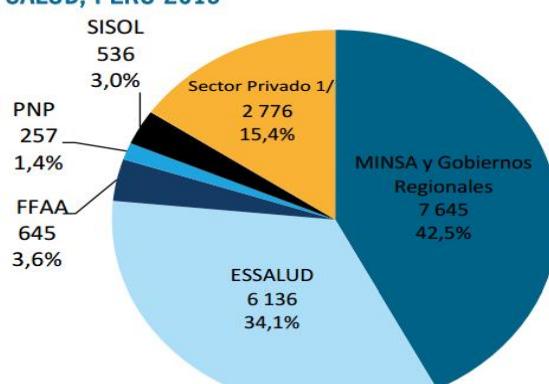
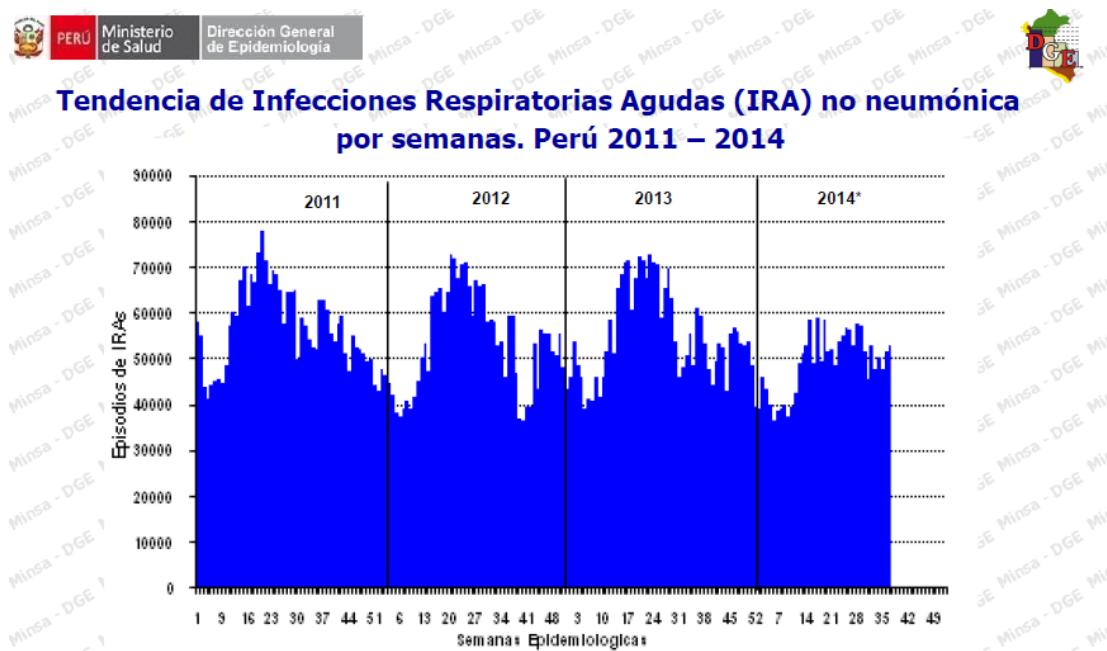


Figura 2. *Porcentaje de médicos en el Perú*

En la figura 3. Se muestra un estudio realizado en semanas entre los años 2011-2014 con respecto al incremento y leve reducción de las enfermedades respiratorias agudas, no neumónicas en el país.



*Figura 3. Tendencia de respiraciones agudas*

Entre los años 2011-2016 se efectuó un estudio sobre episodios de neumonías registrados en los hospitales a nivel nacional. Como se muestra en la figura 4. Dichos episodios se redujeron a comparación del año 2011 pero aumento en comparación del año 2015.



*Figura 4. Episodios de Neumonías a nivel nacional.*

## **1.2. Descripción del Problema**

La insuficiencia de herramientas para el apoyo a la gestión de diagnóstico de enfermedades respiratorias es atroz.

La carencia de tecnología en el área de neumología es un punto urgente que tratar. El tiempo para el análisis complica el hecho de tomar decisiones adecuadas en un entorno sujeto a constantes cambios, una buena toma de decisiones determinara el futuro del paciente con acierto y rapidez.

Para realizar a tiempo la toma de decisiones y ser partícipes eficaces y rentables en la atención de la salud, los sistemas requieren de información, tanto consolidada como detallada de cada paciente, para tomar decisiones proactivas que ayuden a una mejor atención.

Ubicados en este contexto, al momento de realizar la atención, se pierde demasiado tiempo solicitando y buscando la historia clínica de los pacientes, ya que sin estos los pacientes no podrán ser atendidos, una vez que el medico disponga de la historia clínica, entrevistara al paciente, el cual le referirá al especialista los malestares que lo aquejan y los niveles de estos, seguidamente el doctor realizara un examen físico de rutina, con su estetoscopio para hacer algunos descartes en los pulmones y el corazón, así mismo usara bajas lenguas desechables para verificar las vías respiratorias, y proceder a escribir en la ficha médica los resultados de dichos exámenes y comparar de manera mesurada los datos brindados por el paciente y el descarte de la auscultación física, si se llega a una conclusión sin necesidad de exámenes en el laboratorio se le receta medicamentos y un tratamiento, el cual es escrito en la historia y en las indicaciones médicas para el atendido, quien se dirigirá a la farmacia interna del nosocomio a recabar los medicamentos, en caso contrario, de que se requiera exámenes adicionales se le hace una orden de exámenes el cual se realiza en laboratorio y se programa una cita para ser atendido, y una vez tenga los resultados volverá a pasar otro control médico con otra cita reprogramada.

La demanda de pacientes no es cubierta ni a la mitad, debido a que la atención promedio por paciente es entre un rango no menor de 16-20 minutos como mínimo. Es por ello por lo que el problema principal, es la demora del médico en realizar el diagnóstico; debido a que el llenado de la ficha médica es de manera tradicional, papel y lapicero; los pacientes no logran explicar de manera correcta los síntomas y el especialista debe de interpretarlos.

El tope de pacientes citados no sobrepasa los 50 atendidos al día, lo cual hace que no exista una fluidez en la atención, ya que la insuficiencia de tecnología para que el medico realice y planifique una atención de calidad es prácticamente nula, es por ello que en la estadística del área de neumología hay un alto índice de pacientes que no son atendidos, ya que no se cuenta con un sistema que apoye a la toma de decisiones a los especialistas; y así poder agilizar la atención hacia los concurrentes.

En la figura 5. Se muestra el número de pacientes con casos de neumonía y defunciones reportados en los hospitales del estado a nivel nacional.



PERÚ  
Ministerio de Salud

Centro Nacional de Epidemiología,  
Prevención y Control de  
Enfermedades



**Episodios de neumonías y defunciones Perú, 2012\* – 2016\* por departamentos,**

Departamentos	Neumonias					Defunciones					Letalidad *				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
LIMA	6418	6002	5191	5515	7626	23	26	13	10	24	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3
LORETO	2610	2249	1783	1788	1484	51	49	21	27	22	2.0	2.2	1.2	1.5	1.5
PUNO	1111	1219	525	673	797	47	39	28	24	17	4.2	3.2	5.3	3.6	2.1
CUSCO	1118	1157	737	735	640	22	28	29	27	15	2.0	2.4	3.9	3.7	2.3
JUNIN	707	861	993	576	281	25	33	19	12	11	3.5	3.8	1.9	2.1	3.9
LA LIBERTAD	795	942	623	433	436	10	9	7	16	10	1.3	1.0	1.1	3.7	2.3
HUANUCO	1479	1166	840	882	849	21	20	12	3	9	1.4	1.7	1.4	0.3	1.1
UCAYALI	1009	1171	782	977	1225	12	16	8	5	8	1.2	1.4	1.0	0.5	0.7
AYACUCHO	344	340	407	519	207	8	11	18	7	6	2.3	3.2	4.4	1.3	2.9
PIURA	1739	1635	1216	1358	1149	2	7	9	5	6	0.1	0.4	0.7	0.4	0.5
HUANCAYELICA	358	407	292	303	214	10	12	9	14	5	2.8	2.9	3.1	4.6	2.3
AMAZONAS	478	539	395	421	350	7	13	7	8	4	1.5	2.4	1.8	1.9	1.1
PASCO	523	442	263	287	223	7	12	6	9	4	1.3	2.7	2.3	3.1	1.8
SAN MARTIN	480	712	719	458	339	0	4	3	5	4	0.0	0.6	0.4	1.1	1.2
ANCASH	605	798	386	433	412	3	8	2	4	3	0.5	1.0	0.5	0.9	0.7
APURIMAC	346	350	488	293	260	3	3	4	1	3	0.9	0.9	0.8	0.3	1.2
AREQUIPA	1463	1343	1114	1225	1359	11	3	6	2	3	0.8	0.2	0.5	0.2	0.2
CAJAMARCA	1005	1083	745	659	516	11	13	2	3	3	1.1	1.2	0.3	0.5	0.6
CALLAO	769	504	482	776	723	2	9	4	1	3	0.3	1.8	0.8	0.1	0.4
LAMBAYEQUE	530	747	423	447	298	2	3	1	1	3	0.4	0.4	0.2	0.2	1.0
ICA	440	461	404	304	269	1	8	0	0	2	0.2	1.7	0.0	0.0	0.7
MADRE DE DIOS	160	143	94	112	177	0	0	1	1	1	0.0	0.0	1.1	0.9	0.6
TACNA	76	100	65	51	43	2	1	3	0	1	2.6	1.0	4.6	0.0	2.3
TUMBES	79	132	80	112	118	0	3	0	0	1	0.0	2.3	0.0	0.0	0.8
MOQUEGUA	143	177	83	73	68	3	0	0	0	0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Total general</b>	<b>24785</b>	<b>24680</b>	<b>19130</b>	<b>19410</b>	<b>20063</b>	<b>283</b>	<b>330</b>	<b>212</b>	<b>185</b>	<b>168</b>	<b>1.1</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>

\* Letalidad por numero de episodios

Figura 5. Episodios de neumonías y defunciones.

En la figura 6. Se muestra una comparación entre los últimos 5 años con respecto al sintomático respiratorio.

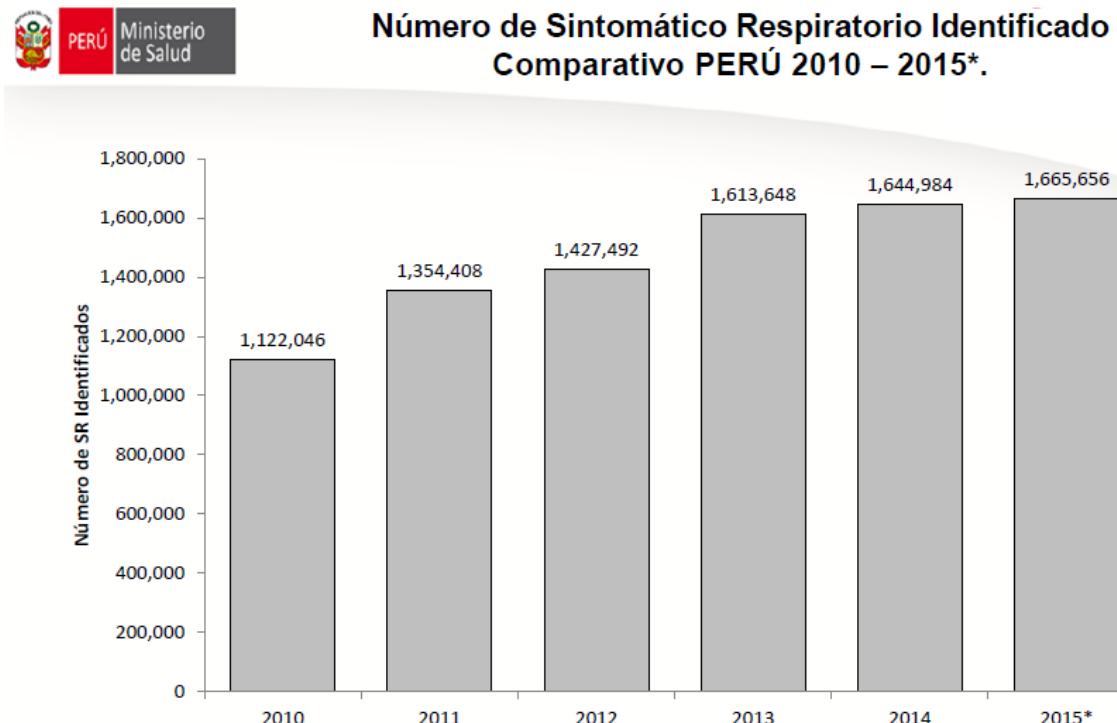


Figura 6. Sintomático respiratorio comparativo.

En la siguiente tabla 3, se muestra los diversos locales de salud de lima metropolitana con los que cuenta la policía nacional. (hospitales y policlínicos)

Redes de Salud PNP a Nivel Lima Metropolitana		
RED	UNIDAD	DIRECCION
<b>RED SUR</b>	POLIC. PNP. CHORRILLOS	Av. Chorrillos N.º 400 - CHORRILLOS
	H.L.V.M.T.	Av. El Triunfo N.º 388 - VILLA M. DEL TRIUNFO
	POLICLIN. EO – PNP	Av. Gdia Civil Cdra. 8 La Campiña - CHORRILLOS
	POLIC.IN. CAÑETE	Prolg. A. B. Leguía - Cañete s/n Nuevo Imperial
	POSTA MED. SAN BARTOLO	Av. El Golfín s/n San Bartolo (Km.50 P. Sur)
<b>RED OESTE</b>	Polic. PNP. VIPOL – Cabecer	Av. Los Nenúfares Esq. Calle Las Camelias VIPOL
	Polic. CALLAO	Av. La Paz Cdra. 11 - CALLAO
	Polic. SAN MARTIN PORRES	Jr. El Chaco Nº2850 (Cdra. 28 Av. Perú)
	P.M. VENTANILLA	Av. Pedro Beltrán cdra. 10 N386 Pza. de Armas VENT
	Polic. DIRAVPOL	Av. E. Faucett - Aeropuerto CALLAO
	P.M. SAN GERMAN	Jr. Eliseo Herrera s/n Urb. San Germán S.M.P.
<b>RED CENTRO</b>	Polic. MININTER	Plaza 30 de agosto s/n SAN ISIDRO
	Polic. COIP	Av. España cdra. 3. Edificio "15 de Setiembre" Lima
	Polic. "W. ROSALES LEON"	Complejo Policial "W. Rosales León"
	POLIC. SAN BORJA	Av. Las Artes Norte 332- SAN BORJA
	P.M. PALACIO DE GOBIERNO	Jr. De la Unión cdra. 1 LIMA
	P.M. MONTERRICO	Av. Manuel Olguín cdra. 6 MONTERRICO
	CLIN. ODO. "ANGAMOS"	Av. Angamos N.º 833 - SURQUILLO
<b>RED ESTE</b>	Polic. ZARATE - Cabecera	Jr. Enrique Pretell s/n Urb. Zarate SAN JUAL LURIG.
	Polic. DINOES	Fundo Barbadillo - Carretera Central
	PM. CHACLACAYO	COMISARIA DE CHACLACAYO
<b>RED NORTE</b>	Polic. SAN DIEGO Cabecera	Calle Sto. Tomas de Aquino cdra. 3 Urb Sn Diego SMP
	Polic. PUENTE PIEDRA	Carrt. Panam. Norte Km. 26.5 PUENTE PIEDRA
	P.M. INDEPENDENCIA	Ubicada dentro de la Cía. (Av. T. Amaru Km4 1/2)
	P.M. CARABAYLLO	Urb. Edwin Vásquez Cam. Mz. G1, Lt.15 Urb. ENACE
	PM. HUACHO	Calle 28 de Julio Nº123 Distrito Sta. María

Tabla 3. Red de sanidad a nivel lima metropolitana.

En la tabla 4, se aprecia los policlinicos y postas de atencion inmediata policiales a nivel nacional.

Regiones de Salud PNP a Nivel Nacional		
N.º	ESTABLECIMIENTO	LUGAR
1	Policlínico "M. Grau"	PIURA
2	Policlínico	SULLANA
3	H. R. NORTE	CHICLAYO
4	POSTA MEDICA	JAEN
5	Policlínico	TRUJILLO
6	Policlínico	TARAPOTO-SN MARTIN
7	Policlínico	MOYOBAMBA
8	Policlínico	BAGUA GRANDE
9	Policlínico	CHACHAP-AMAZ.
10	P.M.	SANTA LUCIA
11	P.M.	YURIMAGUAS
12	Policlínico	IQUITOS
13	Policlínico	PUCALPA-UCAYALI
14	H. Local	HUANCAYO
15	Policlínico	JAUJA
16	PM.	MAZAMARI
17	Policlínico	HUANCABELICA
18	PM.	LA MERCED CHANCHAMAYO
19	Policlínico "L.L. M"	AYACUCHO
20	P.M.	HUANTA
21	Policlínico	CUSCO
22	PM	PUCUTA
23	Policlínico	MADRE DE DIOS
24	H. Regional	AREQUIPA
25	Policlínico	CAMANA
26	Policlínico	MOQUEGUA
27	Policlínico	ILO
28	Policlínico	TACNA
29	Policlínico	PUNO
30	Policlínico	JULIACA
31	Policlínico	HUARAZ
32	Policlínico	CHIMBOTE
33	Policlínico	CAJAMARCA
34	Policlínico	ICA
35	Policlínico	CHINCHA
36	Policlínico	PISCO
37	Policlínico	NAZCA
38	Policlínico	ABANC-APURI
39	P.M.	ANDAHUAYLAS
40	Policlínico	CERRO DE PASCO
41	Policlínico	TUMBES
42	Policlínico	HUANUCO
43	Policlínico	TINGO MARIA

Tabla 4. Red de sanidad de la PNP a nivel nacional.

En las siguientes tablas podemos apreciar que:

En la tabla 5, se muestra las 10 principales causas de muertes en hombres, siendo las Infecciones Respiratorias (IRA) la principal causa de decesos en el año 2014.

#### DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE EN HOMBRES, PERÚ,

	Número	Tasa*	%
1. Infecciones respiratorias agudas	5 604	40.5	11.2
2. Enfermedades isquémicas del corazón	2 507	18.1	5.0
3. Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	2 001	14.4	4.0
4. Enfermedad cerebrovascular	1 967	14.2	3.9
5. Ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal	1 845	13.3	3.7
6. Septicemia, excepto neonatal	1 541	11.1	3.1
7. Enfermedades hipertensivas	1 402	10.1	2.8
8. Tumor de estómago	1 324	9.6	2.6
9. Tuberculosis	1 193	8.6	2.4
10. Tumor de próstata	1 100	7.9	2.2
Las demás causas	29 645	214.0	59.1
Total	50 129	-	100

Tabla 5. Principales causas de muertes en hombres.

En la tabla 6, se muestra las 10 principales causas de muertes en mujeres, siendo las Infecciones Respiratorias (IRA) la principal causa de decesos en el año 2014.

#### DIEZ PRINCIPALES CAUSAS DE MUERTE EN MUJERES, PERÚ

	Número	Tasa*	%
1. Infecciones respiratorias agudas	5455	39.8	12.4
2. Enfermedades isquémicas del corazón	2 109	15.4	4.8
3. Enfermedad cerebrovascular	2 046	14.9	4.6
4. Septicemia, excepto neonatal	1 577	11.5	3.6
5. Enfermedades hipertensivas	1 536	11.2	3.5
6. Cirrosis y otras enfermedades crónicas del hígado	1 490	10.9	3.4
7. Ciertas afecciones del periodo perinatal	1 431	10.4	3.2
8. Tumor del estómago	1 279	9.3	2.9
9. Deficiencias nutricionales y anemias nutricionales	1 141	8.3	2.6
10. Diabetes mellitus	1 008	7.4	2.3
Las demás causas	24 961	182	57
Total	44 033	-	100

Tabla 6. Principales causas de muertes en mujeres.

### **1.3. Definición del Problema**

Falta de personal médico especializado y herramientas tecnológicas que permitan diagnosticar enfermedades respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Optimizar el tiempo de respuesta del diagnóstico médico.

Desarrollar un Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz utilizando toma de decisiones.

#### **1.4.2. Objetivo Específicos**

- Determinar la influencia de la funcionalidad.
- Determinar la influencia fiabilidad.
- Determinar la influencia usabilidad y portabilidad del sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias.
- Evaluar el rendimiento del prototipo del sistema experto en su fase de entrenamiento.

### **1.5. Justificación**

Crear un sistema experto de apoyo al diagnóstico para este tipo de enfermedades es necesario debido a que puede ayudar al especialista a brindar una respuesta más rápida y con mayor exactitud al paciente para prevenir el avance paulatino de la misma, pues nos va permitir saber en qué etapa se encuentra la enfermedad.

El problema al diagnosticar enfermedades respiratorias es muy delicado porque no solo se tiene que tomar en cuenta los resultados de las pruebas y/o exámenes que se realizan al paciente, sino también las diversas variables que se suscitan en el camino.

Un sistema experto puede intervenir en el diagnóstico debido a que posee un razonamiento propio y heurístico que le permite diferenciar los comportamientos de las diversas variables que se presenten en los resultados de las pruebas y/o exámenes, y los muestra en forma de documentación para su mejor entendimiento y compensación.

La creación e implementación de este sistema va a permitir mejorar la gestión de los servicios que brinda el área de neumología, integrando de manera eficaz y confiable el conocimiento del experto; utilizando recursos modernos e implementando nuevas alternativas para alcanzar los objetivos impuestos por el ministerio de salud y la satisfacción del paciente.

La presente tesis está directamente relacionada a solucionar los problemas que presenta el hospital central PNP Luis N. Sáenz, en relación con el manejo de existencias, citas médicas, rapidez en la atención, aumento de pacientes atendidos, diagnósticos, etc. En el área de neumología.

## 1.5.1. Definiciones

### 1.5.1.1. Definición de Sistema Experto

Según el congreso mundial de IA Feigenbaum se definió a los sistemas expertos como:

Un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para la solución. [45]

Sin embargo, con los avances conseguidos hasta ahora esta definición ha cambiado, actualmente un sistema experto se define de la siguiente manera:

Un SE es un sistema informático que simula los procesos de un aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación y acción de un experto humano en una determinada rama de la ciencia, suministrando, de esta manera, un consultor que puede sustituirle con unas ciertas garantías de éxito. [27]

### 1.5.1.2. Definición de Expertos Humanos

Esta experiencia solo se adquiere tras un largo aprendizaje y a base de mucha experiencia.

Un experto humano es una persona que es competente en un área determinada del conocimiento o del saber.

Un experto humano es alguien que sabe mucho sobre un tema determinado y que puede dar consejos adecuados. Los expertos humanos tienen las siguientes características: [45]

Son caros por dos razones: por su escaso número y por necesitar un largo periodo de aprendizaje. No siempre están disponibles, pues son humanos y cuando se retiran (jubilan), o fallecen, se llevan con ellos todos sus conocimientos. [2]

### 1.5.1.3. Diferencias entre un Experto y un no Experto Humano

Los usos de heurísticas contribuyen grandemente a la potencia y flexibilidad de los sistemas expertos y tiende a discutirlos aún más del software tradicional. [58] Tal cual se muestra en la tabla 7.

	Experto	No Experto
Tiempo de resolución	Pequeño	Grande
Eficacia resolutiva	Alta	Baja
Organización	Alta	Baja
Estrategias y tácticas	Si	No
Búsqueda de soluciones	Heurística	No Heurística
Cálculos aproximados	si	No

Tabla 7. Diferencias entre un experto y un no experto humano.

#### 1.5.1.4. Diferencias entre un Sistema Experto y un Experto Humano.

En la tabla 8, se muestra las diferencias entre un Sistema Experto y un experto humano.

	<b>Experto</b>	<b>No Experto</b>
Conocimiento	Adquirido	Adquirido + Innato
Adquisición del conocimiento	Teórico	Teórico + Practico
Campo	Único	Múltiples
Explicación	Siempre	A veces
Limitación de capacidad	Si	Sí, no valuable
Reproducible	Si, idéntico	No
Vida	Infinita	Finita

Tabla 8. Diferencias entre un Sistema Experto y un experto humano.

#### 1.5.1.5. Diferencias entre un Sistema Experto y un Programa Tradicional.

En la tabla 9, se muestra las diferencias entre un sistema experto y un programa tradicional.

	<b>Sistema Experto</b>	<b>Programa tradicional</b>
Conocimiento	En programa e independiente	En programa y circuitos
Tipo de datos	Simbólicos	Numéricos
Resolución	Heurística	Combinatoria
Def. problema	Declarativa	Procedimental
Control	Independiente. No secuencial	Dependiente. Secuencial
Conocimientos	Impresos	Precisos
modificaciones	Frecuentes	Raras
Explicaciones	Si	No
Solución	Satisfactoria	Optima
Justificación	Si	No
Resolución	Área limitada	Especifico
Comunicación	Independiente	En programa

Tabla 9. Diferencias entre un Sistema Experto y un Programa Tradicional

#### 1.5.2. Importancia

La cantidad de médicos neumólogos en el Hospital Central Luis N. Sáenz (4), 1 en el área de emergencia, 1 en el área de pediatría y dos en el área de neumología; en el Hospital Augusto B. Leguía (1) en el área de neumología y en el Hospital PNP Geriátrico San José (1).

Adicionando los pocos especialistas en el área de enfermedades respiratorias hay que tener en cuenta también las carencias de herramientas tecnológicas con las que cuenta el nosocomio; lo cual como resultado genera una insuficiencia al momento de atender a los pacientes.

Por lo tanto, me veo en la obligación y necesidad de que con mis conocimientos poder desarrollar un software para el apoyo del diagnóstico en dicha área.

### **1.5.3. Beneficios y Ventajas**

Los Sistemas Expertos siempre están disponibles a cualquier hora del día y de la noche, y de forma interrumpida.

Lo que se desea al crear esta herramienta tecnológica, software es:

- Ejecutar la herramienta, sin la necesidad de contar con un especialista neumólogo.
- Implementar la solución no solo en los 3 hospitales de la institución, sino que estas sean usadas en todos los policlínicos con los cuales se cuenta.
- Interacción de aplicación con alguna persona derivada al tema de la salud, ya sea un enfermero, técnico, licenciado, etc.
- Optimización de los procesos
- Rapidez y fluidez de tiempo en la atención
- Mejora la atención y calidad
- Aumentar considerablemente la atención del paciente.

Un problema se presta a ser resuelto usando un Sistema Experto cuando:

- Una solución del problema tiene una rentabilidad tan alta que justifica el desarrollo de un sistema, pues las soluciones son necesidades del área y no se ha trabajado en otros métodos para obtenerla.
- El problema se puede resolver solo con el conocimiento de un experto que puede dar forma a los conocimientos necesarios para resolver el problema, y la intervención del experto dará al sistema la experiencia necesaria.
- El problema puede resolverse solamente por un conocimiento experto en vez de usar algoritmos particulares.
- El desarrollo de un sistema experto no se considera que este acabado una vez que funcione este, sino que continúan desarrollando y actualizando tanto reflejados los progresos o modificaciones en el campo, área o sistema.

### **1.5.4. Formas en que los Usuarios Interactúan con los Sistemas Expertos**

El usuario de un SE puede estar operando en cualquiera de los siguientes modos:

**Verificador.** El usuario intenta comprobar la validez del desempeño del sistema.

**Tutor.** El usuario da información adicional al sistema o modifica el conocimiento que ya está presente en el sistema.

**Alumno.** El usuario busca rápidamente desarrollar pericia personal relacionada con el área específica mediante la recuperación de conocimientos, organizados y condensados del sistema.

**Cliente.** El usuario aplica la pericia del sistema a tareas específicas reales.

El reconocimiento de las caracterizaciones anteriores contrasta con la percepción de un simple papel (cliente) de los sistemas tradicionales de software. [58]

**Sistema Experto vs. Sistema Clásico.** La siguiente tabla 10, compara las características de ambos tipos de sistemas. [59]

Sistema Clásico	Sistema Experto
Conocimiento y procesamiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo del procesamiento
No contiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos solo se usan o escriben	Una parte del sistema experto consiste en el módulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema solo opera completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurísticas y lógicas
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta
Representa y usa datos	Representa y usa conocimientos

Tabla 10. Comparativa entre un sistema clásico y un sistema experto.

## 1.6. Alcance

El Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias, permite una atención agilizada para con los pacientes, teniendo en el software una interfaz gráfica interactiva, que cumple con los requerimientos necesarios para el diagnóstico. A si mismo el sistema incluye tres módulos importantes: Módulo de diagnóstico de enfermedades respiratorias; se incluye la programación para el diagnóstico de las enfermedades respiratorias.

Módulo de mantenimiento de: pacientes, historias clínicas, perfil de usuarios, síntomas y enfermedades; gestionar la información correspondiente del paciente y las enfermedades registradas; como ingresar los datos de las enfermedades, síntomas y sus intensidades, a su vez permite el registro de los pacientes con sus respectivos datos, así mismo se puede actualizar y eliminar, registro de usuarios en el sistema para generar su id y clave. También se genera las consultas a los pacientes y registro en sus historias clínicas.

Módulo de reportes, estadística y citas, en el tercer módulo se adiciona la función de reportes médicos, programación de citas y se muestra una gráfica estadística de las enfermedades más afluente.

El sistema ha sido desarrollado usando la siguiente plataforma tecnológica:

Sistema Operativo, Windows 10.

Lenguaje de programación .NET, que proporciona un método coherente de acceso a la funcionalidad de la plataforma.

Base de datos; SQL Server 2014, el cual se ajustaba a las especificaciones técnicas.

Herramienta de desarrollo IDE, MS Visual Studio 2014.

El método elegido fue CommonKADS, se desarrolló en un entorno web sobre una plataforma .NET.

El lenguaje visual, no solo es simple y de fácil entendimiento, nos permite conseguir el objetivo deseado, se utilizó WIN10 como sistema operativo y SQL Server 2014 como base de datos, para facilitar el desarrollo del sistema.

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

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

A continuación, se describe algunos conceptos básicos y la metodología necesaria para comprender la investigación a tratar.

### **2.1. Definición de Conocimientos**

El conocimiento es la comprensión adquirida, la cual implica aprendizaje, concienciación y familiaridad con una o más materias; el conocimiento se compone de ideas, concepto, hechos y figuras, teorías, procedimientos y relaciones entre ellos, y formas de aplicar los procedimientos a la resolución práctica de los problemas. [5]

Debido a la variedad de formas que el conocimiento puede asumir, los problemas involucrados en el desarrollo de una representación del conocimiento son complejos, interrelacionados y dependientes del objetivo. En términos generales, el conocimiento debe estar representado de tal forma que:

- Capture generalizaciones
- Pueda ser comprendido por todas las personas que vayan a proporcionarlo y procesarlo.
- Pueda ser factiblemente modificado.
- Pueda ser utilizado en diversas situaciones aun cuando no sea totalmente exacto o completo.
- Pueda ser utilizado para reducir el rango de posibilidad que usualmente debería considerarse para buscar soluciones. [67]

El conocimiento declarativo puede ser representado con modelos relacionales y esquemas basados en lógicas. Los modelos relacionales pueden representar el conocimiento en forma de árboles, grafos o redes semánticas. Los esquemas de representación lógica incluyen el uso de lógica proposicional y lógica de predicados.

Los modelos procedimentales y sus esquemas de representación almacenan conocimiento en la forma de cómo hacer las cosas. Pueden estar caracterizados por gramáticas formales, usualmente implantadas por sistemas o lenguajes procedimentales y sistemas basados en reglas. [66]

En forma natural, el ser humano representa el conocimiento simbólicamente: imágenes, lenguaje hablado y lenguaje escrito. Adicionalmente, ha desarrollado otros sistemas de representación del conocimiento: literal, numérico, estadístico, estocástico, lógico.

La ingeniería cognoscitiva ha adaptado diversos sistemas de representación del conocimiento que, implementados en un computador, se aproximan mucho a los modelos elaborados por la psicología cognoscitiva para el cerebro humano. Tradicionalmente la representación del conocimiento con lleva el uso de marcos (frames), redes semánticas, cálculo de predicados o sistemas de reproducción. [5] Sin embargo existen otros sistemas para la representación del conocimiento. Entre los principales sistemas se tienen:

#### **Lógica simbólica formal:**

- Lógica proposicional.
- Lógica de predicados.
- Reglas de producción.

#### **Formas estructuradas:**

- Redes asociativas.
- Estructuras frame.
- Representación orientada a objetos.

##### **2.1.1. Lógica Proposicional**

La lógica proposicional es la más antigua y simple de las formas de lógica. Utilizando una representación primitiva del lenguaje, permite representar y manipular aserciones sobre el mundo que nos rodea. La lógica proposicional permite el razonamiento a través de un mecanismo que primero evalúa sentencias simples y luego sentencias complejas, formadas mediante el uso de conectivos proposicionales, por ejemplo Y(AND), O (OR).

La lógica proposicional permite la asignación de un valor verdadero o falso para la sentencia completa, pero no tiene la facilidad de analizar las palabras individuales que componen la sentencia.

La principal debilidad de la lógica proposicional es su limitada habilidad para expresar conocimiento.  
[66]

##### **2.1.2. Lógica de Predicados**

Existen varias sentencias complejas que pierden mucho de su significado cuando se les representa en la lógica proposicional. Por eso se desarrolló una forma lógica más general. Capaz de representar todos los detalles expresados en las sentencias, esta es la lógica de predicados.

La lógica de predicados está basada en la idea de que las sentencias realmente expresan relaciones entre objetos, así como también cualidades y atributos de tales objetos. Los objetos pueden ser personas, objetos físicos o conceptos.

Tales cualidades, relaciones o atributos, se denominan predicados. Los objetos se conocen como argumentos o términos del predicado. [5]

### **2.1.3. Reglas de Producción**

La representación del conocimiento en forma de reglas de producción fue propuesta en 1943. La regla es la forma más común de representar el conocimiento, debido a su gran sencillez y a que es a formulación más inmediata del principio de causalidad. Una regla consta de un conjunto de acciones o efectos (una o más) que son ciertas cuando se cumplen y conjunto de condiciones o causas. La potencia de una regla está en función de la lógica que admite en las expresiones de las condiciones y de las conclusiones. [66]

### **2.1.4. Redes Asociativas**

Las redes semánticas o redes asociativas fueron originalmente desarrolladas para representar el significado o semántica de oraciones en inglés, en términos de objetos y relaciones. Actualmente el término redes asociativas ya no solo se usa para representar relaciones semánticas, sino también para representar asociaciones físicas o causales entre varios conceptos y objetos.

Las redes asociativas se caracterizan por representar el conocimiento en forma gráfica. Agrupan una porción de conocimiento en dos partes: objetos y relaciones entre objetos. Los objetos se denominan también nodos (elementos del conocimiento) y en relaciones entre nodos se denominan enlaces o arcos. Cada nodo y cada enlace en una red semántica deben estar asociados con objetos descriptivos.

### **2.1.5. Estructuras Frame**

Una plantilla (frame) es una estructura de datos apropiada para representar una situación estereotípica. Las plantillas organizan el conocimiento en objetos y eventos que resultan apropiados para situaciones específicas.

La evidencia psicológica sugiere que la gente utiliza grandes plantillas para codificar el conocimiento de experiencias pasadas, o conocimiento acerca de cosas que se encuentran comúnmente, para analizar y explicar una situación nueva en su cotidiana actividad cognoscitiva.

Una plantilla representa un objeto o situación describiendo la colección de atributos que posee. Cada plantilla está formada por un nombre y por una serie de campos de información o ranuras (slots). Cada ranura puede contener uno o más enlaces (facets).

Cada enlace tiene un valor asociado. Varios enlaces pueden ser definidos para cada ranura, por ejemplo: Rango. El conjunto de posibles valores para la ranura.

Valor. El valor de la ranura.

Default. El valor que se asume si no se especifica alguno.

Además, los enlaces pueden ser procedimientos que residen en la base de datos y están aguardando para ser utilizados cuando se les necesite.

### **2.1.6. Representación Orientada a Objetos**

Los objetos son similares a las plantillas. Ambos sirven para agrupar conocimiento asociado, soportan herencia, abstracción y el concepto de procedimiento agregados. La diferencia radica en los siguiente:

- En las plantillas, a los programas y a los datos se los trata como dos entidades relacionadas separadas. En cambio, a los objetos se crea una fuerte unidad entre los procedimientos (métodos) y datos.
- Los demos de las plantillas sirven solo para computar valores para las diversas ranuras o para mantener la integridad de la base de conocimiento cada vez que una acción de alguna plantilla afecta a otra.

### **2.2. Sistemas Expertos**

El concepto de Sistema Experto es muy amplio y su definición varía de acuerdo con el punto de vista de los autores. Sin embargo, un fundamento común puede ser extraído de todas ellas: un Sistema Experto es un sistema con pericia en la solución de problemas: esto es, un sistema que posee razonamientos, habilidades y conocimientos acerca de un dominio particular, para resolver los problemas de forma similar a la de un experto humano [15].

Los Sistemas Expertos son máquinas que piensan y razonan como un experto que se enfocan en cierta especialidad o campo. Por ejemplo, un Sistema Experto en diagnóstico médico requería como datos los síntomas del paciente, los resultados de análisis clínicos y otras circunstancias relevantes, y, utilizando estos, buscaría en una base de datos la información necesaria para poder identificar la correspondiente enfermedad [...].

Diferentes definiciones de Sistemas Expertos han sido propuestas hasta la fecha. A continuación, describiremos las más importantes:

Un Sistema Experto de verdad no solo realiza las funciones tradicionales de manejar grandes cantidades de datos, sino que también manipula esos datos de forma tal que el resultado sea inteligible y tenga significado para responder a preguntas incluso no completamente especificadas [16].

Según Feigenbaum, un líder en este campo define a un Sistema Experto como “... un programa de computadora inteligente que usa conocimiento y procedimientos de inferencia para resolver problemas, de un dominio concreto, que son lo suficientemente difíciles como para requerir la experiencia humana para su solución”. [17]

Según José Mompin Poblet y José Cuena, los Sistemas Expertos constituyen la expresión informática del conocimiento de las personas experimentadas en un tema. Esto es posible debido a una nueva arquitectura de sistema informático: Base de conocimiento, motor inferencial y programa explicativo [54]. 29

Según Castillo Gutiérrez Haidi, los Sistemas Expertos pueden definirse como un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos humanos en un área de especialización dada. También nos explica que los SE son programas que contienen tanto conocimiento declarativo (hechos acerca de objetos, eventos o situaciones) como conocimiento de control (información acerca de los cursos de una acción), para emular el proceso de razonamiento de los expertos humanos en un dominio en particular o área de experiencia. [20]

### 2.2.1. Introducción

Los Sistemas Expertos, como ya se ha mencionado, son sistemas diferentes a los tradicionales, ya que estos son basados en conocimiento y por tal razón la arquitectura y funcionalidad es diferente, incluso la fabricación de estos es mucho más complicada y laboriosa que los sistemas algorítmicos tradicionales. Así como se muestra en la figura 7, la composición de los sistemas expertos está dividido en 6 partes. [20]

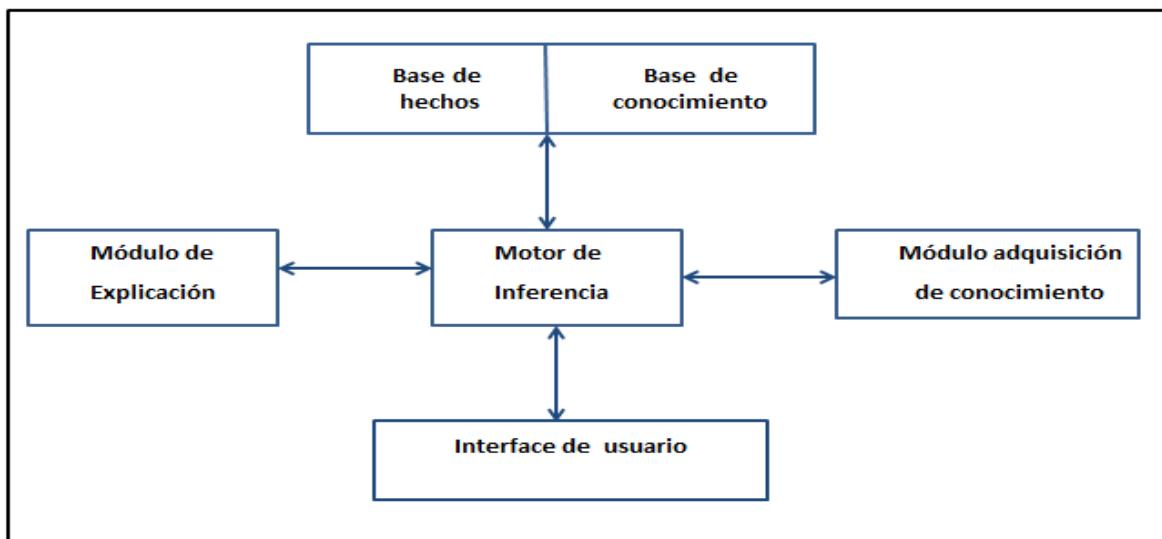


Figura 7. Componentes de un sistema experto.

### 2.2.2. Motor de Inferencia o Estructura de Control

El motor de inferencia, que es el que combina los hechos y las preguntas particulares, utilizando la base de conocimiento, seleccionando los datos y pasos apropiados para presentar los resultados.

Parte del Sistema Experto que se encarga de realizar los procesos de inferencia es el intérprete del conocimiento almacenado en la base de conocimientos sobre la base de hechos, con el fin de obtener la solución deseada. Sus funciones principales son la inferencia y el control.

El control se refiere a la secuencia en que se examinan las primitivas de la base de conocimiento. La inferencia es el razonamiento que realiza a partir del análisis y evaluación de las primitivas de la base de conocimiento, con el fin de obtener conclusiones que sean necesarias.

### **2.2.3. Base de Conocimientos**

Es la parte más importante de un Sistema Experto. Contiene el conocimiento y la experiencia de los expertos. La elección del formalismo de representación es fundamental para el rendimiento del sistema. Por ello su elección y diseño requieren de un estudio cuidadoso. La base de conocimientos debe permitir un rápido acceso a los conocimientos, debe ser modular y fácil de desarrollar y mantener.

### **2.2.4. Base de Hechos**

Memoria de trabajo. Es una memoria auxiliar que contiene, la información relacionada con el problema que se va a resolver, es decir, los datos iniciales y los datos intermedio que corresponden al estado del sistema a lo largo del proceso o en cada instante.

### **2.2.5. La Interface de Usuario o Sistema de Consola**

La interface de usuario facilita la comunicación entre el usuario y el motor de inferencia, aceptando datos del usuario, planteando preguntas, dando información y mostrando la conclusión a la que ha arribado el Sistema Experto. Toda esta información, ya sea de entrada o de salida, pasa por la base de hechos.

Adicionalmente, permite introducir la información que necesita el sistema y comunica las respuestas del Sistema Experto. Podemos decir que existen tres tipos diferentes de interface de usuario:

- Interface llamada componente de adquisición el cual permitirá al ingeniero del conocimiento y al usuario experto comunicarse.
- Interface del componente explicativo. Usada por tres personas el ingeniero del conocimiento, el usuario del sistema y el usuario experto.
- Interface de consulta, encargada de recibir respuestas y emitir los resultados solicitados.

### **2.2.6. Módulo de Explicación o Modulo de Justificación o Subsistema de Explicación**

Esta parte del Sistema Experto explica los pasos realizados por el motor de inferencias para llegar a las conclusiones esperadas, indica también por qué se utilizan ciertas reglas y no otras, y por qué se planteó determinada pregunta en el diálogo con el usuario.

Los usuarios pueden hacer preguntas del tipo: ¿por qué?, ¿cómo?, ¿qué pasa si? Y este módulo les proporcionará la respuesta adecuada, en nuestro caso la respuesta será dada a través de una variable lingüística que será interpretada por el módulo en mención.

### **2.2.7. Módulo de Adquisición del Conocimiento o Adquisición de Conocimiento**

Es el programa que permite a los expertos modificar la base de conocimientos. Es muy útil porque el conocimiento constantemente está cambiando y es necesario actualizarlo. El módulo de adquisición es parte del Sistema Experto también se encarga de comprobar la veracidad y coherencia de los hechos y reglas que se introducen en la base de conocimientos. [18].

Un Sistema Experto incorpora una significativa cantidad de conocimientos de los expertos acerca del dominio bien delimitado y restringido, y puede usar técnicas de razonamiento simbólico para resolver

problemas en dicho dominio. Las características fundamentales del tipo de conocimiento involucrado es que es subjetivo, incompleto, incierto y sujeto a cambios.

### 2.3. Tipos de Sistemas Expertos

Hay muchos puntos de vista desde los cuales se pueden clasificar los Sistemas Expertos. Algunos de ellos son:

#### 2.3.1. Por la Forma de Almacenar el Conocimiento [9]

Se pueden distinguir sistemas basados en reglas y sistemas basados en probabilidad. Así en el primer caso, el conocimiento se almacena en forma de hechos y reglas, mientras que el segundo, la base de conocimientos está constituida por hechos y sus dependencias probabilísticas; en el primer caso el motor de inferencia opera mediante encadenamiento de reglas hacia atrás y adelante, mientras que el segundo caso opera mediante la evaluación de probabilidades condicionales.

Finalmente, también hay diferencias en la adquisición del conocimiento y el método de explicación. Una comparación de ambos casos puede verse en la tabla 11.

En cuanto a las ventajas e inconvenientes de uno y otro puede mencionarse que, en el caso de los Sistemas Probabilísticos, el motor de inferencia es muy rápido, ya que todas las implicaciones están presentes y solo se ha de determinar con qué probabilidad se da una determinada implicación. En cuanto a los Sistemas basados en Reglas, la principal ventaja es el hecho de que el mecanismo de explicación es sencillo, al tener presente el sistema las reglas que han sido disparadas.

Otra ventaja es que únicamente se emplean las reglas necesarias en cada caso, sin necesidad de evaluar toda una estructura probabilística.

Elementos	Modelo Probabilístico	Modelo Basado en Reglas
<b>Base de conocimiento.</b>	Abstracto: Estructura probabilística (sucesos dependientes). Concreto: Hechos.	Abstracto: reglas
<b>Motor de inferencia.</b>	Evaluación de probabilidades condicionales (Teoremas de Bayes).	Encadenamiento hacia atrás y hacia delante.
<b>Subsistema de explicación</b>	Basado en probabilidades condicionales.	Basado en reglas activas.
<b>Adquisición de conocimiento</b>	Espacio probabilístico Parámetros.	Reglas. Factores de certeza.
<b>Subsistema de aprendizaje</b>	Cambio en la estructura del espacio probabilístico. Cambio en los parámetros.	Nuevas reglas. Cambio en los factores de certeza.

Tabla 11. Comparación entre Sistemas Basados en Reglas y Sistemas basados en Probabilidad.

### **2.3.2. Por la Naturaleza de Hacer las Cosas [8]**

Se tiene cuatro posibilidades:

- **Diagnóstico o Clasificación:** se conocen soluciones y se tratan de clasificarlas o diagnosticarlas en función de una serie de datos. Por ejemplo:
  - sistema de diagnóstico médico.
- **Monitorización:** análisis del comportamiento de un sistema buscando posibles fallos, en este caso es importante contemplar la evolución del sistema pues no siempre los mismos datos dan lugar a idénticas soluciones.
- **Diseño:** se busca la construcción de la solución a un problema, que en principio es desconocida, a partir de datos y restricciones a satisfacer.
- **Predicción:** se estudia el comportamiento de un sistema.

### **2.3.3. Por la Interacción del Usuario**

Apoyo: el sistema aconseja al usuario, que mantiene la capacidad de una última decisión. Por ejemplo, el diagnóstico médico.

Control: el sistema actúa directamente sin intervención humana.

Critica: Su misión es analizar y criticar decisiones tomadas por el usuario

### **2.3.4. Por la Variabilidad Temporal del Conocimiento**

- Estáticos: la base del conocimiento no se altera durante el proceso de decisión.
- Dinámicos: ocurren cambios en la base de conocimiento durante la toma de decisiones.

Estos cambios pueden ser predecibles o impredecibles y además pueden, bien añadir información, bien modificar la información ya existente

### **2.3.5. Por la Limitación de Tiempo para Tomar Decisiones**

- Tiempo ilimitado: por ejemplo, aquellos que emplean conocimiento casual, que busca orígenes de un problema que ha ocurrido y cuyo análisis no necesita ser inmediato.
- Tiempo limitado (tiempo real): sistemas que necesitan actuar controlando o monitorizando dispositivos y que han de tomar decisiones inmediatas frente a los problemas que surjan. Por ejemplo, el control de una red de comunicaciones.

### **2.3.6. Por la Naturaleza del Conocimiento Almacenado**

- Basado en experiencia: el conocimiento se basa en experiencias o hechos ocasionados conocidos por el experto, pero sin que existe una causa clara para los efectos que se observan.
- Basado en relaciones causa-efecto

### **2.3.7. Por la Certeza de la Información**

- Completa o perfecta: se conocen todos los datos y reglas necesarios para la decisión.
- Imperfecta: que puede ser incompleta (falta información para tomar decisiones), Datos inciertos (o no confirmados), Conocimientos incierto (reglas no siempre validas), Terminología ambigua (dobles sentidos, etc.).

## 2.4. Arquitectura de un Sistema Experto

No existe una estructura de sistema experto común. Sin embargo, la mayoría de los sistemas expertos tienen unos componentes básicos: base de conocimientos, motor de inferencia, base de datos e interfaz con el usuario. Muchos tienen, además, un módulo de explicación y un módulo de adquisición del conocimiento. La figura 8, muestra la estructura de un sistema experto ideal.

La base de conocimientos contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja.

El método más común para representar el conocimiento es mediante reglas de producción.

El dominio de conocimiento representado se divide, pues, en pequeñas fracciones de conocimiento o reglas.

Una característica muy importante es que la base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia que se utiliza para resolver los problemas. De esta forma, cuando los conocimientos almacenados se han quedado obsoletos, o cuando se dispone de nuevos conocimientos, es relativamente fácil añadir reglas nuevas, eliminar las antiguas o corregir errores en las existentes. No es necesario reprogramar todo el Sistema Experto. [24]

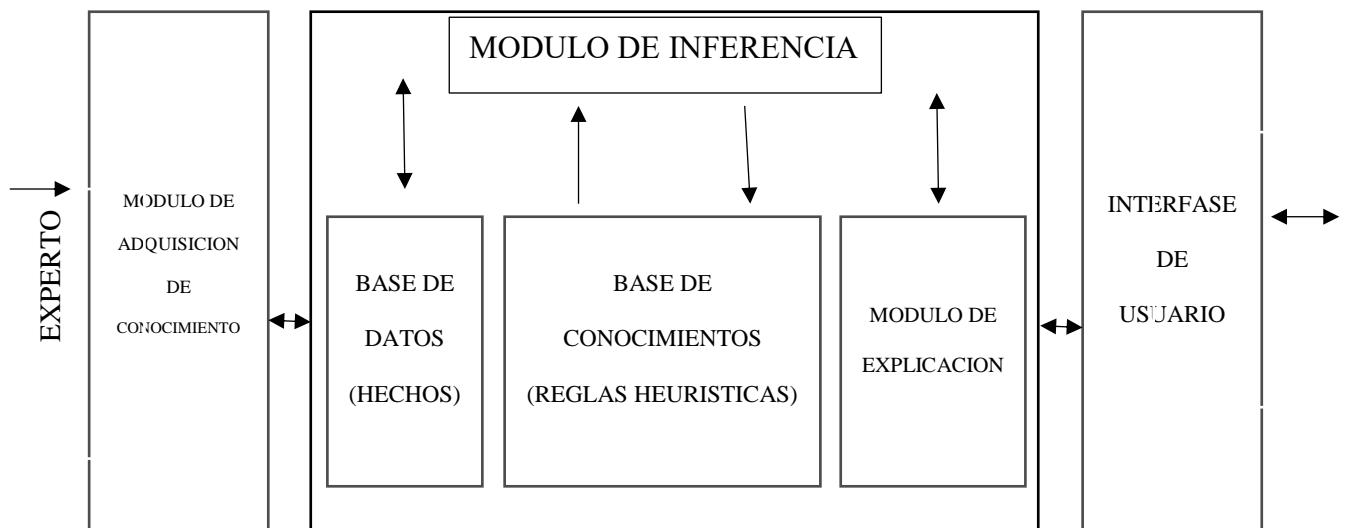


Figura 8. Arquitectura de un Sistema Experto

Las reglas suelen almacenarse en alguna secuencia jerárquica lógica, pero esto no es estrictamente necesario. Se pueden tener en cualquier secuencia y el motor de inferencia las usará en el orden adecuado que necesite para resolver un problema. [26]

La base de datos o base de hechos es una parte de la memoria la computadora que se utiliza para almacenar los datos recibidos inicialmente para la resolución de un problema.

Contiene conocimiento sobre el caso concreto en que se trabaja. También se registrarán en ella las conclusiones intermedias y los datos generados en el proceso de inferencia. Al memorizar todos los resultados intermedios, conserva el vestigio de los razonamientos efectuados; por lo tanto, se puede utilizar explicar las deducciones y el comportamiento.

El motor de inferencias es un programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el Sistema Experto. Utilizando los datos que se le suministran, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución.

La estrategia de control puede ser de encadenamiento progresivo o de encadenamiento regresivo. En el primer caso se comienza con los hechos disponibles en la base de datos, y se buscan reglas que satisfagan esos datos, es decir, reglas que verifiquen la parte SI. Normalmente, el sistema sigue los siguientes pasos:

- Evaluar las condiciones de todas las reglas respecto a la base de datos, identificando el conjunto de reglas que se pueden aplicar (aquellas que satisfacen su parte condición).
- Si no se puede aplicar ninguna regla, se termina sin éxito; en caso contrario se elige cualquiera de las reglas aplicables y se ejecuta su parte acción (esto último genera nuevos hechos que se añaden a la base de datos).
- Si se llega al objetivo se ha resuelto el problema; en caso contrario se vuelve al paso 1.

A este enfoque se le llama también guiado por datos, porque es el estado de la base de datos el que identifica las reglas que se pueden aplicar. Cuando se utiliza este método, el usuario comenzará introduciendo datos del problema en la base de datos del sistema.

Al encadenamiento regresivo se le suele llamar guiado por objetivos, ya que, el sistema comenzará por el objetivo (parte acción de las reglas) y operará retrocediendo para ver cómo se deduce ese objetivo partiendo de los datos.

Esto se produce directamente o a través de conclusiones intermedias o sub objetivos. Lo que se intenta es probar una hipótesis a partir de los hechos contenidos en la base de datos y de los obtenidos en el proceso de inferencia.

## **2.5. Requerimientos para un Sistema Experto**

La construcción de un SE no es una tarea sencilla, debido a que involucra mucha participación de distintas personas, cada una de las cuales aportará algo para que el SE a desarrollar sea robusto y fácil de usar y mantener. Además, se deben hacer varias elecciones en cuanto al desarrollo del Sistema Experto.

La primera decisión consiste en determinar si se comenzará el SE desde cero o se utilizará un shell - que es un SE sin la base de conocimientos -. Si se opta por usar el Shell se debe elegir el que más se adecue al objetivo del SE que se desea construir, ya que existen diversos shells de Sistemas Expertos encaminados hacia distintos objetivos.

Si por el contrario se opta por comenzar desde cero, se deberá entonces determinar qué metodología utilizar, es decir, determinar la guía para el desarrollo del SE, cómo se implementará la base de conocimientos y el motor de inferencia, principalmente; y como complemento se debe elegir el lenguaje que se va a utilizar para el proyecto.

Para desarrollar un SE primero se debe conocer el equipo de gente necesario, después los métodos que utiliza ese equipo de gente y por último cómo prueban y construyen prototipos de software para terminar en el sistema final.

Las personas que componen un grupo o un equipo, como en todos los ámbitos deben cumplir ciertas características y cada uno de ellos dentro del equipo desarrolla un papel distinto. A continuación, se detalla cada componente del equipo dentro del desarrollo y cuál es la función de cada uno:

### **2.5.1. El Experto**

La función del experto es la de poner sus conocimientos especializados a disposición del Sistema Experto.

### **2.5.2. El Ingeniero del Conocimiento**

Es el ingeniero que plantea las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en la base de conocimientos. Entre sus principales funciones destacan:

- Responsable de la fase de adquisición del conocimiento
- Participe de las fases de Modelización de conocimiento y evaluación

### **2.5.3. El Usuario**

El usuario aporta sus deseos y sus ideas, determinando especialmente el escenario en el que debe aplicarse el Sistema Experto.

En el desarrollo de un Sistema Experto, el ingeniero del conocimiento y el experto trabajan muy unidos. El primer paso consiste en elaborar los problemas que deben ser resueltos por el sistema. Precisamente en la primera fase de un proyecto es de vital importancia determinar correctamente el ámbito estrechamente delimitado de trabajo.

Aquí se incluye ya el usuario posterior, o un representante del grupo de usuarios. Para la aceptación, y en consecuencia para el éxito, es de vital y suma importancia tener en cuenta los deseos y las ideas del usuario.

Una vez delimitado el dominio, se alimenta el sistema con los conocimientos del experto. El experto debe comprobar constantemente que su conocimiento haya sido transmitido de la forma más conveniente. El ingeniero del conocimiento es responsable de una implementación correcta, pero no de la exactitud del conocimiento. La responsabilidad de esta exactitud recae en el experto.

De ser posible, el experto deberá tener comprensión para los problemas que depara el procesamiento de datos. Ello facilitará mucho el trabajo. Además, no debe ignorarse nunca al usuario durante el desarrollo, para que al final se disponga de un sistema que le sea de máxima utilidad.

La estricta separación entre usuario, experto e ingeniero del conocimiento no deberá estar siempre presente. Pueden surgir situaciones en las que el experto puede ser también el usuario.

Este es el caso, cuando existe un tema muy complejo cuyas relaciones e interacciones deben ser determinadas una y otra vez con un gran consumo de tiempo. De esta forma el experto puede ahorrarse trabajos repetitivos. La separación entre experto e ingeniero del conocimiento permanece, por regla general, inalterada.

## **2.5.4. Construcción de las Partes Principales de un SE**

Como ya se mencionó, los principales componentes de un SE son la base de conocimiento y el motor de inferencia. La metodología tradicional se enfoca principalmente a la construcción de dichos componentes. [50]

### **2.5.4.1. Base de Conocimiento**

La base de conocimiento se puede ver como una lista de objetos con sus reglas y atributos asociados. En el sentido más simple, la regla que se aplica para un atributo determina si un objeto “tiene” o “no tiene” determinado atributo. Por lo que un objeto se define usando una lista de atributos que el objeto posea o no. [63]

### **2.5.4.2. Motor de Inferencia**

Para construir un motor de inferencia, existen tres métodos básicos: encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás y reglas de producción. [54]

### **2.5.4.3. Método de Encadenamiento hacia Adelante**

A este método se le llama conducido por datos, porque el motor de inferencia utiliza la información que el usuario le proporciona para moverse a través de una red de operadores AND y operadores OR hasta que encuentra un punto terminal que es el objeto. Si el motor de inferencia no puede encontrar un objeto que cumpla con los requisitos, el SE pide más información. Los atributos que definen al objeto crean un camino que conduce al mismo objeto: la única forma de alcanzar dicho objeto es satisfacer todas sus reglas. En resumen, el sistema de encadenamiento hacia delante construye un árbol desde las hojas hasta la raíz.

### **2.5.4.4. Método de Encadenamiento hacia Atrás**

Este método es el contrario al método anterior. Un motor de inferencia de encadenamiento hacia atrás comienza con una hipótesis (objeto) y pide información para confirmarlo o negarlo. A este método se le llama conducido por objetos porque el SE empieza con un objeto e intenta verificarlo. En resumen, el encadenamiento hacia atrás poda un árbol, lo cual es lo contrario al método anterior, en el cual se construye un árbol

### **2.5.4.5. Método de Reglas de Producción**

Este método es una mejora al método de encadenamiento hacia atrás. La teoría operativa general es que el sistema pide como información aquella que elimine la mayor incertidumbre posible. El problema que existe con este método está en su dificultad para llevarse a cabo, primeramente, debido a que la base de conocimiento a menudo es tan grande que el número de combinaciones que el sistema puede soportar se rebasa fácilmente, por lo tanto, el sistema no puede determinar exactamente qué información eliminará una mayor incertidumbre.

En segundo lugar, los sistemas de reglas de producción requieren que la base de conocimientos contenga no sólo la información objeto - atributo, sino además un valor cuantificador, lo que hace aún más difícil la construcción de la base de conocimientos.

## **2.6. Inteligencia Artificial**

No existe una definición concreta de Inteligencia Artificial, pero la mayoría de los autores coinciden en que es, en esencia, lograr que una máquina tenga inteligencia propia, es decir:

“La inteligencia artificial es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la Computación ya que ha tomado a la inteligencia como la característica universalmente aceptada para diferenciar a los humanos de otras criaturas ya sean vivas o inanimadas, para construir programas o computadoras inteligentes.” [41]

Esta es una definición es muy completa e interesante, pero no es la única, para algunos otros autores, la Inteligencia Artificial es el estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que, en estos momentos, hace mejor el hombre. [2] Para otros, la Inteligencia Artificial (IA) es una ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la compresión humana, que sea capaz de aprender, reconocer y pensar. [44]

### **2.6.1. Concepto de Inteligencia Artificial**

Los sistemas expertos o también conocidos como Sistemas Basados en Conocimientos SBC son una rama de la Inteligencia Artificial IA, que hace uso del conocimiento especializado para resolver problemas.

El conocimiento de los sistemas expertos puede obtenerse por experiencia o consultas que suelen estar disponibles en libros, revistas y con personas capacitadas, de esta forma el sistema será capaz de razonar o hacer inferencias de la misma manera que un especialista humano para la solución de un problema. Resulta ser limitada en conocimiento, pero es más eficiente y tiene menor coste.

Los sistemas expertos son programas de computación que capturan el conocimiento de un experto y tratan de imitar su proceso de razonamiento cuando resuelven los problemas en un determinado dominio. Según (Turban & Aronson, 2001) un sistema experto es «un sistema que utiliza conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que ordinariamente requieren un experto humano».

Según (Feigenbaum, 1982) “es un programa de computación Inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son suficientemente difíciles como para requerir significativamente experiencia humana para su solución”.

En la Tabla 12, se presenta definiciones de Inteligencia Artificial de distintos autores, las que aparecen en la parte superior se refieren a procesos mentales y al razonamiento mientras las de la parte inferior aluden a la conducta.

Las definiciones del lado izquierdo miden el éxito en términos de la fidelidad en la forma de actuar de los humanos, mientras que las de la derecha toman como referencia un concepto ideal de inteligencia, que llamaremos racionalidad. Un sistema es racional si hace lo correcto, en función de su conocimiento.

[3]

Según Tabla 12, se revisó las definiciones de Inteligencia Artificial desde cuatro enfoques y desde distintos autores con más detalles:

Sistemas que piensan como humanos	Sistemas que piensan racionalmente
<<El nuevo y excitante esfuerzo de hacer que los ordenadores piensen...máquinas con mentes, en el más amplio sentido literal>>. (Haugeland, 1985).	<<El estudio de las facultades mentales mediante el uso de modelos computacionales>>. (Charniak y McDermott, 1985).
Sistemas que actúan como humanos	Sistemas que actúan racionalmente
<<El arte de desarrollar máquinas con capacidad para realizar funciones que cuando son realizadas por personas requieren de inteligencia>>. (Kurzweil, 1990). <<El estudio de cómo lograr que los ordenadores realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor>>. (Rich y Knight, 1991).	<<La Inteligencia computacional es el estudio del diseño de agentes inteligentes>>. (Poole et al., 1998). <<IA... está relacionada con conductas inteligentes en artefactos>>. (Nilsson, 1998).

Tabla 12. Algunos conceptos de IA, Organizados en diferentes enfoques

## 2.6.2. Características Esenciales de la Inteligencia Artificial (IA)

Un sistema experto se diseña para que tenga las siguientes características:

- **Alto desempeño.** 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 del consejo dado por el sistema debe ser muy alta.
- **Tiempo de respuesta** adecuado. Debe actuar en un tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista para tomar una decisión.
- **Confiabilidad.** Confiable y no propenso a fallos.
- **Comprendible.** Capaz de explicar los pasos de su razonamiento. Este rasgo es muy importante debido a que en determinados momentos se puede depender de manera directa de la decisión tomada por el sistema. Además, es una manera de asegurarse en la fase de desarrollo de que el sistema ha adquirido el conocimiento y lo está usando de manera correcta.
- **Flexibilidad.** Debido a la gran cantidad de conocimiento que puede albergar un SE es importante contar con un mecanismo eficiente para añadir, modificar y eliminar el conocimiento. (Shneiderman, 1987) (Brown & Cunningham, 1989)

## 2.7. Campos de la Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial se divide en campos de estudio los cuales se resumen en la siguiente figura:

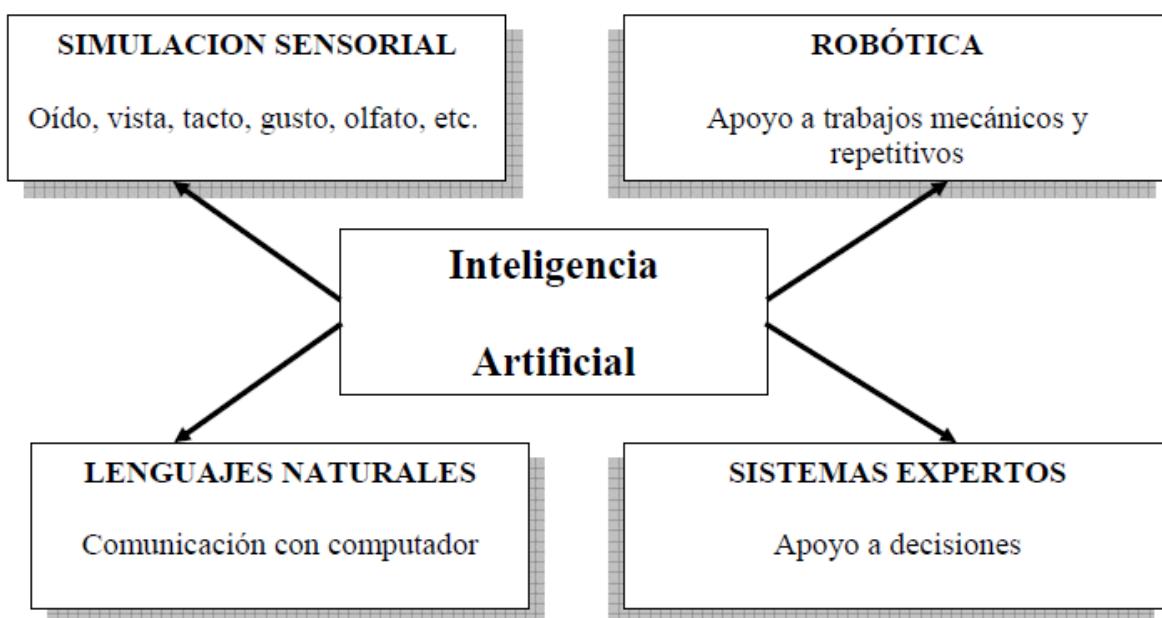


Figura 9. Áreas de estudio e investigación de la Inteligencia Artificial.

### 2.7.1. Simulación Sensorial

Área de la IA que a través de las computadoras persigue la imitación de las capacidades o habilidades sensoriales humanas tales como vista, oído, habla y tacto. Lo anterior incluye visión computacional, procesamiento de imágenes y reconocimiento de escenas.

### 2.7.2. Robótica

Estudia la imitación del movimiento humano a través de robots, los cuales son creados con el fin de apoyar procesos mecánicos repetitivos que requieren gran precisión. Algunos procesos pueden ser: pintura y acabados, movimiento de materiales, reconocimiento de defectos, etc.

### 2.7.3. Lenguajes Naturales

Se enfoca en el diseño y desarrollo de software capaz de aceptar, interpretar y ejecutar instrucciones dadas por los usuarios en su lenguaje nativo.

### 2.7.4. SE, Sistemas Basados en Conocimientos o Sistemas con Base en Conocimientos

Permiten cargar bases de conocimientos integradas por una serie de reglas de sentido común o conocimiento heurístico; es decir conocimiento basados u obtenidos a través de la experiencia de un especialista o experto dentro de un dominio específico del saber. Una vez cargada esta base de conocimientos múltiples usuarios la pueden usar para consulta, apoyo a la toma de decisiones, capacitación, etc.

#### 2.7.4.1. Redes Neuronales

Área de la Inteligencia Artificial que trata de simular el comportamiento biológico de las neuronas del cerebro humano en la resolución de problemas. Principalmente, se usa en el campo de los pronósticos.

#### **2.7.4.2. Algoritmos Genéticos**

Algoritmos basados en principios de GENETICA como herencia, mejoramiento de especies los cuales tratan de encontrar soluciones mejores a los problemas. Con todo lo anterior, los campos diversos de la IA pueden comprender:

##### **Aprendizaje:**

- Captación automática de conocimientos.

##### **Razonamiento:**

- Sistemas basados en conocimientos o sistemas expertos.
- Bases de datos inteligentes.
- Prueba de teoremas y juegos.
- Redes Neuronales.
- Algoritmos Genéticos.

##### **Percepción:**

- Comprensión de lenguaje natural.
- Interpretación de escenas visuales (Visión por computadora).

##### **Locomoción y Manipulación:**

- Realizar procesos mecánicos y tareas manuales (Robótica).

Algunas de las **tareas** que estos sistemas realizan en el campo de la IA son:

##### **Tareas generales:**

- Percepción: Visión, Fonemas.
- Lenguaje Natural: Comprensión, generación y traducción.
- Razonamiento de sentido común.
- Control de robots.

##### **Tareas formales:**

- Juegos: Ajedrez, Damas.
- Matemáticas: Geometría, Lógica, Cálculo Integral.

##### **Tareas expertas:**

- Ingeniería: Diseño, Localización de fallas, Planeamiento.
- Análisis Científico.
- Diagnóstico Médico.
- Análisis Financiero.

#### **2.8. Toma de Decisiones**

La toma de decisiones se entiende como la selección de un curso de acción entre varias acciones; también como la selección racional de un curso de acción. Aunque se ha señalado que una de las principales funciones del experto es la toma de decisiones, la importancia de esta función transciende en la atención.

Se requiere de tres condiciones para la toma de decisiones:

- Insatisfacción con la situación actual (resolver un problema).
- Motivación para desear cambiar la situación (aprovechar una oportunidad).
- Capacidad de cambiar la situación (vencer una amenaza).

Podemos resumirlo según la Figura 10, así:

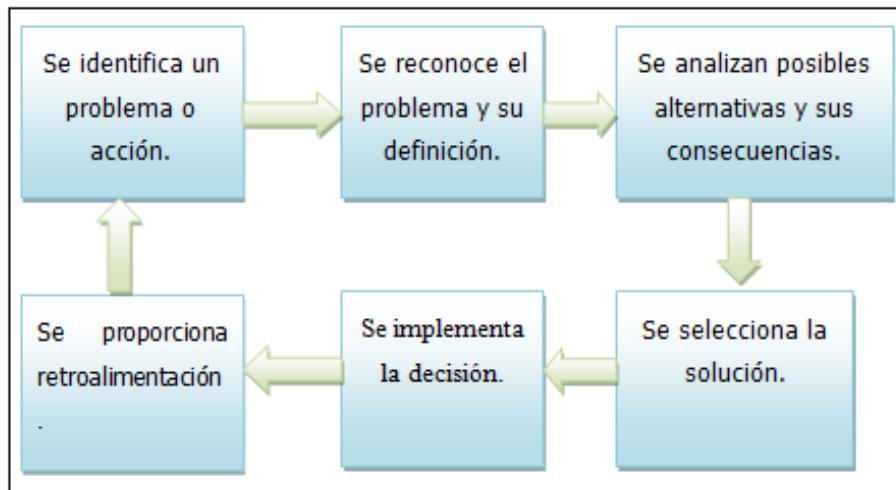


Figura 10. Toma de Decisiones.

## 2.9. Sistema Basado en Conocimientos

Un sistema basado en el conocimiento (SBC) es una aplicación informática en la que parece representado, como estructura de información procesable, el conocimiento necesario para resolver un determinado tipo de problemas separadamente del procedimiento para resolverlos [41].

Los SBC se orientan y tratan con problemas complejos en un dominio por lo general estos SBC requieren de un alto conocimiento del mismo. Luego de revisar la bibliografía detallada en nuestra investigación se observa que los investigadores manifiestan que estos sistemas emulan la actuación de un experto humano ante un problema relacionado con su dominio. Existen mecanismos que involucran el conocimiento y el razonamiento que el experto maneja orientándolo a la toma de decisiones ante cierta situación [56]

## 2.10. Estructuras de Sistemas en Reglas

La estructura de información representativa del conocimiento del Sistema Experto se denomina Base de conocimientos. El procedimiento general de obtención de respuestas a problemas, apoyándose en la base de conocimientos y la formulación del problema, se denomina motor o mecanismo de inferencias. [33]

## 2.11. CommonKADS

Al hablar de CommonKADS relacionamos inmediatamente el modelado de conocimiento y se utiliza ampliamente como un estándar. A su vez, también podemos decir que lo utilizan en las investigaciones europeas [42]. Es compatible con las técnicas de la ingeniería del conocimiento estructurado y ofrece herramientas para la gestión del conocimiento corporativo, e incluye el acceso a métodos que realizan

un análisis detallado de conocimiento intensivo de tareas y procesos. Unos conjuntos de modelos están en el centro de la metodología CommonKADS, Ingeniería del conocimiento. La suite es compatible con el modelado de la organización, la tarea que se lleva a cabo, los agentes que se encargan de llevar a cabo las tareas, el conocimiento mismo, el medio por el que se comunicó el conocimiento, y el diseño del sistema de gestión del conocimiento. El cual se ve graficado en la figura 11.

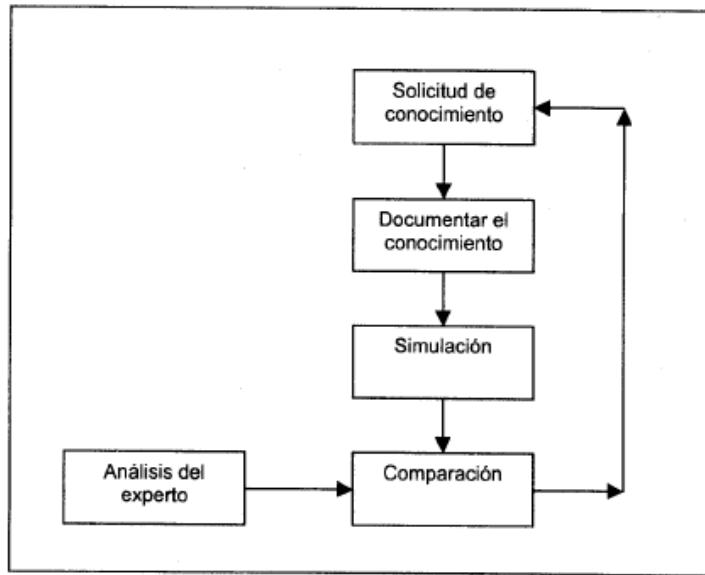


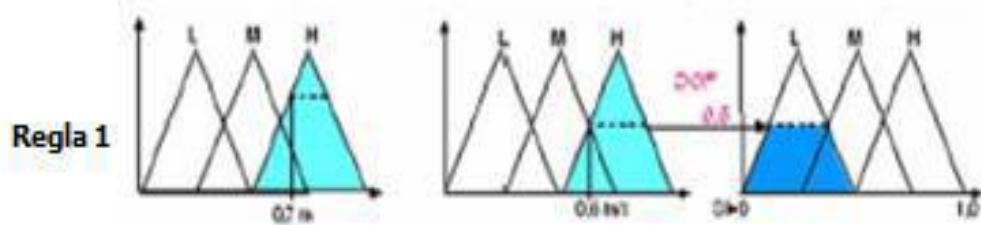
Figura 11. Adquisición del Conocimiento en CommonKADS.

## 2.12. Lógica Difusa

La Lógica difusa en nuestro caso permite asociarlo por un valor lingüístico que está definido en una palabra la cual la ubicamos en nuestra base de hechos. La función de pertenencia puede tomar valores del intervalo entre 0 y 1, y la transición del valor entre cero y uno es gradual y no cambia de manera instantánea como pasa con los conjuntos clásicos.

Dichas funciones de pertenencia nos permiten representar gráficamente un conjunto difuso, se puede utilizar cualquier función, sin embargo, hay ciertas funciones que son frecuentemente usadas debido a su simplicidad matemática, entre ellas podemos mencionar las funciones tipo triangular, trapezoidal, parabólicas y gaussiana para realizar el proyecto lo enfocaremos con el uso de funciones triangulares, gamma L invertida, gamma Lineal ya que son estas las que representan los conjuntos del control que se propone. [35]

**Si profundidad es "Alta" Y velocidad es "Alta" ENTONCES la idoneidad del hábitat es "Baja"**



**Si profundidad es "Media" Y velocidad es "Alta" ENTONCES la idoneidad del hábitat es "Media"**

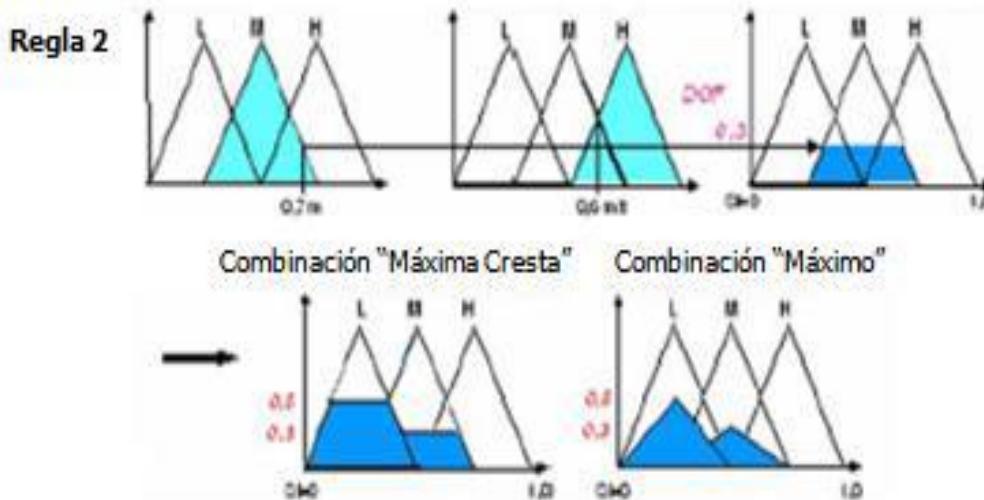


Figura 12. Combinación de Variables con Lógica Difusa.

## **Capítulo 3: Estado del Arte**

El propósito general de la tesis es la implementación de un Sistema Experto y su aplicación en el Hospital Central PNP Luis N. Sáenz y en el área de neumología de dicho nosocomio, en estos tiempos la búsqueda de nuevas tecnologías para solucionar problemas, los SE son los indicados en proporcionar la capacidad de trabajar con grandes cantidades de información; la carencia de una herramienta tecnológica en el área origina un gran problema, en los que se ven los especialistas humanos, lo cual puede afectar negativamente la toma de decisiones pues el estrés, la gran cantidad de pacientes e historial médico que manejar (historias en físico, papel.) puede que obvie, o no considere ciertos valores como relevantes, mientras que un sistema experto debido a su velocidad de proceso, analiza toda la información incluyendo las que no utiliza para de esta manera aportar a una decisión correcta.

Por consiguiente, en el presente capítulo se describirá su taxonomía, metodología y finalmente se explica el uso que se le puede dar a sistemas de este tipo.

### **3.1. Método de Desarrollo de Sistemas Expertos**

En la actualidad, es muy notable el avance de los sistemas y la informática, hay muchas ramas las cuales algunas están ampliamente investigadas, pero también hay otras en las que falta mucho por investigar, algunas de estas áreas son la Programación Lógica y la Inteligencia Artificial, pues el objeto de hacer razonar a la maquina ya lleva varios años investigándose, muchas de estas investigaciones son orientadas al conocimiento, como almacenar conocimiento y obtener un razonamiento.

En este campo están los Sistemas Expertos, los cuales son la representación de un experto humano. Este a través de los años ha adquirido cierta experiencia, la cual para una persona común es difícil saber, y aquí los sistemas expertos ayudan a las personas a obtener una solución a partir del conocimiento, y la aplicación de los mismos es ampliamente, incluso decir todas las áreas, desde la matemática con la resolución de teoremas, hasta la medicina con el apoyo a los diagnósticos. De manera que un sistema experto es muy útil, pero también suele tener algunos inconvenientes. En el desarrollo de este proyecto implementaremos un sistema experto que ayude a las personas a diagnosticar las enfermedades.

### **3.2. Metodologías de Prototipos**

El diseño y la especificación requieren una temprana determinación de la interfaz del software y de la funcionalidad de los componentes. Durante el desarrollo, resulta apropiado empezar con implementaciones tipo test para encontrar el camino hacia una solución definitiva y para hacerlas coincidir con las necesidades del usuario.

Un método efectivo es la implementación de un prototipo de Sistema Experto que permita llevar a cabo las funciones más importantes de éste, aunque con un esfuerzo de desarrollo considerablemente inferior al de una implementación convencional. Este proceder se define bajo el nombre de “Rapid Prototyping”. Para Sistemas Expertos, el “Rapid Prototyping” es el procedimiento más adecuado, pues posibilita una rápida reacción a los deseos en constante cambio tanto por parte de los expertos como parte del usuario.

### **3.2.1. Metodologías Orientada a Objetos**

La programación orientada a objetos (OOP en adelante) es un tipo de programación que provee maneras modulares programas estableciendo áreas de memoria particionadas para datos y procedimientos, que pueden ser usadas como plantillas para crear copias de tales módulos conforme se requieran. [18]

Cada área de memoria a la que se refiere en el párrafo anterior es conocida como clase, mientras que las copias creadas a partir de la clase son llamadas objetos. La OOP tiene varias propiedades, entre los cuales destacan:

- Abstracción. Permite enfocarse en la solución general del problema, sin preocuparse de los detalles.
- Encapsulación. Es el concepto de que un objeto debería tener separada su interfaz de su implementación. Es decir, un objeto es visto como una “caja negra”.
- Polimorfismo. Significa que un objeto se puede comportar de diversas maneras, dependiendo del contexto en el que se encuentre.
- Herencia. Significa que se pueden crear clases que “hereden” el comportamiento de una o más clases padre; y que además añadan su propio comportamiento.

El concepto de encapsulación evita que se pueda modificar el estado interno de un objeto por el código cliente que lo utiliza, es decir solamente el código mismo del objeto puede modificar el estado interno del mismo. Esto se puede aprovechar en la construcción de SE creando clases que correspondan a los componentes de un SE.

Por lo tanto, si se utiliza la metodología orientada a objetos a la construcción de SE, se debe crear una clase que contenga el código referente a la base de conocimiento. [18]

Si dicha base de conocimiento es un conjunto de objetos con sus propiedades, entonces dicha clase será una clase contenedor de objetos de otra clase, los cuales contendrán el nombre del objeto y una lista de atributos.

De manera similar, el motor de inferencia se implementa como una clase, la cual contiene encapsulada toda la lógica que hace que funcione el SE, es decir si se implementa usando encadenamiento hacia adelante, encadenamiento hacia atrás o reglas de producción, dicha implementación estará contenida dentro de la clase.

Esta metodología tiene diversas ventajas, entre las cuales destaca el hecho que cualquier modificación o mantenimiento que se le quiera realizar a un determinado componente no afectará al otro y viceversa. Tello, propone crear especializaciones o jerarquías de clases (usando herencia) que incluyan métodos que permitan a los objetos modificarse a sí mismos, logrando con esto que un SE aprenda por sí mismo, modificando su base de conocimiento sin modificar los demás componentes.

Otra ventaja de la OOP es que, mediante la herencia, las clases hijas heredarán el comportamiento de las clases padres, evitando con esto, tener que incluir código redundante en las especializaciones. [41]

### 3.2.2. Metodología Muestreo de Markov

Las Cadenas de Markov son una herramienta para el análisis del comportamiento y gobierno de determinados tipos de procesos estocásticos, es decir que evolucionan de forma determinista a lo largo del tiempo alrededor de un conjunto de estados.

En la figura 13, se representa un sistema que varía su estado a lo largo del tiempo, siendo cada cambio una transición del sistema. Estos cambios no están predeterminados, pero la probabilidad del próximo estado si lo está debido a las funciones anteriores. Eventualmente, en una transición, el nuevo estado podrá ser el mismo que el anterior y es posible que exista la posibilidad de influir en las probabilidades de transición actuando adecuadamente sobre el sistema de decisión.

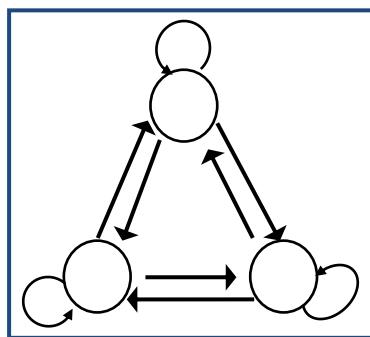


Figura 13. Estructura de la Cadena de Markov.

El método de muestreo de Markov se debe a Pearl y consiste en asignar a los nodos evidenciales su correspondiente evidencia y en simular estocásticamente en la red resultante. Inicialmente, se genera una realización aleatoriamente, bien eligiendo al azar entre todas las posibles realizaciones.

Se simulan las variables no evidenciales, una a una, siguiendo un orden arbitrario de las variables. Se genera un valor aleatorio para la variable seleccionada utilizando su función de probabilidad condicionada a todas las demás.

### 3.2.3. Metodología Weiss y Kulikowski

La Metodología Weiss y Kulikowski sugieren las siguientes etapas como vemos en la Figura 14, para el diseño e implementación de un Sistema Experto. [26]

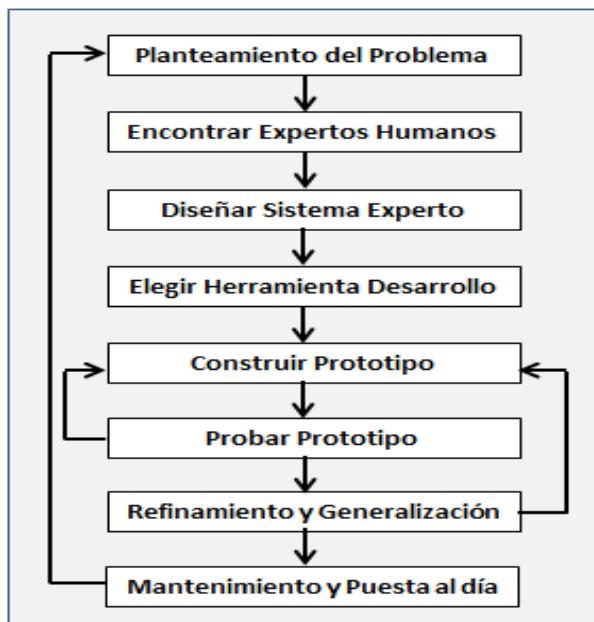


Figura 14. Etapas en el desarrollo de un Sistema Experto Weiss y Kulikowski.

**Planteamiento del problema.** En cualquier proyecto su primera etapa 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 reporte respuestas erróneas.

**Encontrar expertos humanos que puedan resolver el problema.** En algunos casos, sin embargo, las bases de datos pueden jugar el papel del experto humano.

**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.

**Elección de la herramienta de desarrollo.** Debe decidirse si realizar un Sistema Experto a medida, utilizando un lenguaje de programación determinado.

**Desarrollo y prueba de un prototipo.** Si el prototipo no pasa las pruebas requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deberán ser repetidas hasta que se obtenga un prototipo satisfactorio.

**Refinamiento y generalización.** En esta etapa se corregen los fallos y se incluyen nuevas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial. Generando un bucle como se observa en la Figura 3.3 con relación a la construcción del prototipo.

**Mantenimiento y Puesta al día.** En esta etapa el usuario plantea problemas o defectos del prototipo, corrige errores, actualiza el producto con nuevos avances.

Puedo mencionar que todas las etapas que se describen en la calidad del Sistema Experto resultante, que siempre debe ser evaluado en función de las aportaciones de los usuarios o del entorno.

### **3.2.4. Metodología Grover**

La metodología de Grover se concentra en la definición del dominio (conocimiento, referencias, situaciones y procedimientos) en la formulación del conocimiento fundamental (reglas elementales, creencias y expectativas) y en la consolidación del conocimiento de base (revisión y ciclos de corrección). Tiene tres etapas: como se muestra en la figura 15.

- **Definición del dominio:** Consiste en la comprensión del dominio, cuyo objetivo es la producción de un Manual de Definición de dominios contenido:

- Descripción general del problema.
- Bibliografía de los documentos referenciados.
- Glosario de términos, acrónimos y símbolos.
- Identificación de expertos autorizados.
- Definición de métricas de performance apropiadas.
- Descripción de escenarios de ejemplos razonables.

Las fuentes de referencia son frecuentemente suficientes para introducir al ingeniero de conocimiento al dominio, en particular, las fuentes gubernamentales tienen gran volumen de documentos útiles, a pesar de no ser fácilmente accesibles.

- **Formulación fundamental del conocimiento:** En esta etapa se revisan los diversos escenarios seleccionados por el experto, estos deben de satisfacer cinco criterios de conocimiento fundamental: el más nominal, el más esperado, el más importante, el más arquetípico y el mejor entendido. Esto resulta importante por que determina la performance mínima, se realizan las pruebas y correcciones, además de determinar las capacidades del sistema experto que pueden estar sujetas a experimentación.

Debe incluir:

Una ontología de entidades del dominio, relaciones entre objetos (clases) y descripciones objetivas

- Un léxico seleccionado (vernáculo)
- Una definición de fuentes de entrada y formatos
- Una descripción del estado inicial incluyendo un conocimiento estático
- Un conjunto básico de razones y reglas de análisis
- Una lista de estrategias humanas (meta-reglas) las cuales pueden ser consideradas por los diseñadores del sistema experto como reglas a incluir en la base de conocimiento.

Su validez podrá ser probada si se implementa una base de conocimiento que se contraste con los escenarios de donde fue adquirida, verificándose el comportamiento similar del experto en el mismo escenario.

- **Consolidación del conocimiento Basal:** Conjunto de reglas y definiciones adecuadas para producir actividad basal. El cuerpo fundamental del conocimiento es revisado e integrado a través de la

apropiada reconstrucción de reglas. En un sistema experto, esto refiere a que todos los componentes del sistema experto operacional están desarrollados, pero sin la amplitud ni profundidad que la versión final necesitará. Aquí se trabaja en los niveles de confianza de las distintas piezas del conocimiento.

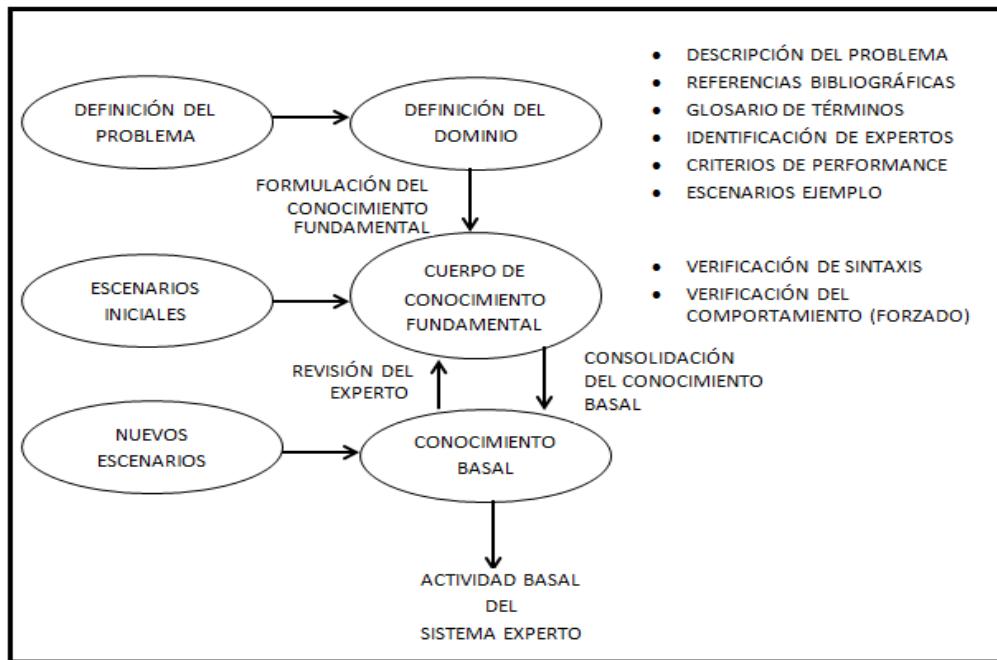


Figura 15. Fases del ciclo de adquisición del conocimiento de la Metodología Grover.

### 3.2.5. Metodología Buchanan

La característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el Ingeniero de Conocimiento y el Experto de Campo. Como se muestra en la figura 16.

En la adquisición de conocimiento el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un Sistema Experto. Se tiene 6 etapas funcionales:

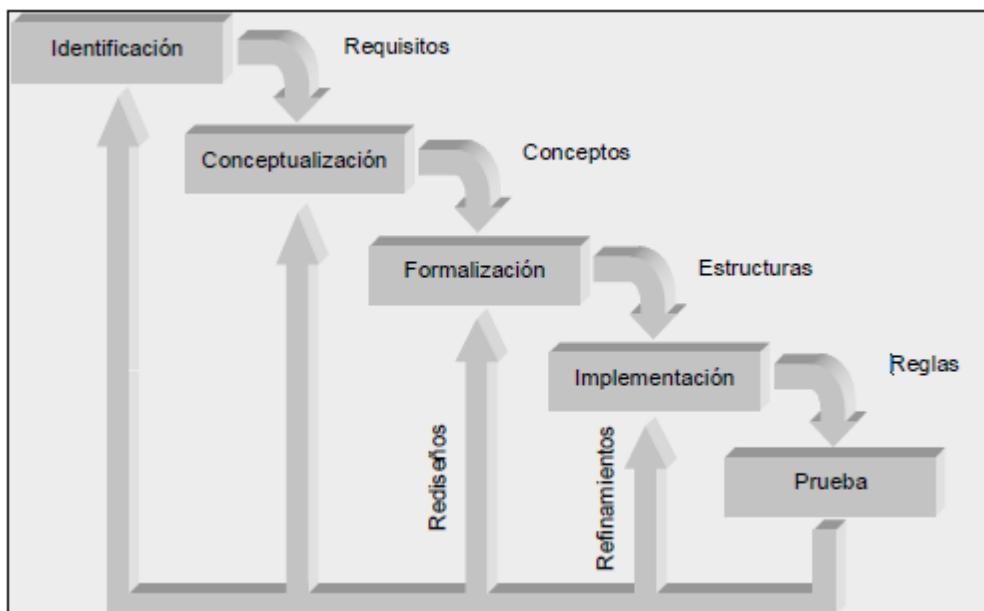


Figura 16. Etapas de la Metodología Buchanan.

**1. Identificación:** Se reconocen aspectos importantes como:

**a. Participantes:**

- Expertos del dominio
- Ingenieros de conocimiento
- Usuarios

**b. Características del problema**

- Tipo
- Sub tareas
- Terminología

**c. Recursos disponibles**

- Fuentes de conocimiento
- Recursos computacionales
- Tiempo de desarrollo
- Financiación

**d. Metas**

- Formalización del conocimiento del experto
- Distribución de experiencia
- Formación de nuevos expertos

Estas tareas son importantes para determinar que lenguaje y que sistema se usará. El ingeniero de conocimiento debe sentirse cómodo con respecto al dominio del problema, para así poder conversar de forma inteligente con el experto.

**2. Conceptualización:** Aquí se deben analizar todos los conceptos proporcionados por el Experto ya que este es el que conoce en detalle los fundamentos del tema a investigar. Así se podrá llegar a:

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

En esta etapa se define el alcance del sistema experto, es decir, qué problemas va a resolver concretamente el sistema experto.

**3. Formalización:** Se debe identificar los conceptos relevantes e importantes. El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos de los sub problemas es una especificación parcial para poder construir el prototipo de la base de conocimiento, los cuales deben estar en base a ciertos esquemas de ingeniería del conocimiento.

**4. Implementación:** el conocimiento proporcionado por el Experto se formaliza mediante:

- a. Formulación de reglas**
- b. Formulación de estructuras de control**
- c. Obtención de un prototipo:**

Permite comprobar si hemos formalizado bien el conocimiento del dominio.

Como resultado se elige el lenguaje y el ambiente de programación.

**5. Testeo o Prueba:** El comportamiento del prototipo debe ser observado de forma cuidadosa, para ir verificando la performance del sistema, por lo que:

- a. Se evalúa el rendimiento del prototipo construido.
- b. Identifican errores.
- c. Identificación de anomalías en:
  - Base de conocimientos.
  - Mecanismos de inferencia.

**6. Revisión del prototipo:** Se rediseña la estructura del conocimiento, con el objetivo de capturar información adicional que haya proporcionado el experto. También se consulta en esta etapa a otros expertos para corroborar, controlar, ampliar y refinar el prototipo. [41]

### 3.2.6. Metodología Ideal

Esta metodología consiste en cinco fases [59]:

- **Identificación de la tarea.** La definición de los objetivos del proyecto de Sistema Experto y determinar si la tarea asociada es susceptible de ser tratada con la tecnología de Ingeniería del Conocimiento. En caso afirmativo se definen las características del problema, se especifican los requisitos que enmarcan la solución del problema.
- **Desarrollo de los prototipos.** Esta fase concierne al desarrollo de los distintos prototipos que permiten ir definiendo y refinando rigurosamente las especificaciones del sistema, de una forma gradual hasta conseguir las especificaciones exactas de lo que se puede hacer y cómo realizarlo. Pero aún más, pues en el desarrollo de los distintos prototipos suceden muchos problemas a los que el ingeniero de conocimiento. La construcción relativamente rápida de un prototipo de demostración permitirá al ingeniero de conocimiento, al experto y directivos comprobar la viabilidad de la aplicación y comprender mejor los requisitos de los usuarios y las especificaciones del sistema. Es decir, conocer mejor la problemática de la aplicación.
- **Implementación.** Si en la etapa anterior se seleccionó una herramienta de desarrollo adecuada y el problema se ajusta a ella y viceversa, la implementación es inmediata y automática. En otro caso, es necesario programar, al menos, parte del sistema basado en conocimiento, con las dificultades y problemas que implican cualquier implementación.

En todo caso. Hay que dejar constancia aquí de que el uso de herramientas de desarrollo, a pesar de las facilidades que aportan, presenta algunos inconvenientes. Como son:

- **Dependencia.** El prototipo construido queda ligado a la herramienta, sin que se genere un ejecutable independiente. Limitando con ello su portabilidad.
- **Eficiencia.** Al quedar incorporada la herramienta al sistema, éste ocupa mucho espacio con una herramienta de la que sólo se utiliza una parte muy pequeña.
- **Gran tamaño.** Complejidad y costo. Por ser las buenas herramientas: grandes, complejas (tanto de aprender, como de manejar) y, caras.

- **Validación y evaluación.** La fiabilidad de los resultados es, tal vez, el punto más sensible de todo SE y por tanto su punto crítico. Es una de las tareas más difíciles dado que estos sistemas están construidos para contextos en los que las decisiones son, en cierta medida, discutibles. Sin embargo, existen técnicas que permiten realizar esta validación de una forma satisfactoria. Para ello, se deben realizar las siguientes acciones, independientes entre sí, pero complementarias:

Ensayo en paralelo que es una consecuencia del anterior y consiste en que los expertos usen rutinariamente el SE desarrollado para ver las discrepancias entre ambos. Aquí se examina detalladamente la interfaz de usuario para ver si se ajusta a los deseos de expertos y usuarios finales tanto en su ergonomía como en las explicaciones que proporciona.

- **Definición de nuevos requerimientos,** especificaciones y diseño. Los sistemas basados en conocimiento se construyen de forma incremental, primero un prototipo de investigación, que se convierte en un prototipo de campo para, finalmente, resultar un prototipo de operación. Esta etapa se corresponde con la definición de los requisitos, especificaciones y diseño del siguiente prototipo

### **3.2.7. Metodología CommonKADS**

La metodología CommonKADS fue propuesta por Massachusetts Institute of Technology (MIT), se centra en la necesidad de construir sistemas basados en conocimientos de calidad, estructurados, controlables y de forma análoga a los métodos empleados en la ingeniería de software. [60]

Gracias a esta metodología han emergido tres ideas que se pueden concretar en tres conceptos definitivos como: modelado, reutilización y gestión de riesgos.

#### **1. Ciclo De vida del CommonKADS:**

CommonKADS está fundamentada en el modelo del ciclo de vida en espiral que tanto se trabaja en la Ingeniería del Software y que proporciona una estructura para el desarrollo del sistema computarizado.

- El desarrollo se divide en un conjunto de fases con un orden de ejecución predeterminado.
- Dentro de cada fase debe llevarse a cabo un conjunto de actividades distintas.
- Al final de cada fase han de producirse uno o más productos tangibles (por ejemplo, documentos, informes, diseños, programas) normalmente como entradas a otras fases.

#### **2. Etapas:**

Está formada por una serie de etapas, cada una de ellas con tareas y productos asociados, a continuación, se presenta una breve descripción

**El Análisis:** Se realiza para comprender el problema desde el punto de vista de la solución que se piensa desarrollar. Está formado por la especificación de los requerimientos externos del sistema basado en el conocimiento y por un análisis del problema específico.

Los productos que se deben obtener en esta etapa son: un documento del proyecto, un documento de los requerimientos, un documento del modelo (modelo conceptual), un documento de viabilidad y un documento de apoyo.

**El Diseño:** En el cual se hace una descripción del comportamiento del sistema (descripción funcional) y una descripción física en la que se especifica detalladamente cada uno de sus componentes. De esta

etapa debe salir toda la especificación modular del sistema y la descripción detallada de cómo debe ser, desde el punto de vista computarizado.

**Implantación del sistema:** En esta etapa se considera tanto la integración del software desarrollado como su adaptación en la organización. Instalación: Consiste en la puesta en marcha del sistema con el fin de que comience a operar en la empresa, iniciándose su proceso productivo.

El uso: Se plantean actividades relacionadas con el manejo mismo del sistema y de las salidas o resultados que éste proporciona. El mantenimiento y refinamiento del conocimiento. (Bratko, 2001)

Como vemos en [60], CommonKADS permite describir el conocimiento de la solución de problemas en un dominio particular usando niveles de abstracción que posibilitan al ingeniero del conocimiento el detallar el proceso de solución en una forma independiente a la del domino.

La idea principal de esta metodología es agrupar una serie de datos relevantes en modelos separados. En la Figura 17, se presentan diferentes modelos que soportan el análisis del conocimiento en CommonKADS y que constituyen su núcleo.

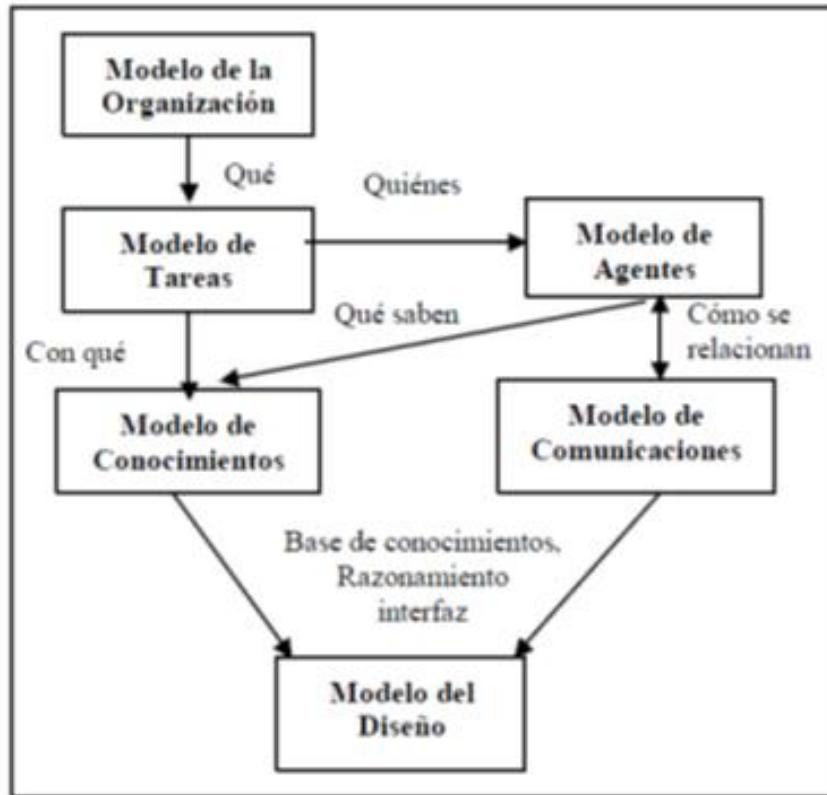


Figura 17. Modelos de CommonKADS

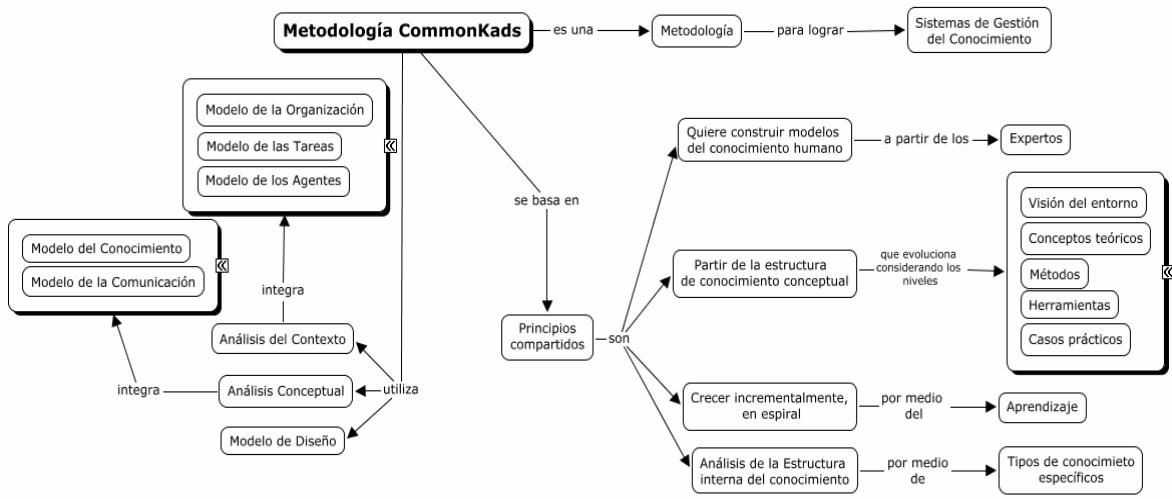


Figura 18. Metodología CommonKADS

### 3.2.7.1. Modelo de Organización

Dicho modelo refleja el análisis de las características principales de una organización con el objetivo de descubrir problemas que pueden ser solucionados por sistemas de conocimiento, establecer su viabilidad y evaluar el impacto que tendrá en el entorno donde se implanten. Ver Figura 19. [71]

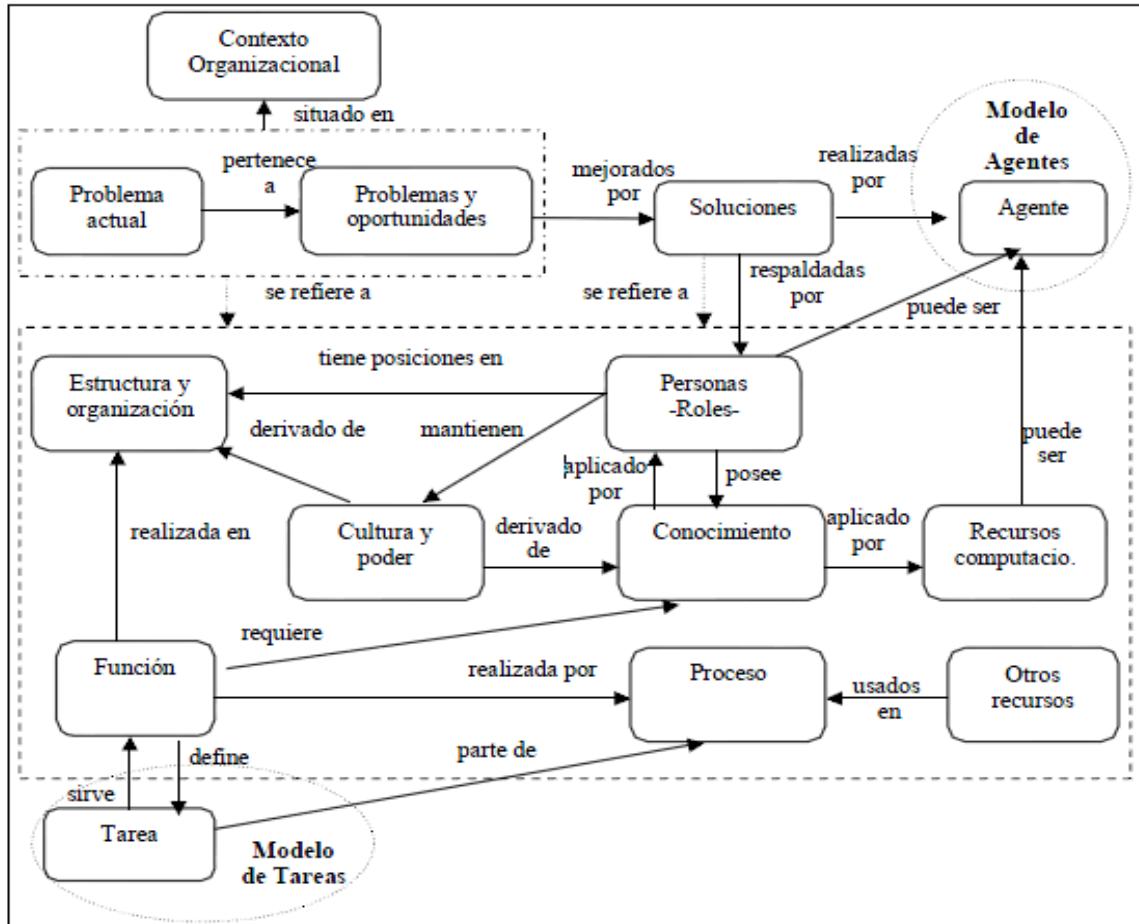


Figura 19. Modelo de la Organización CommonKADS.

Este modelo a modo de resumen nos permite el análisis en la organización e identificación de problemas, se describe una serie de oportunidades e impactos a través de formularios que contienen la descripción de los constituyentes y que permiten que el Ingeniero de Conocimiento refleje fácilmente la información relativa a su organización.

A continuación, se nombra los formularios que pertenecen al Modelo de la Organización (Organization Model - OM) [33]:

- **OM-1:** Identificación en la organización los problemas y oportunidades orientados al conocimiento.
- **OM-2:** Descripción de los aspectos de la organización que tienen impacto o están afectados por la solución de conocimiento escogida
- **OM-3:** Descripción del proceso en función de las tareas en que está compuesto y sus características principales.
- **OM-4:** Descripción del componente de conocimiento del modelo de la organización y sus principales características.
- **OM-5:** Descripción de los aspectos de la organización que tendrán impacto o estarán afectados por la solución escogida del SBC.
- **OM-6:** Lista de chequeo para el documento de viabilidad de la decisión de hacer un SBC.

### 3.2.7.2. Modelo de Tareas

Una tarea es una parte de un proceso de negocios que representa una serie de actividades orientadas a alcanzar un objetivo, llevada a cabo por unos agentes que siguen unos criterios de calidad y rendimiento. La tarea recibe entradas y entrega salidas deseables en una forma estructurada y controlada, consume recursos y requiere (y provee) conocimiento y otras habilidades.

Según C. Duursma [34] se dice “no es posible definir el concepto de tareas en cuanto a las condiciones necesarias y suficientes, pero nosotros somos capaces de describir que clase de actividades y comportamientos se pueden considerar tareas y que pueden ser aplicados muy útilmente en la metodología”.

Los constituyentes de este modelo tarea se ven relacionadas en la Figura 20 y son los siguientes:

- **Tarea:** entidad que representa una tarea del proceso y que es la parte central del modelo.
- **Característica:** refleja una propiedad de la tarea que la caracteriza en cuanto a un lenguaje abstracto.
- **Entorno:** Representa las restricciones formales en la ejecución de la tarea, que son establecidas dentro de la organización, a través de las leyes generales, de reglas comerciales o profesionales.
- **Ingredientes:** Representación de una entrada de la tarea o ingrediente de salida. Un ingrediente describe los contenidos de información que son usados o producidos por la tarea.
- **Capacidad:** Representación de una capacidad necesaria para ejecutar la tarea.

A modo de resumen de este modelo podemos decir que describe las tareas que se realiza en la organización.

Los formularios que se proponen para este modelo son:

- **TM-1:** Descripción refinada de las tareas dentro del proceso objetivo
- **TM-2:** Especificación del conocimiento empleado por una tarea y áreas para mejorar
- **TM-3:** Descripción de las tareas de alto nivel a través de los eventos que afectan.

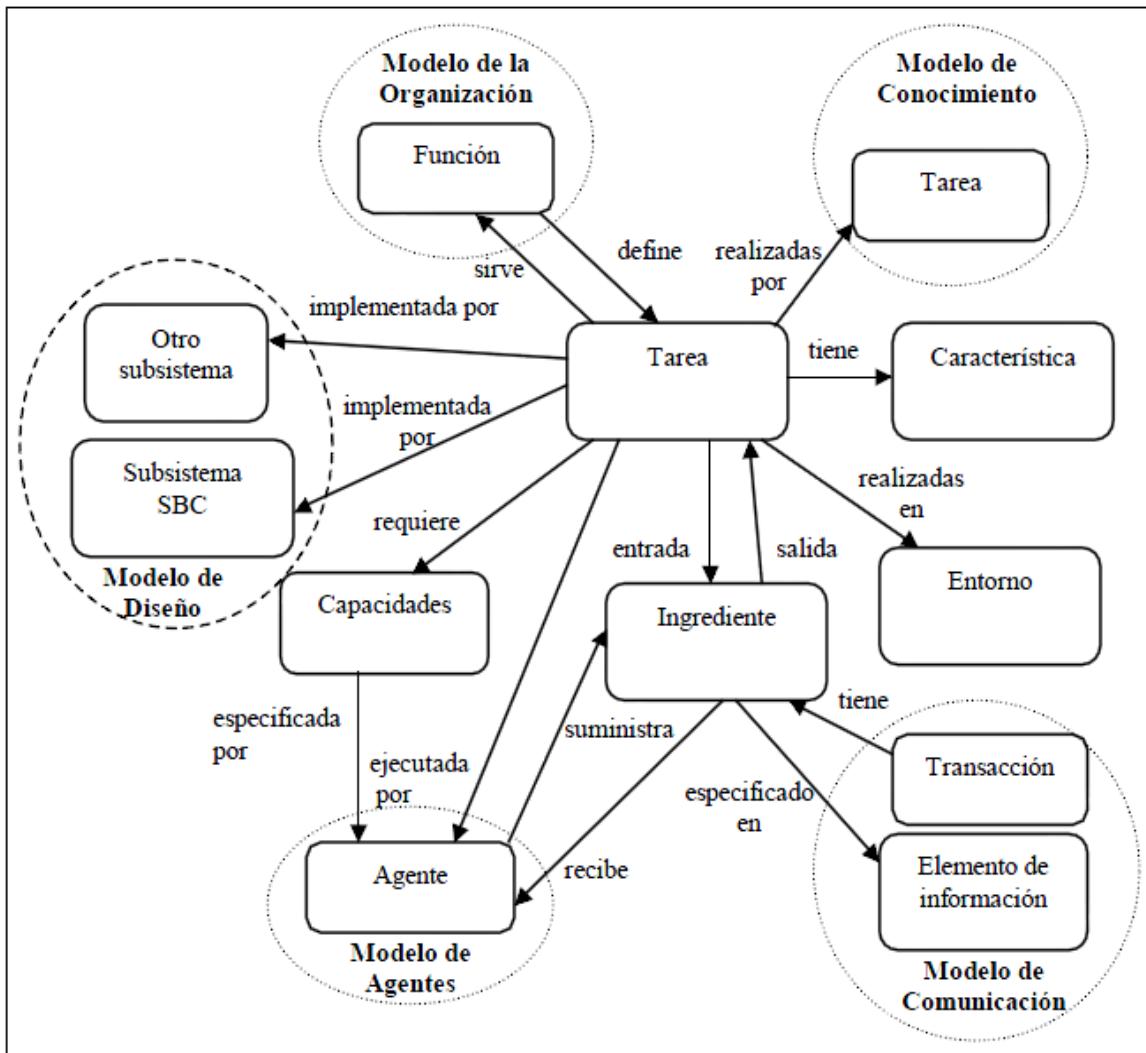


Figura 20. Modelo de Tarea CommonKADS.

### 3.2.7.3. Modelo Agente

Para la metodología [60] CommonKADS un agente es quien ejecuta una tarea. Puede ser un individuo, un sistema de información o cualquier otra entidad capaz de llevar a cabo dicha ejecución. Incluso el SBC por sí mismo es un agente para CommonKADS, lo mismo que el usuario que va a interactuar con él.

La idea de agente que se maneja en CommonKADS es la de actor, no es exactamente la misma que se trabaja en Agentes Inteligentes o en Sistemas Multiagentes.

Este modelo sirve de enlace entre el modelo de tareas, el de comunicación y el de conocimientos para poder modelar las capacidades y limitaciones que los agentes tienen y que están involucrados en la solución de la tarea.

En la Figura 21, se muestra el modelo de agentes de CommonKADS.

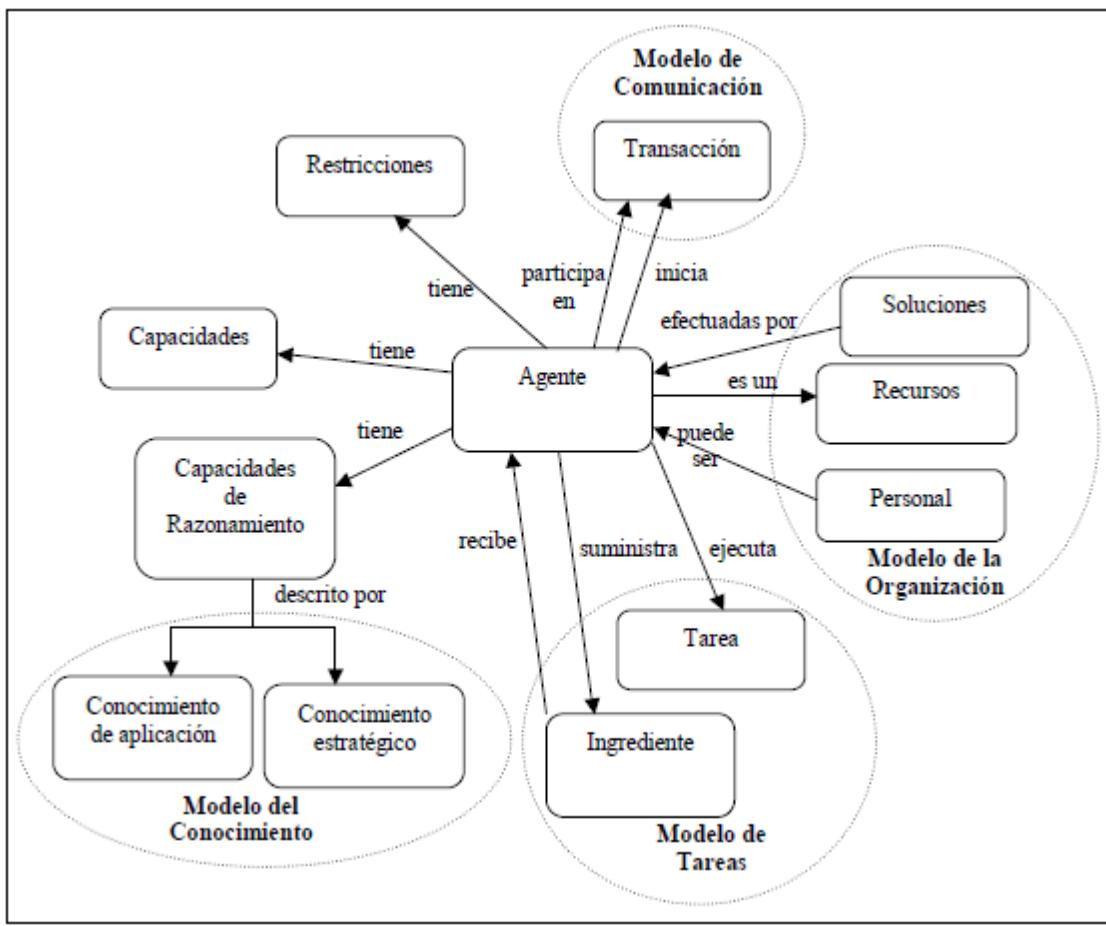


Figura 21. Modelo de Agentes CommonKADS.

A modo de resumen podemos decir entonces que describe las entidades que realizan las tareas (humano, agente software, sistemas software).

Capacidades de razonamiento, habilidades, servicios, sensores, efectores, grupos de agentes a los que pertenece y clase de agente.

El formulario que se propone para este modelo es:

- **AM-1:** Especificación de los agentes del SBC.

#### 3.2.7.4. Modelo de Conocimiento

Su propósito es explicar en detalle los tipos y estructuras del conocimiento usado en la realización de una tarea. Para su definición se ha desarrollado el lenguaje CML2 (CML – Conceptual Modeling Lenguaje) [36] que proporciona todas las estructuras necesarias para especificar los datos y el conocimiento del sistema. La definición que se hace en este lenguaje es independiente de la implementación del mismo. En la figura 22, se muestra el modelo de conocimientos de CommonKADS. Como resumen podemos decir que se necesita de un conocimiento necesario para que los agentes puedan alcanzar sus objetivos.

El formulario que se propone para este Modelo de conocimiento es el siguiente:

- **KM-1:** Lista de comprobación de la documentación del modelo del conocimiento.

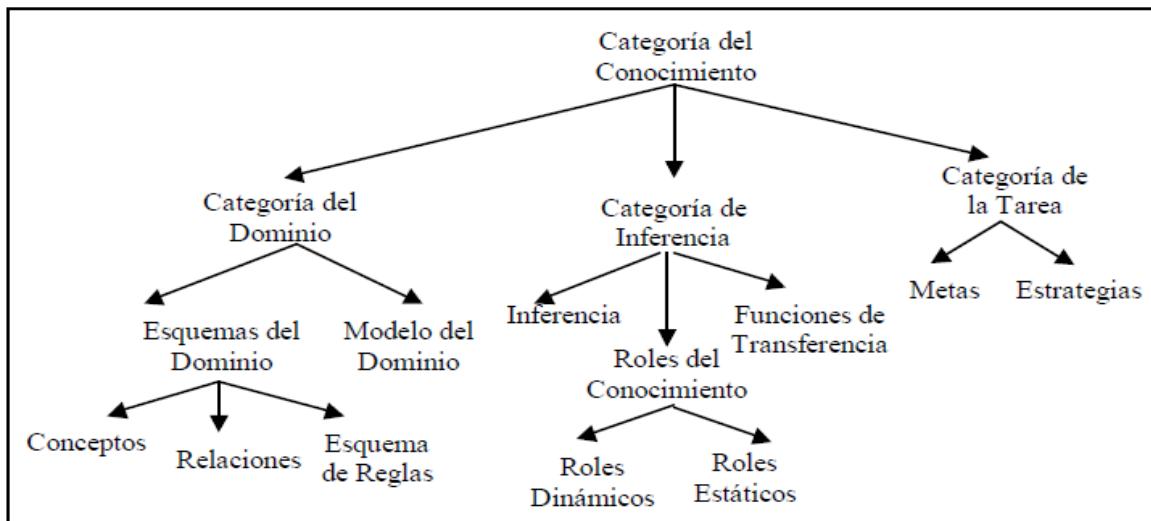


Figura 22. Modelo de Conocimientos CommonKADS.

### 3.2.7.5. Modelo de Comunicación

El principal [60] propósito de este modelo es especificar los procedimientos de intercambio de información para realizar la transferencia de conocimientos entre los agentes que participan en la ejecución de una tarea. Al igual que con el modelo anterior, esto es hecho en una forma conceptual e independiente de su implementación.

En la Figura 23, se presentan los siguientes conceptos de este modelo.

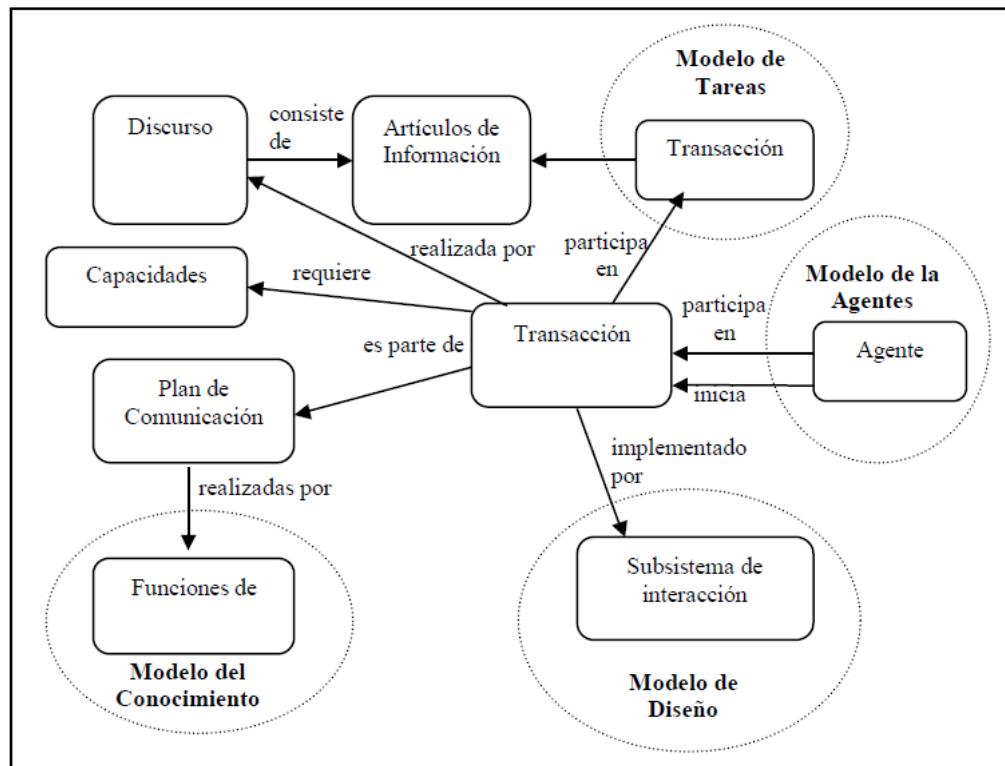


Figura 23. Modelo de Comunicaciones CommonKADS.

A modo de resumen podemos decir que el modelo de comunicaciones CommonKADS especifica las transacciones entre agentes.

Al igual que los modelos anteriores utiliza formularios para facilitar su construcción:

- **CM-1:** Especificación de las transacciones que posibilitan en el diálogo entre dos agentes en el modelo de comunicaciones.
- **CM-2:** Especificación de los mensajes y la información que forman una transacción individual dentro del modelo de comunicaciones. [60]

### 3.2.7.6. Modelo de Diseño

El modelo de diseño proporciona la especificación técnica del sistema en cuanto a la arquitectura, la plataforma de implementación, los módulos de software, los métodos y mecanismos computables, necesarios para implementar las funciones ofrecidas en los demás modelos [71].

El modelo de Diseño CommonKADS tiene cuatro pasos como se observa en la Figura 24.

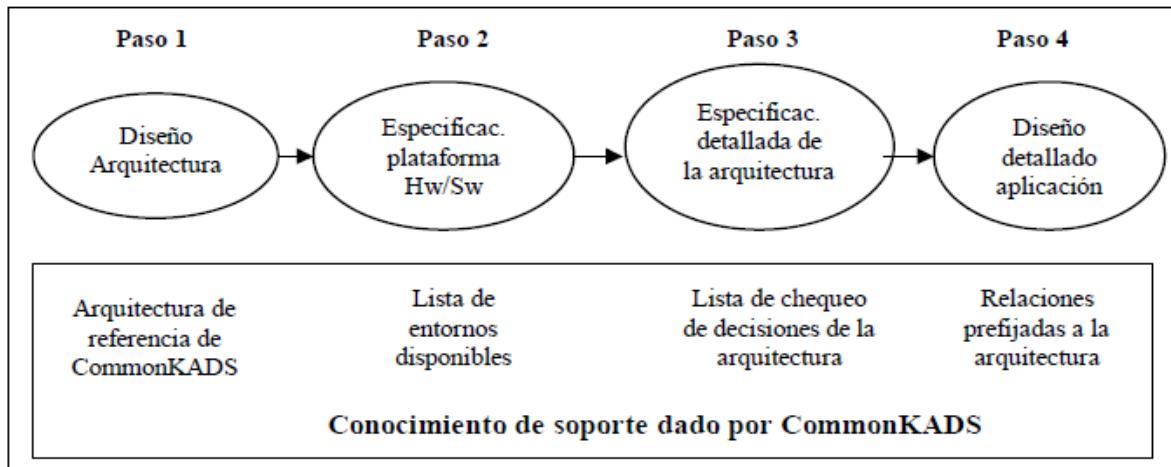


Figura 24. Modelo Diseño CommonKADS.

Diseño de la Arquitectura del sistema define lo que llamaremos la estructura general del software que se construirá y el cual va a estar descompuesto en subsistemas, Descripción de la Arquitectura del Sistema [38].

## 3.3. Taxonomía de los Sistemas Expertos

Los Sistemas Expertos se pueden clasificar en dos grandes campos: los basados en reglas o deterministas y los basados en probabilidades o estocásticos, los primeros son los más estudiados y difundidos.

De acuerdo con [9] la forma en la cual abordan los problemas tenemos los siguientes tipos de SE:

### 3.3.1. Segundo su conocimiento

#### 3.3.1.1. Sistemas Expertos Basados en Reglas

Los sistemas expertos basados en reglas dan solución a problemas deterministas. Se definen partir de un conjunto de objetos, que representan las variables del modelo considerado, ligadas mediante un conjunto de reglas, que representarán las relaciones entre variables [63].

La base del conocimiento [7] contiene el conjunto de reglas que definen el problema según la Figura 25, y el motor de inferencia obtiene las conclusiones enfocado en un mecanismo de razonamiento lógico sobre estas reglas. Es una forma simple y poderosa de representar el conocimiento.

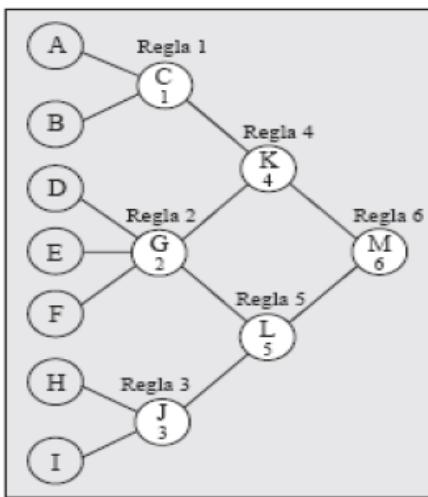


Figura 25. Encadenamiento de Reglas.

### 3.3.1.2. Reglas de Inferencia

Una regla es una afirmación lógica que relaciona uno o más objetos e incluye dos partes, la premisa y la conclusión. Cada una de estas partes consiste en una expresión lógica con una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante los operadores lógicos y, o, o no. (Castillo, Gutierrez, & Hadi)

#### El motor de inferencia

Hay dos tipos de conocimiento en los sistemas expertos probabilísticos:

1. El conocimiento, que está formado por el conjunto de variables y el conjunto de probabilidades asociadas necesarias para construir su función de probabilidad conjunta. Este tipo de conocimiento se almacena en la base de conocimiento.
2. Los datos, que consisten en un conjunto de valores de algunas variables (por ejemplo, síntomas) conocidas por el usuario. A esta información se la conoce con el nombre de evidencia y se almacena en la memoria de trabajo.

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.

### 3.3.1.3. Sistemas Expertos Basados en Probabilidad

Son dos los elementos esenciales que caracterizan a un SE: la base de conocimiento y el motor de inferencia. Con una visión general, se puede decir que, en un SE probabilístico, su base de conocimiento está formada por un conjunto de variables  $X_1, \dots, X_n$  y una distribución de probabilidad conjunta sobre ellas  $P(x_1, \dots, x_n)$ . Por otro lado, el motor de inferencia básico será aquel que nos permita actualizar nuestra información sobre una determinada variable,  $X$ , ante la presencia de un conjunto de hechos, evidencias o síntomas determinados. En teoría de la probabilidad este motor de inferencia nos es más que el cálculo de la probabilidad condicional  $P(X/E)$ . Para poder definir la distribución conjunta de variables, se emplean modelos de redes probabilísticas, entre los cuales tenemos a las redes Markov y de Bayes [7], que parten de una representación gráfica de las relaciones entre las variables, según Figura 26.

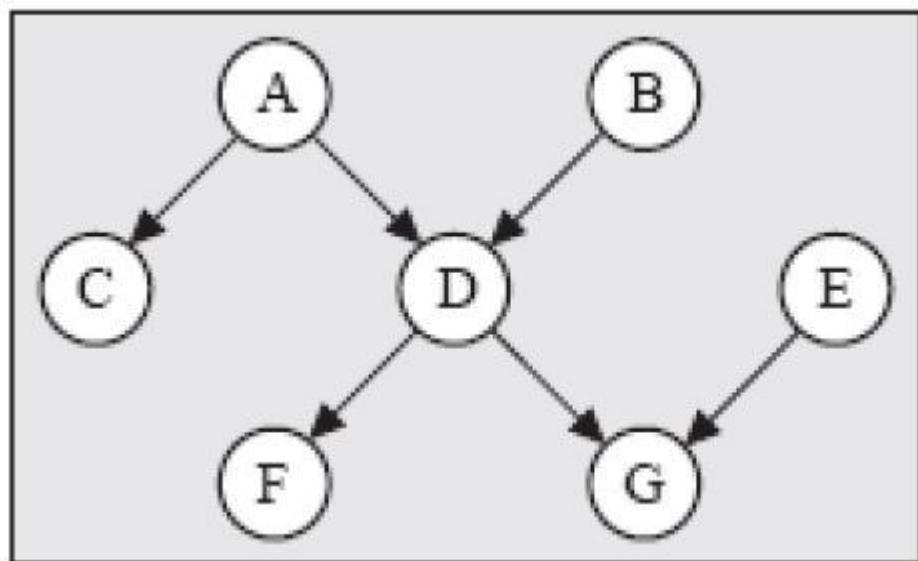


Figura 26. Diagrama Para Construir una Red Bayesiana.

Ejemplo: se utiliza en la medicina, en las relaciones entre síntomas y enfermedades solo con un grado de certeza.

### 3.3.1.4. Redes Bayesianas

Las redes bayesianas están ampliamente aceptadas como herramientas de inteligencia artificial capaces de representar incertidumbre en la resolución de un problema.

En una red bayesiana se considera que cada nodo es independiente de todos los nodos no descendientes dados sus padres. Así, a partir del producto de probabilidades condicionadas se puede obtener la distribución conjunta de probabilidades:

$$P(x_1, \dots, x_i, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | \pi x_i)$$

Las redes bayesianas constituyen una alternativa a los árboles de decisión, por permitir la representación de modelos más complejos de diagnosis o prognosis. En definitiva, no están orientadas solo a la

clasificación, sino que permiten representar modelos complejos entre síntomas, diagnósticos e incluso información genética.

La Red bayesiana es un grafo dirigido a cíclico conexo más una distribución de probabilidad sobre sus variables que cumple la propiedad de separación direccional. El término direccional hace referencia a la asimetría de dicha propiedad que se manifiesta en las propiedades de las redes bayesianas.

Además, pueden tratar información incompleta y, en el proceso de inferencia, permiten comparar de forma sencilla sus resultados con los del experto.

### 3.3.1.5. Clasificador de Redes Bayesianas

Un clasificador es una función que asigna un valor de un atributo discreto, llamado *clase*, a instancias o ejemplos descritos mediante un conjunto de atributos, que pueden ser tanto continuos como discretos. Un sistema experto puede ser utilizado como clasificador.

En el caso de que la base de conocimientos sea una red bayesiana, Figura 3.17 la función de clasificación estará definida a partir de probabilidades condicionadas. Un clasificador que mantiene un equilibrio entre simplicidad y validez es el “clasificador simple aumentado en árbol”, el cual permite como máximo un arco entre atributos de entrada. Para mejorar el comportamiento de un clasificador, a menudo se hace necesaria la selección automática de variables, de forma que aquellas variables que sean superfluas queden eliminadas. (Augmented Naive Bayesian net works, 1990)

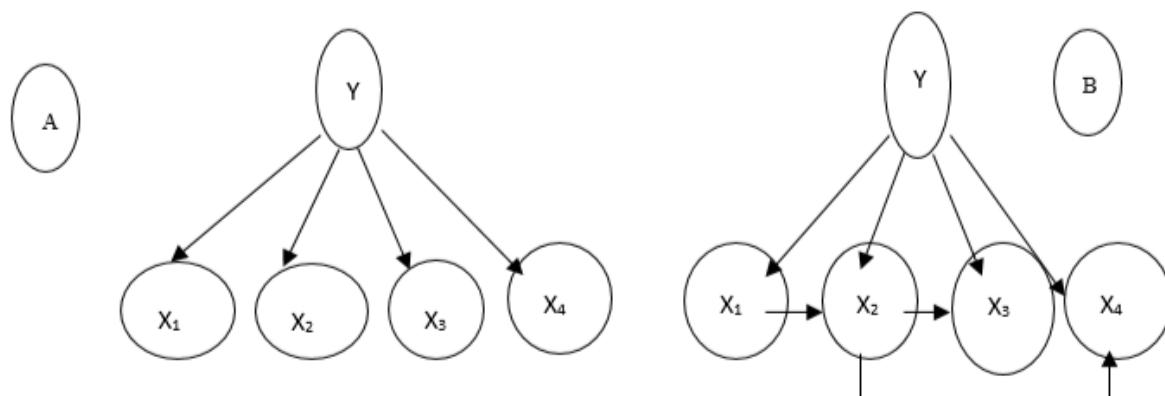


Figura 27. (A) Estructura de un Clasificador Bayesiano Simple. (B) Estructura de un Clasificador Aumentado en Árbol.

### 3.3.1.6. Teorema de Bayes

El teorema de Bayes gobierna el proceso de inferencia lógica, determinando el grado de confianza que debemos tener, con varias posibles conclusiones, basadas en el cuerpo de la evidencia disponible. Esto es exactamente el proceso de razonamiento predictivo.

Se usa para conocer la probabilidad a posteriori de cierta variable de interés dado un conjunto de hallazgos. Las definiciones son:

- Hallazgo. Es la determinación del valor de una variable,  $H = h$ , a partir de un dato.
- Evidencia. Es el conjunto de todos los hallazgos disponibles en un determinado momento o situación:  $e = \{H_1 = h_1, \dots; H_r = h_r\}$ .

- Probabilidad a priori. Es la probabilidad de una variable o subconjunto de variables cuando no hay ningún hallazgo.
- La probabilidad a priori de X coincide, por tanto, con la probabilidad marginal  $P(x)$ .
- Probabilidad a posteriori. Es la probabilidad de una variable o subconjunto de variables dada la evidencia e. La representaremos mediante  $P^*$ :  $P^*(x) = P(x / e)$

### 3.3.1.7. Medición de Calidad

Las medidas de calidad Bayesianas se basan en la filosofía de la estadística Bayesiana (teorema de Bayes y las familias conjugadas en particular). La idea básica de las medidas de calidad Bayesianas consiste en asignar a toda red una calidad que es una función de su probabilidad “a posteriori”. Por ejemplo, una medida de calidad puede definirse como una función que asigna a toda red Bayesiana valores proporcionales a su probabilidad “a posteriori”  $p(B, \theta | S)$ .

### 3.3.1.8. Propagación de Evidencia

Una vez definida la red Bayesiana, el proceso de propagación de evidencia consiste en el cálculo de las funciones de probabilidad de los nodos condicionados a la evidencia observada. Inicialmente, cuando no se conoce evidencia, estas probabilidades son las probabilidades marginales del modelo como se muestra en la figura 28.

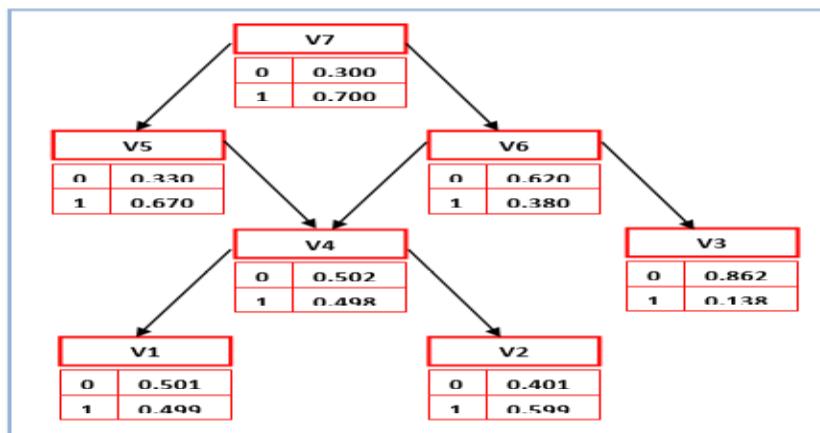


Figura 28. Red Bayesiana. Definición de un Problema.

### 3.3.2. Segundo Funcionalidad

Estos pueden ser: [2]

#### 3.3.2.1. Interpretación

Infiere la descripción de situaciones por medio de sensores de datos. Estos SE usan datos reales, con errores, con ruidos, incompletos.

Ejemplo: Se utiliza en el campo de Aprendizaje-Robótica para medición de temperatura, reconocimiento de voz, análisis de señales.

#### 3.3.2.2. Predicción

Infieren probables consecuencias de situaciones dadas. Algunas veces usan modelos de simulación para generar situaciones que puedan ocurrir.

Ejemplo: En el Sector Agroindustrial se utiliza para predecir daños a cosechas por algún tipo de insecto o plaga.

### **3.3.2.3. Diagnóstico**

Infieren las fallas de un sistema en base a los síntomas. Utilizan las características de comportamiento, descripción de situaciones o conocimiento sobre el diseño de un componente para inferir las causas de la falla.

Ejemplo: En el campo de la medicina se puede diagnosticar enfermedades en base a sistemas.

### **3.3.2.4. Diseño**

Configuración de objetos. Utilizan un conjunto de limitaciones y restricciones para configurar objetos. Utilizan un proceso de análisis para construir un diseño parcial y una simulación para verificar o probar las ideas.

Ejemplos: Configuración de equipos de oficina, equipos de cómputo.

### **3.3.2.5. Planeación**

Diseñan un curso completo de acción, se descompone la tarea en un subconjunto de tareas.

Ejemplos: En el campo de las telecomunicaciones se utiliza para trasferir material de un lugar a otro, comunicaciones, ruteo y en el campo financiero se utiliza para la planificación financiera.

### **3.3.2.6. Monitoreo**

Comparan observadores del comportamiento del sistema con el comportamiento estándar, se compara lo actual con lo esperado.

Ejemplos: en la Medicina se utiliza para asistir a un paciente de cuidados intensivos, en el campo Aéreo-comercial para el tráfico aéreo y en el campo Financiero en el uso fraudulento de tarjetas de crédito.

### **3.3.2.7. Depuración**

Sugieren remedios o correcciones de una falla.

Ejemplo: En el campo de las telecomunicaciones sugerir el tipo de mantenimiento a cables dañados, en la medicina para la prescripción médica a un paciente.

### **3.3.2.8. Reparación**

Sigue un plan para administrar un remedio prescrito. Poco se ha hecho, requiere planeación, revisión y diagnóstico.

### **3.3.2.9. Instrucción**

Diagnóstica, revisan y reparan el comportamiento de un estudiante.

Ejemplo: En medicina lo utilizan para educar a un estudiante, usan un modelo del estudiante y planea la corrección de deficiencias.

### **3.3.2.10. Control**

Gobierna el comportamiento del sistema. Requieren interpretar una situación actual, predecir el futuro, diagnosticar las causas de los problemas que se pueden anticipar, formular un plan para remediar estas fallas y monitorear la ejecución de este.

Ejemplo: Utilizado en la minería y en los bancos, utilizado para el monitoreo con el fin de cumplir con un objetivo dado, a través de interpretar la actual situación, comparar la forma, detectar desviaciones, formular el plan de corrección y monitorear su ejecución.

### **3.4. Lenguajes utilizados para la Construcción de un SE**

#### **3.4.1. LISP**

LISP, acrónimo de lenguaje de Procesamiento de Listas, fue inventado por John McCarthy y su equipo en la Universidad de Stanford a finales de 1950. Originalmente fue creado como un modelo computacional de procesos matemáticos, reflejando el rigor de las propias matemáticas. [14]

LISP actualmente está diseñado para manejar símbolos matemáticos (variables), por lo que es utilizado perfectamente para la investigación en IA, donde un símbolo puede representar cualquier cosa. LISP tiene dos características principales que lo hacen sobresalir de entre los demás lenguajes para IA; primero, es altamente flexible, es decir, es posible escribir un programa LISP para producir cualquier comportamiento deseable de la computadora; segundo, es indefinidamente extensible, lo que significa que si como programador siente que a LISP le falta alguna característica, puede escribir un programa LISP que provea dicha característica y hacer que ese programa forme parte de su LISP personal.

LISP utiliza los siguientes conceptos característicos:

- **Listas y Átomos.** La estructura más importante es la lista. Los átomos pueden subordinarse a cualidades.
- **La Función.** Cada función LISP y cada programa LISP tienen estructura de lista. Los programas no pueden distinguirse sintácticamente de los datos. LISP ofrece sus propias funciones básicas.
- **Forma de Trabajo.** LISP es un lenguaje funcional. Ofrece la posibilidad de realizar definiciones recursivas de funciones. La unión de procedimientos se realiza de forma dinámica, es decir en plena ejecución, no como en otros lenguajes de programación. El sistema realiza automáticamente una gestión dinámica de memoria.
- **Los átomos son números, cadenas de caracteres o símbolos.** Un símbolo puede tener varios valores, al igual que una variable en otros lenguajes de programación, como por ejemplo un número, o también puede ser el nombre de una función, o incluso ambos.

Un componente importante de un sistema LISP es la gestión dinámica de la memoria. El sistema administrará el espacio en la memoria para las listas en constante modificación, sin que el usuario lo deba solicitar. Libera los espacios de memoria que ya no son necesarios y los pone a disposición de usos posteriores.

La necesidad de este proceso se deriva de la estructura básica de LISP, las listas, que se modifican de forma dinámica e ilimitada.

### **3.4.1.1. Componentes de un Sistema LISP. [14]**

Un componente importante de un sistema LISP es la gestión dinámica de la memoria. El sistema administrará el espacio en la memoria para las listas en constante modificación, sin que el usuario lo deba solicitar. Libera los espacios de memoria que ya no son necesarios y los pone a disposición de usos posteriores. La necesidad de este proceso se deriva de la estructura básica de LISP, las listas, que se modifican de forma dinámica e ilimitada.

Además, un sistema LISP abarca bastante más que el solo intérprete del lenguaje LISP. Consta de algunos cómodos módulos que ofrecen ayuda en el desarrollo y control del progreso en programas, como son el Editor, el File-System y el Trace. Por supuesto estos módulos sólo están en versiones de LISP que contengan la conocida interfaz gráfica IDE típica de los modernos lenguajes visuales. (IDE = entorno de desarrollo integrado)

### **3.4.2. CLIPS**

CLIPS es otra herramienta para el desarrollo de SE que ofrece un entorno completo para su construcción basado en reglas y objetos. CLIPS está siendo utilizado por numerosos usuarios como la NASA (que es su creadora), muchas universidades y empresas.

CLIPS viene de (C Language Integrated Production System) y como su nombre indica uno de los objetivos que buscaban sus creadores era la fácil integración con programas en C. Así, al darle una portabilidad con programas en lenguaje C, las universidades que lo usan pueden trasladar fácilmente sus aplicaciones al entorno del agente. [38]

### **3.4.3. ProLog**

ProLog es un lenguaje de programación que se centra alrededor de un conjunto pequeño de mecanismos, incluyendo reconocimiento de patrones, estructuras de datos basadas en árboles y backtracking (retroceso) automático.

Este conjunto pequeño constituye una estructura de programación sorprendentemente poderosa y flexible. ProLog es ideal para resolver problemas que involucren objetos - en particular objetos estructurados – y relaciones entre ellos. Por ejemplo, un ejercicio muy sencillo en ProLog es expresar relaciones espaciales, de la forma: “la esfera azul detrás de la verde”. [34]

### **3.4.4. Smalltalk**

Smalltalk fue el primer lenguaje de programación que fue diseñado para basarse exclusivamente en objetos. Fue originalmente inventado por Alan Kay en Xerox PARC en 1972, pero mucha gente le ha hecho importantes contribuciones al diseño del lenguaje.

Este lenguaje se ha convertido en una opción muy popular en diversos campos como los videojuegos y la Inteligencia Artificial.

Virtualmente todo lo que existe en un sistema Smalltalk es una instancia de una clase particular de objeto y generalmente puede haber tantas instancias como se deseen.

Esto significa que se pueden tener cualquier número de instancias de cualquier característica del sistema activas al mismo tiempo.

### **3.4.5. C Y C ++**

C es uno de los lenguajes de programación más populares en uso. Proporciona un esqueleto estructurado sin límites para la creatividad del programador; una de las ventajas de C sobre otros lenguajes usados para investigación en IA es que es un lenguaje estructurado y, además, si su aplicación no requiere usar la técnica Backtracking ni los recursos de una base de datos, estos no se convierten en un peso extra que debe soportar la aplicación.

No hay una sola técnica de IA que no pueda ser desarrollada en un lenguaje procedimental como lo es C. De hecho, el desarrollo de ciertas rutinas es en verdad más claro en C que un lenguaje de IA. En cuanto a C++ se puede decir que es una extensión orientada a objetos de C, la cual permite utilizar la metodología orientada a objetos para la creación de diversos sistemas y programas, incluso los de IA.

## **3.5. Herramientas**

Inicialmente cada SE que se creaba se construía a partir de un lenguaje de IA tal como LISP. Pero después de que muchos SE, se construyeron así, quedo claro que estos sistemas estaban construidos como un conjunto de representaciones declarativas (reglas) combinado con un intérprete de estas representaciones; también quedo claro que era posible separar el intérprete del conocimiento específico del dominio y por lo tanto se podían crear sistemas que podían ser usados para construir nuevos SE agregando simplemente conocimiento correspondiente al dominio del nuevo problema. Así nacieron los shells los cuales sirven como base para muchos SE, ya que proporcionan mucha flexibilidad en representación del conocimiento y razonamiento, así como adquisición de conocimiento. [35]

A continuación, se mencionan algunos de los principales shells de SE, que como ya se mencionó, son SE sin su base de conocimiento, es decir, se pueden utilizar de forma genérica para cualquier tema.

### **3.5.1. Gold Works II**

Esta herramienta de programación creada por Gold Hill Computers Inc. se ejecuta bajo LISP y utiliza la metodología orientada a objetos. Este programa corre en computadoras IBM compatibles, Macintosh y estaciones de trabajo Sun.

Las características que realzan a este programa incluyen una herramienta dinámica de gráficos que permite la creación de imágenes activas, así como también permite desarrollar interactivamente interfaces gráficas dinámicas sin tener que escribir ni una línea de código; también se incluyen visores orientados a gráficos para marcos, reglas y afirmaciones (aserciones). Se integra fácilmente con C.

### **3.5.2. ART**

ART es una herramienta que tiene un número de características poderosas para el desarrollo de SE, por ejemplo, permite la construcción de varios escenarios o mundo hipotéticos, los cuáles pueden ser explorados automáticamente para determinar su deseabilidad. De esta forma varios escenarios alternos pueden ser explorados para probar un plan estratégico dado con un conjunto de sentencias dado.

La característica de esquema es otro aspecto de este programa el cual provee una representación orientada a objetos para sistemas que solucionan problemas basados en conocimientos.

### **3.5.3. LOOPS**

LOOPS fue desarrollado en el Xerox PARC en 1983. Una de las ideas centrales en el diseño del ambiente LOOPS es proveer un sistema de programación de IA que pueda soportar una estructura de múltiples paradigmas que permitan tantas opciones de entre paradigmas de programación como sea posible. La versión actual soporta cuatro paradigmas de programación principales: el paradigma orientado a objetos, el paradigma basado en reglas, el paradigma orientado a accesos y el paradigma procedural normal.

Como cualquier otro sistema de programación orientado a objetos, LOOPS permite la creación de jerarquías de clases e instancias de dichas clases.

### **3.5.4. KEE**

KEE, acrónimo de Ambiente de Ingeniería del Conocimiento, de IntelliCorp es una de las herramientas de desarrollo orientados a objetos de SE más avanzada en la actualidad.

Hoy en día tiene un considerable uso en esfuerzos mayores de desarrollo tanto en el sector comercial como en el gobierno.

Las funciones en KEE se implementan como extensiones de LISP, de manera que todo el vocabulario del lenguaje LISP puede usarse en conjunción con las funciones predefinidas. El sistema entero está construido en una estructura de objetos, que en el ambiente son llamados unidades.

### **3.5.5. HUMBLE**

Humble es un Shell orientado a objetos para SE escrito en Smalltalk que combina reglas con encadenamiento hacia delante y hacia atrás con representación de objetos, paso de mensajes y uso de objetos. Las reglas de sintaxis usadas en Humble son una versión modificada de la sintaxis de Smalltalk. A diferencia de la mayoría de los shells, Humble tiene la capacidad de construir bloques if - then - else. La característica principal de Humble es que las reglas operan sobre entidades. Las entidades son un importante tipo de objeto que tiene una representación específica. En las aplicaciones las entidades se categorizan en un número de tipos diferentes los cuales son definidos por el desarrollador o por el Ingeniero de conocimientos.

### **3.5.6. EMYCIN**

EMYCIN es acrónimo de Empty MYCIN (MYCIN vacío); este shell fue creado a partir de MYCIN, uno de los SE más exitosos en la época de los setentas. Se construyó con el fin de que fuera usado para otros fines, además del diagnóstico de enfermedades en la sangre (objetivo para el cual fue creado). Este shell utiliza un lenguaje, llamado ARL, el cual es una notación de Algol y provee facilidades para monitorear el comportamiento de reglas.

Sin embargo, es difícil distinguir diferentes tipos de conocimiento (no se puede hacer diferencia entre conocimiento de control y conocimiento acerca de los valores esperados de los parámetros), por lo que el agregar una nueva regla también se vuelve un proceso complicado. [70]

### 3.6. Evaluación Comparativa entre las Herramientas Tecnológicas

Se presentan a continuación una serie de indicadores los cuales se obtuvo en base a la literatura del Estado del Arte de la Metodología CommonKADS.

#### 3.6.1. Indicadores

- **Identificación de la tarea:**

Indica lo comprensible que será la metodología a la hora de trabajar con ella.

- **Consumo de recursos:**

Específica a que grado la metodología puede consumir los recursos (fuentes de conocimiento, facilidades computacionales, tiempo de desarrollo) para el proyecto. Según Figura 29

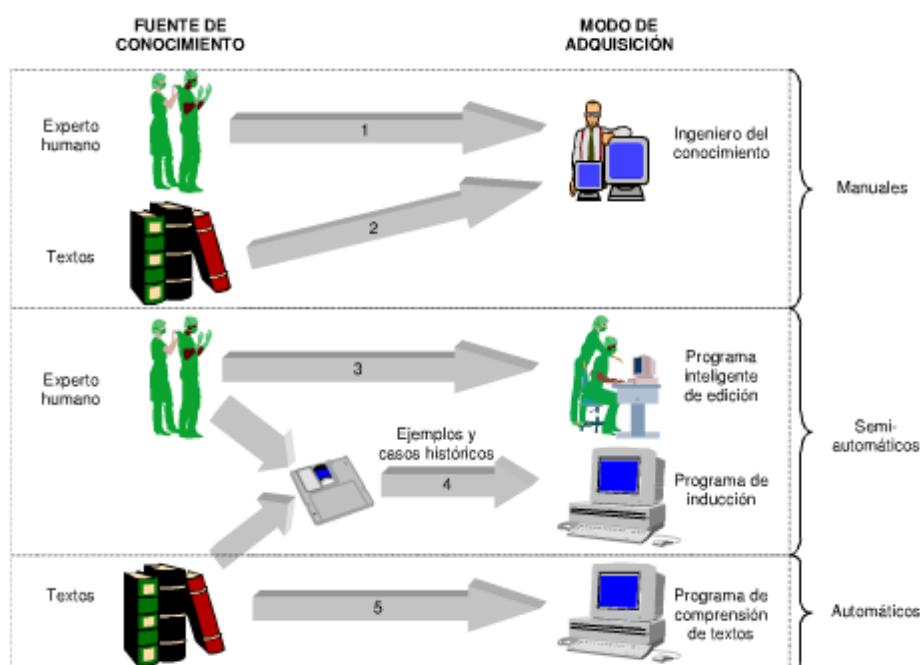


Figura 29. Técnicas Empleadas en la Adquisición de Conocimiento.

- **Duración de los procesos de adquisición [24]:**

Indica si los procesos de la metodología son conjunto en relación con la duración son convenientes para el tamaño del proceso.

- **Possibilidad de éxito:**

Indica el éxito que la metodología tuvo en el desarrollo de otros proyectos.

- **Ampliaciones futuras:**

Permite saber si la metodología es capaz de ofrecer al proyecto la posibilidad de expandirse a futuras necesidades.

- **Dependencia del prototipo:**

Nos permite saber si la metodología puede avanzar sin la necesidad de algún prototipo.

- **Ensayo en paralelo:**

Permite saber si la metodología tiene la posibilidad de avances en paralelo de las tareas.

- **Precisión:**

Permite especificar el nivel de acercamiento que tiene los datos respecto a la pendiente que arroja el programa para una predicción segura, mientras los datos se acercan más a la pendiente son más exactos.

- **Prueba:**

Se evalúa el rendimiento del prototipo construido, identificando errores existe 2 posibilidades que genere errores y que no genere errores.

### 3.6.2. Cuadro de Valores de Indicadores de Metodología

En la tabla 13, se muestra un cuadro con los valores de los indicadores de metodologías.

Indicador	Valor	Descripción	Peso
Identificación de la tarea	Si	La tarea asociada es comprensible de ser tratada con la metodología indicada	1
	No	La tarea asociada no es comprensible de ser tratada con la metodología indicada	0
Consumo de recursos	Alto	Consumo los recursos necesarios para nuestro propósito	3
	Medio	Consumo muchos recursos para nuestro propósito	2
Duración de procesos	Bajo	No indica	1
	Alto	Los tiempos son convenientes para el tamaño del proceso	3
Posibilidad de éxito	Medio	Los tiempos son intermedios para el tamaño del proceso	2
	Bajo	Los tiempos no son los adecuados para el tamaño del proceso	1
Ampliaciones futuras Diseño del prototipo	Si	Indica el éxito que ha tenido la metodología en otros proyectos	1
	No	No indica	0
Dependencia del prototipo	Si	A futuro se puede expandir	1
	No	No es posible una expansión a futuro	0
Ensayo en paralelo	Alto	Construcción rápida de un prototipo de demostración que nos permita comprobar la viabilidad de la metodología	2
	Bajo	Construcción lenta de un prototipo de demostración que nos permita comprobar la viabilidad de la metodología	1
Precision	Si	Si necesita de un prototipo	1
	No	No necesita de un prototipo	0
Prueba	Si	Nos permite realizar avances en paralelo	1
	No	No permite realizar avances en paralelo	0
Exacto	Exacto	Nivel normal de exactitud	3
	Optimo	Se acerca a los valores de lo establecido	2
Impreciso	Impreciso	No es exacto	1
	Alto	Se evalúa el rendimiento del prototipo construido, identificando errores, no se generan errores al utilizar la metodología con respecto al caso	2
	Bajo	Se evalúa el rendimiento del prototipo construido, identificando errores, no se generan errores al utilizar la metodología con respecto al caso	1

Tabla 13. Cuadro de valores de indicadores Metodología.

### 3.6.3. Tabla Comparativa de Metodologías

En la tabla 14 se muestra una comparación entre las metodologías más adecuadas para nuestro sistema.

INDICADORES DE EVALUACION	BUCHANAN	GROVER	IDEAL	WEISS Y KULIKOWSKI	COMMONKADS
Identificacion de la tarea	SI	SI	NO	SI	SI
Consumo de recursos	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA	ALTO
Duracion de los procesos	MEDIA	ALTO	MEDIA	MEDIA	ALTO
Posibilidad de éxito	SI	SI	SI	SI	SI
Ampliaciones futuras	NO	NO	SI	SI	SI
Diseño del prototipo	BAJO	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO
Dependencia del prototipo	SI	SI	SI	SI	SI
Ensayo en paralelo	NO	NO	NO	SI	SI
Precision	OPTIMO	OPTIMO	OPTIMO	OPTIMO	EXACTO
Prueba	BAJO	B	B	ALTO	ALTO
Respuesta	11	12	12	17	19

Tabla 14. Evaluación comparativa de las metodologías propuestas.

### 3.7. Aplicaciones

En el presente capítulo se muestra una visión de conjunto de la aplicación de los sistemas expertos en el dominio de diferentes áreas. Así mismo se pone de relieve el impacto significativo que tiene los SE en las diferentes áreas y al grado de apoyo que ofrecen.

En la tabla 15 se muestran los modelos funcionales de los sistemas expertos, junto al tipo de problema que intentan resolver y algunos de los usos concretos a que se destinan.

Actualmente en cualquier campo se pueden utilizar Sistemas Expertos. Como detallaremos a continuación:

Categoría	Tipo de problema	Uso
Interpretación	Deducir situaciones a partir de datos observados.	Análisis de imágenes, reconocimiento del habla, inversiones financieras.
Predicción	Inferir posibles consecuencias a partir de una situación	Predicción meteorológica, previsión del tráfico, evolución de la bolsa.
Diagnóstico.	Deducir fallos a partir de sus efectos.	Diagnóstico médico, detección de fallos en electrónica.
Diseño	Configurar objetos bajo ciertas especificaciones.	Diseño de circuitos automóviles, edificios, etc.
Planificación	Desarrollar planes para llegar a unas metas.	Programación de proyectos e inversiones, planificación militar.
Monitorización o supervisión.	Controlar situaciones donde hay planes vulnerables.	Control de centrales nucleares y factorías químicas.
Depuración	prescribir remedios para funcionamientos erróneos.	Desarrollo de software y circuitos electrónicos.
Reparación	Efectuar lo necesario para hacer una corrección.	reparar sistemas informáticos automóviles, etc.
Instrucción	Diagnóstico, depuración y corrección de una conducta.	Corrección de errores, enseñanzas.
Control.	Mantener un sistema por un camino previamente trazado. Interpreta, predice y supervisa su conducta.	estrategia militar, control de tráfico aéreo.
Enseñanza	Recoger el conocimiento y mostrarlo.	Aprendizaje de experiencia.

Tabla 15. Modelos funcionales de los sistemas expertos.

#### 3.7.1. Agricultura

El centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), utiliza Sistema Experto para el diagnóstico de plagas insectiles de maíz en Centro América.

El Sistema Experto es capaz de diagnosticar insectos de plagas de maíz, por medio de seis módulos de inferencia. Se usa como criterios: la fenología de la planta, órgano de la planta dañado, forma general del insecto y la familia del insecto. Además, el Sistema Experto puede dar información adicional del insecto sobre sinónimias, nombre común, ciclo de vida, daño, situación de la plaga, y control [46].

### **3.7.2. Educación [8]**

Muchos de los aplicativos de Sistemas Expertos se incrustan en sistemas tutores inteligentes. A nivel educativo es considerado muy importante el hecho de incorporarlas a procesos de enseñanza de aprendizaje, ya que mediante los Sistemas Expertos se puede imitar el raciocinio, toma de decisiones, capacidades y formas de representar el conocimiento y aprendizaje humano.

### **3.7.3. Medicina [27]**

Los SE enfrentan tareas tales como la resolución de problemas, razonamiento automático y aprendizaje automático. Es típico el estudio de estos sistemas inteligentes en dominios específicos del conocimiento, como la medicina.

Los programas en esta área se pueden clasificar en:

- **Métodos de contestación prefijada**, formados por algoritmos aritméticos lógicos, en los cuales el control y el conocimiento están juntos y están escritos en lenguajes procedimentales.
- **Métodos estadísticos** que se clasificaban en Bayesianos, de análisis discriminantes y análisis secuencial.

En el campo de la medicina, se refiere principalmente a la construcción de programas de Inteligencia Artificial, como soporte para la toma de decisiones para recordarles a los doctores las opciones o los resultados a considerar en caso olviden algún diagnóstico, o lo utilizan como soporte.

### **3.7.4. Gestión Ambiental**

En este campo las aplicaciones en realidad son un rentable sistema integrado de monitoreo ambiental para la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, así como el sistema de gestión de bases del medio ambiente. En Malasia, varios proyectos de diversa categoría requieren Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) informes debidamente aprobados por el Departamento de Medio Ambiente (DOE) antes de su aplicación. [29]

### **3.7.5. Contabilidad [18]**

Las actividades administrativas, financieras y contables también son campos en los que se pueden aplicar los sistemas expertos, pues se realizan muchas de las tareas antes descritas y, además, éstas cumplen la mayoría de los requisitos que son necesarios para poder desarrollar un sistema experto (las tareas requieren conocimiento especializado, existen auténticos expertos en la materia, los expertos son escasos, la pericia necesita ser localizada en distintos lugares, la mayoría de las tareas requieren soluciones heurísticas).

Ahora bien, no en todas las tareas que se realizan en el campo de la contabilidad y las finanzas es necesario utilizar los sistemas expertos.

### **3.7.6. Planificación Financiera e Industria de los Servicios Financieros**

Planificación financiera corporativa, planificación financiera personal, análisis de inversiones, gestión de tesorería, mercado de valores, seguros, banca, concesiones de crédito, etc.

Los SE enfocados a la planificación financiera tienen sus principales aplicaciones en:

- Análisis de mercados.

- Análisis de riesgos y tasación de seguros.
- Aplicaciones de impuestos y tasas.
- Asesoría jurídica y fiscal.
- Ayuda a la correcta realización de operaciones bancarias.
- Concesión de créditos y préstamos.
- Evaluación de riesgos de gestión de cartera.
- Gestión del personal.
- Planes de inversión de capitales.
- Planes de pensiones.
- Previsión de los tipos de interés.
- Previsión en las fluctuaciones en el mercado de divisas.
- Supervisión de los estados financieros.
- Valoración de la situación financiera de una empresa o cliente.
- Verificación de firmas.

### **3.7.7. Auditoria**

Como consecuencia de los grandes cambios producidos en las empresas por el avance tecnológico actual, el trabajo de auditoria se ha visto modificado considerablemente, caracterizándose básicamente por los siguientes rasgos: aumento creciente de las normas y procedimientos de auditoria; normas y procedimientos de auditoria cada vez más complejos; cambios en las normas de ética profesional, que exigen un mayor control y una mayor calidad en la realización de los trabajos de auditoria; mayor competición entre las empresas de auditoría, resultando, como consecuencia de ello, unos honorarios de auditoría más bajos; ofrecimiento al cliente de nuevos servicios (asesoramiento fiscal, informático); desarrollo de nuevos tipos de auditoría (auditoría de gestión operativa, auditoría informática, auditoría medioambiental).

### **3.7.8. Militar**

Las aplicaciones se centran en:

- Elección inteligente de contramedidas electrónicas con el fin de obtener la máxima efectividad con unos recursos limitados.
- Guiado de vehículos y proyectiles de forma semiautomática.
- Planificación estratégica.
- Reconocimiento automático de blancos y valoración de los mismos.
- Reconocimiento de planes del enemigo.
- Interpretación de señales provenientes de sensores.
- Optimización de carga.

### **3.7.9. Industria [40]**

Los SE en la industria se aplican principalmente en:

- Diagnóstico de control de calidad.

- Detección y actuación en caso de alarmas y emergencias.
- Configuración de equipos y sistemas bajo demanda.
- Generación de especificaciones y manuales de utilización, mantenimiento y reparación de sistemas fabricados bajo demanda.
- Control de procesos industriales.
- Gestión optima de los recursos.

### **3.7.10. Electrónica, Informática y Telecomunicaciones**

Las aplicaciones principales de los SE son:

- Diseño de circuitos de alto grado de integración.
- Sistemas inteligentes de autodiagnóstico contenidos.
- Configuración de equipos y sistemas.
- Control de redes de comunicación.
- Programación automática.
- Ajuste de equipos y sistemas.
- Optimización de programas de computadoras.

### **3.7.11. Robótica**

Aun cuando los robots no son como se les muestra en las películas, realmente pueden llegar a realizar actividades sorprendentes, sobre todo si son utilizados en la fabricación de productos, donde las tareas son repetitivas y aburridas.

Los robots son muy solicitados en ambientes peligrosos para el ser humano, como en el manejo de explosivos, altas temperaturas, atmósfera sin la cantidad adecuada de oxígeno y en general bajo cualquier situación donde se pueda deteriorar la salud.

La mayoría de los robots tienen un brazo con varias uniones móviles y partes prensiles, donde todos sus elementos son controlados por un sistema de control programado para realizar varias tareas bajo una secuencia de pasos preestablecidos.

Los investigadores de IA pretenden adicionar al robot métodos y técnicas que le permitan actuar como si tuviera un pequeño grado de inteligencia, lo cual pretenden lograr con la conjunción de todas las áreas de la IA.

### **3.7.12. Aeronáutica**

Un impacto significativo de los Sistemas Expertos es en la aeronáutica, los Sistemas Expertos apoyan a los pilotos a realizar prácticas de simulación, control, vuelos, diagnósticos, entrenamiento, etc.

#### **• Simulación:**

Las prácticas de simulación en la Ingeniería aeronáutica son de vital importancia, en este sentido los Sistemas Expertos permiten apoyar de forma más precisa los procesos de simulación que llevan a cabo los practicantes y futuros pilotos. Las prácticas de simulación evitan graves accidentes, es decir los practicantes durante su entrenamiento no usarán aviones o naves reales, sino arquitecturas electrónicas y sistemas que simulan estas naves, es aquí precisamente donde los Sistemas Expertos apoyan estas

labores, otorgando a los practicantes conocimiento sobre mecanismos de vuelo, control, solución de problemas, etc.

- **Diagnósticos:**

Esta es una de las tareas que desempeñan muy bien los Sistemas Expertos, ya que estos permiten tener siempre un control, el Sistema en este aspecto juega un papel muy importante, ya que será un asistente con una carga masiva de conocimiento que permitirá detectar y solucionar las fallas del avión o nave. El experto humano no siempre tiene de forma clara el conocimiento, ya que el conocimiento en muchas ocasiones tiende a ausentarse de la mente debido a factores como miedo, presión, estrés, etc.

### **3.8. Aplicativos**

A continuación, se hace una compilación de Sistemas Expertos que han sido desarrollados para incrementar su eficiencia en sus procesos, en el desempeño humano y así poder incrementar su productividad para ser más competitivas.

Particularizando las aplicaciones en ramas específicas del conocimiento, se han desarrollado un gran número de Sistemas Expertos que actúan en distintas áreas, algunos simplemente en diseño teórico; otros, con aplicación real en el campo productivo de la organización.

Según el problema a resolver, los ámbitos de aplicación en los que más se han utilizado los Sistemas Expertos son los siguientes:

#### **3.8.1. DENDRAL**

Dendral es el nombre de un sistema experto desarrollado por Edward Feigenbaum y otros programadores en la Universidad de Stanford, a mediados de los años 60.

Fue el primer sistema experto en ser utilizado para propósitos reales, al margen de la investigación computacional, y durante aproximadamente 10 años, el sistema tuvo cierto éxito entre Químicos y Biólogos, ya que facilitaba enormemente la inferencia de estructuras moleculares, dominio en el que Dendral estaba especializado.

Inicialmente escrito en Lisp, su filosofía de trabajo se aleja de las estructuras clásicas de los sistemas expertos más típicos (como Mycin o XCon), ya que su implementación no separaba de forma explícita el conocimiento del motor de inferencia.

Sin embargo, pronto se convirtió en uno de los modelos a seguir por muchos de los programadores de sistemas expertos de la época.

#### **3.8.2. MYCIN**

Mycin es un sistema experto desarrollado a principios de los años 70 por Edgar Shortliffe, en la Universidad de Stanford. Fue escrito en Lisp, e inicialmente estaba inspirado en Dendral, otro sistema experto que tuvo cierto éxito a finales de los años 60. Su principal función consistía en el diagnóstico de enfermedades infecciosas de la sangre; además, Mycin era capaz de “razonar” el proceso seguido para llegar a estos diagnósticos, y de recetar medicaciones personalizadas a cada paciente (según su estatura, peso, etc.).

- **Método.** El funcionamiento de Mycin se basaba principalmente en un sencillo motor de inferencia, que manejaba una base de conocimiento de aproximadamente 500 reglas.

El programa capturaba las entradas a partir de una serie de preguntas (como, por ejemplo, ¿Tiene el paciente molestias en el pecho?, o ¿Ha sido operado el paciente anteriormente?), que usualmente respondía el médico del paciente.

Tras este proceso, Mycin mostraba la salida por pantalla, que consistía en una serie de posibles enfermedades (ordenadas por su probabilidad asociada), la explicación del porqué de cada uno de estos diagnósticos, y una serie de recomendaciones sobre el tratamiento a seguir por el paciente. Para calcular la probabilidad de cada uno de los resultados, los autores desarrollaron una técnica empírica basada en factores de certeza.

- **Resultados.** Las investigaciones realizadas por la Stanford Medical School, desvelaron que Mycin tuvo una tasa de aciertos de aproximadamente el 65%, lo cual mejoraba las estadísticas de la mayoría de los médicos no especializados en el diagnóstico de infecciones bacterianas (dominio en el que Mycin estaba especializado), que ejercían la profesión en aquellos años. Los médicos que trabajaban exclusivamente en este campo conseguían una tasa del 80%.

- **Actualidad.** Poco a poco Mycin fue cayendo en desuso, debido principalmente a alguna de las debilidades que el programa presentaba, y también, por cuestiones éticas y legales que surgían al volcar la responsabilidad de la salud de una persona a una máquina (por ejemplo, si Mycin se equivocaba en algún diagnóstico, ¿quién asumía la culpa, el programador o el médico?).

### 3.8.3. XCON

XCON es un Sistema Experto para configuraciones desarrollado por la Digital Equipment Corporation. Según los deseos individuales del cliente se configuran redes de ordenadores VAX. Ya que el abanico de productos que se ofrecen en el mercado es muy amplio, la configuración completa y correcta de un sistema de estas características es un problema de gran complejidad.

Las funciones de este Sistema Experto son las siguientes:

- ¿Pueden conjugarse los componentes solicitados por el cliente de forma conveniente y razonable?
- ¿Los componentes de sistema especificados son compatibles y completos?

Las respuestas a estas preguntas son muy detalladas. XCON es capaz de comprobar y completar los pedidos entrantes mucho más rápido y mejor que las personas encargadas hasta ahora de esa labor.

### 3.8.4. SINAC

Sistema de ayuda a la toma de decisiones, se trata de sistemas que a partir de un problema determinado sugieren la solución que consideran más idónea a partir del conocimiento incluido en el sistema. Actualmente este sistema funciona en España. Se procede al desarrollo del Sistema de Información Normativo Aplicado al Control (SINAC) fruto de la colaboración entre la Intervención General de la Administración del Estado y la Dirección General de Informática Presupuestaria. Su función primordial consiste en ayudar en la fiscalización y control de la actividad económica del Sector Público.

### **3.8.5. MAGERIT**

Elaborada por un equipo interdisciplinario del Comité Técnico de Seguridad de los Sistemas de Información y Tratamiento Automatizado de Datos Personales, SSITAD, del Consejo Superior de Informática y que consiste en un método formal para investigar los riesgos que soportan los Sistemas de Información, y para recomendar las medidas apropiadas que deberían adoptarse para controlar estos riesgos; por tanto, permite aportar racionalidad en el conocimiento del estado de seguridad de los Sistemas de Información y en la introducción de medidas de seguridad.

### **3.8.6. RICE-CROP DOCTOR**

Encargado en la trata de arroz previniendo las plagas y la pérdida de la cosecha buena. Las plagas han sido incluidas en el sistema de identificación y sugerir medidas preventivas y curativas. Las enfermedades se incluyen añublo del arroz, manchas de color marrón, tizón de la vaina, el virus del tungro del arroz, hongos falso carbón, tizón foliar bacteriana, la enfermedad de pudrición de la vaina y la deficiencia de zinc.

Las plagas se incluyen los barrenadores del tallo, mosca de la agalla del arroz, la tolva de la planta marrón, una carpeta de hojas de arroz, la tolva de la hoja verde y de errores Gundhi. [20]

### **3.8.7. AGREX**

El Sistema Experto fue creado para ayudar al personal de campo agrícola asesorar oportuna y correcta a los agricultores. Estos Sistemas Expertos encuentran un amplio uso en los ámbitos de aplicación de fertilizantes, protección de cultivos, la programación del riego, y el diagnóstico de enfermedades en arroz y la tecnología postcosecha de frutas y verduras.

### **3.8.8. DSS4AG**

El Sistema de Soporte de Decisiones para la Agricultura (DSS4Ag) es un Sistema Experto desarrollado específicamente para la Agricultura, utiliza la Inteligencia Artificial de última generación. Este Sistema Experto ayuda a los agricultores para desarrollar su propia experiencia que a su vez servirá para aumentar la producción y la productividad de la agricultura.

Los Sistemas Expertos deben estar disponibles en las cabinas del pueblo que actúan como centro de información de recursos para los agricultores de las aldeas.

### **3.8.9. CADET**

Cadet es un equipo basado en los resultados clínicos de soporte de decisiones para la temprana detección del cáncer. Evaluación del riesgo del cáncer y la detección precoz están sujetos a serias limitaciones relacionadas principalmente con factores humanos y de las características de los datos en cuestión. Para ayudar a superar estos problemas, un sistema basado en computadora fue diseñado para proporcionar al médico una idea más clara de la historia clínica y la ayuda en la dirección de los pacientes a las medidas adecuadas.

### **3.8.10. RISK ADVISOR**

Es un Sistema Experto basado en la auditoria, valora los riesgos económicos en auditoria y a la vez evalúa el rendimiento económico de un cliente. El sistema puede usarse en la etapa de planificación de la auditoria para identificar y ayudar a documentar los riesgos potenciales de la auditoria.

En la fase final también se puede utilizar para comprobar que han sido abordados todos los temas sobre los riesgos contenidos en el plan de auditoría [26].

### **3.8.11. ARISC (AUDITOR RESPONSE TO IDENTIFIED SYSTEM CONTROLS)**

Simula los procesos de decisión de los auditores en la evaluación del control interno. Identifica las debilidades que han sido abordados del sistema de control interno y hace recomendaciones de los controles específicos [26]

### **3.8.12. INVENTORY EXPERT SYSTEM**

Ayuda a los administradores del control de inventarios a organizar la información sobre la demanda de artículos y el aprovisionamiento de los proveedores, con el fin de seleccionar la mejor política de gestión de inventarios, dadas las metas y objetivos de la empresa. El funcionamiento del sistema gira en torno a dos bases de conocimientos y una base de datos histórica: la base de conocimientos del modelo de inventario, que contiene el conocimiento asociado con los parámetros de la demanda, aprovisionamiento y costos; la base de conocimientos de solución, que contiene el conocimiento requerido para seleccionar un procedimiento de solución y ponerlo en práctica, y la base de datos histórica, que contiene datos sobre la demanda de artículos, aprovisionamiento y costes [26].

### **3.8.13. DIAVAL**

Es un Sistema Experto para diagnóstico mediante ecocardiografía, el cual se basa en redes bayesianas, en vez de utilizar reglas; la decisión de utilizar las redes bayesianas fue tomada basándose en la capacidad por parte de dichas redes para manejar conocimientos imprecisos de una mejor manera en comparación con las reglas.

Un conocimiento es impreciso cuando cuenta solamente con predicados vagos, o sea que las variables no reciben un valor preciso. El uso de este tipo de conocimiento nos adentra en la lógica difusa, dado que se recurre a la utilización de coeficientes. El coeficiente es un factor que se agrega para representar la incertidumbre o la imprecisión que el experto asigna a este conocimiento. DIAVAL fue construido en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) en España, como proyecto para una tesis doctoral, siguiendo cinco etapas clásicas: identificación, conceptualización, formalización, implementación y evaluación. Este Sistema Experto provee una interfaz flexible y fácil de manejar, conociendo la importancia de este factor en su aceptación por parte de los médicos.

### **3.8.14. ACE (AUTOMATED CABLE EXPERTISE)**

Sistema Experto, basado en reglas de razonamiento hacia delante, concebido para asistir a los técnicos de las compañías telefónicas americanas en el mantenimiento de la planta exterior y bucles de abonos. Se trata de un sistema automático de análisis, que interacciona con una base de datos convencional denominada CRAS (Cable Repair Administrative System), en la que se recogen registros de las

actividades de mantenimiento de la planta exterior. Su uso permite tanto localizar averías como planificar los trabajos de mantenimiento, así como también ayuda a adoptar decisiones sobre la modernización y ampliación de la red.

Desarrollado en 1985 en los laboratorios Bell de AT&T hoy está disponible como producto comercial aplicable a más de cuarenta sistemas distintos en entornos UNIX.

### **3.8.15. SE KIWI**

El Sistema Kiwi de Clark. Creado en 1975, intentaba interpretar frases ordinarias descriptivas de operaciones económicas proponiendo el asiento correspondiente a cada una de ellas.

### **3.8.16. AIDE**

AIDE. Ayuda en el diagnóstico de empresas de la Central de Balances del Banco de Francia.

### **3.8.17. AFIN**

AFIN. Realiza un análisis de estados financieros en la empresa basándose en el Plan General de Contabilidad Español de 1990.

### **3.8.18. ALFEX**

ALFEX. Proyecto referente a la creación de SE capaces de asesorar sobre la salud financiera de una empresa, así como desarrollar bases de conocimiento y herramientas adecuadas para manejarlas.

### **3.8.19. ANALYSIS**

ANALYSIS. Clasifica funcionalmente el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias.

ANIBAL. Evalúa la gestión comercial y financiera de la empresa.

Se pueden mencionar también ANSWERS, CHARIS, FINEX, FINEXPERT/FINEPRO, FSA, entre otros.

## **Capítulo 4: Aporte Teórico**

La técnica para representar el conocimiento que se usa en esta investigación es reglas de inferencia, porque es la que más se adecua a la solución del problema.

Entre las metodologías: Weiss y Kulikowski, Grover, Buchanan, Ideal y CommonKADS, se optó por elegir la última propuesta, ya que se parte desde el punto que una metodología de software puede definirse, como un conjuntos de métodos o técnicas que ayudan en el desarrollo de un producto se software y en la Metodología CommonKADS encontramos dichos métodos o técnicas y también se resalta la importancia que tiene el utilizar la Metodología CommonKADS para la tesis, ya que se centra en tres ideas utilizadas en la Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento (Modelo, reutilización y gestión del riesgo) y siendo la única que utiliza orientación a objetos puntos claves si se utiliza o aplica cuidadosamente, ya que existe una probabilidad muy alta de éxito en la realización de nuestro sistema experto y en la puesta en marcha del mismo.

CommonKADS es una metodología estructurada que cubre la gestión del conocimiento y del software y refleja paradigmas conocidos como: análisis y diseño estructurado, la orientación a objetos, la teoría de las organizaciones, la reingeniería de procesos y la gerencia de calidad.

La ventaja principal de utilizar esta metodología es que toma en cuenta la experiencia y la estructura de la información existente en la organización.

### **4.1. Selección de la Herramienta Tecnológica**

Se concluyó que la metodología más adecuada para nuestro sistema es la metodología CommonKADS debido a que los indicadores presentados y específicamente la fiabilidad que presenta esta metodología, el resultado obtenido en el proceso evaluativo y comparativo arroja que la metodología CommonKADS es la metodología que favorece en gran parte a la funcionalidad del proyecto, para el caso del modelado utilizaremos [47] casos de usos para el diseño y en su conjunto permitirá implementar el Sistema Experto para la toma decisiones para el diagnóstico de enfermedades respiratorias.

#### **4.1.1. Aplicación de la Metodología CommonKADS**

A continuación, se procederá a utilizar la metodología CommonKADS para el desarrollo de la tesis, las cuales están dadas en modelos como se describió en la parte de metodología a usar, la cual mencionaremos y desarrollaremos.

#### 4.1.1.1. Plantilla OM-1. Problemas y Oportunidades

En la plantilla OM-1, se detectarán los problemas y oportunidades de la organización, que pretenden ser resueltos.

Modelo de Organización	Plantilla OM-1. Problemas y Oportunidades
<b>PROBLEMAS Y OPORTUNIDADES</b>	<p>Insuficiencia de herramientas para el apoyo a la gestión de diagnóstico de enfermedades respiratorias. Carencia de tecnología en el área de neumología. Completar la demanda de los pacientes que requieren atención. Se requieren de herramientas que contengan accesos rápidos y fáciles, pero acotando principalmente a una información útil y valiosa.</p>
<b>CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN</b>	<p><b>Misión</b>, la Dirección de Salud, tiene como misión promover estilos de vida saludables, disminuir los riesgos inherentes al trabajo policial, ofrecer atención recuperativa con recursos humanos calificados y comprometidos con la Institución, utilizando tecnología moderna y especializada, que garanticen servicios de salud integrales con calidad, equidad y calidez que satisfagan las necesidades y requerimientos del personal policial, familiares con derecho y con participación activa en el Sistema Nacional Coordinado y Descentralizado de Salud</p> <p><b>Visión</b>, la Dirección de Salud de la Policía Nacional del Perú tiene como visión primordial a constituirse en la actualidad en la Institución líder de atención integral de salud, con autonomía administrativa y financiera, basada en una gestión estratégica y participativa, en un marco de valores éticos; respetando la vida, dignidad y derechos de la persona, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la Nación.</p> <p><b>Objetivos de la organización:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dirigir y conducir la organización, fomentando un liderazgo participativo y trabajo en equipo.</li> <li>2. Normar y definir las políticas de salud policial, en concordancia con la Política Institucional y el Sistema Nacional de Salud.</li> <li>3. Planificar las acciones de salud y de gestión, en función a las necesidades y requerimientos de la población policial, que permita el cumplimiento de los objetivos y metas institucionales.</li> <li>4. Gestionar el potencial humano, los recursos logísticos, económicos y financieros con criterios de eficiencia, eficacia y efectividad, que nos permita el cumplimiento de la misión y el logro de la visión.</li> <li>5. Proponer a la Dirección General PNP convenios nacionales e internacionales.</li> <li>6. Desarrollar acciones de supervisión, monitoreo, evaluación y auditoria de las actividades de salud y administrativas en el ámbito nacional, sobre la base de indicadores y estándares de calidad, orientados al desarrollo organizacional.</li> <li>7. Implementar un Sistema de Información Gerencial oportuno y confiable que permita una toma de decisiones efectiva en todos los niveles de la organización.</li> <li>8. Promover y desarrollar la descentralización de los servicios de salud policial, sobre la base de un Sistema de Redes en el ámbito nacional.</li> <li>9. Ejecutar acciones de promoción, prevención, recuperación y rehabilitación de la salud del personal policial y familiares con derecho, ofreciendo una atención integral con calidad y calidez.</li> <li>10. Coordinar con los diferentes organismos policiales e instituciones de salud tanto nacionales como internacionales las acciones de salud integral de la población afectada en situaciones de desastre, emergencia y violencia.</li> <li>11. Gerenciar un Sistema de Capacitación orientado a desarrollar las competencias del personal asistencial y administrativo que</li> </ol>

	<p>permitan mejorar su desempeño personal y de la organización en coordinación con la DINSTDOC.</p> <p><b>12.</b> Desarrollar un programa de atención a las personas con discapacidad, en concordancia a las políticas de salud nacional.</p> <p><b>13.</b> Promover un sistema de investigación en salud que permita el desarrollo institucional.</p> <p><b>14.</b> Desarrollar y fortalecer el Sistema de Vigilancia Epidemiológica activa en el ámbito nacional orientado a adoptar medidas preventivas, promocionales, y recuperativas.</p> <p><b>15.</b> Promover y desarrollar proyectos de desarrollo y de inversión que nos permitan el crecimiento institucional y la generación de recursos.</p>
	<p>Los factores externos que la organización tiene que tratar: son entidades que no pertenecen al Hospital Central PNP Luis N. Sáenz.</p>
	<p>Estrategia de la organización: Brindar una atención médica de calidad.</p>
	<p>Mejoramiento del parque informático, dicho Plan contempla el fortalecimiento y desarrollo del Sistema Informático y se prevé la adquisición de Equipos Médicos del HN.LNS.PNP</p>
<b>MATRIZ FODA</b>	<p>Análisis FODA del Hospital Central PNP Luis N. Sáenz. Está documentado en la tabla 17</p>
<b>SOLUCIONES</b>	<p>Desarrollar un SE el cual permita apoyar a un médico experto, licenciado, técnico o enfermera. Lo cual permitiría atender a los pacientes y lo que es más importante permitiría reducir de forma significativa las pérdidas de vidas humanas, y sobre todo ayudaría a las postas, policlínicos y hospitales en una adecuada toma decisiones en beneficio de la familia policial.</p>
<b>RECURSOS</b>	<p>Sistemas de información y otros recursos computacionales. Equipamiento de transformación, medición y seguridad. Recursos de apoyo: transporte, espacios de trabajo, comunicación. Infraestructura física, redes de servicios.</p>

*Tabla 16. Formulario 1 OM-1 Identificación de la organización, los problemas y oportunidades.*

Se han identificado varias fortalezas, algunas debilidades, también oportunidades y algunas amenazas.

En la tabla 17 se muestra la Matriz FODA.

<b>FORTALEZA</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal multidisciplinario y capacitado con experiencia</li> <li>• Buenas relaciones interpersonales en el equipo de trabajo.</li> <li>• Trabajo coordinado y articulado con instituciones y aliados estratégicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinaciones a nivel multisectorial para la atención eficaz de los pacientes.</li> <li>• Presencia y apoyo del comité de damas de la policía nacional del Perú.</li> <li>• Existencia de instituciones sociales y ONG comprometidos a trabajar.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura inadecuada</li> <li>• Carencia de servicios de telefonía.</li> <li>• Carencia de materiales</li> <li>• No se cuenta con servicios de internet.</li> <li>• Falta de especialistas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lentitud en los procesos de atención.</li> <li>• Débil compromiso y poca sensibilización con los pacientes.</li> <li>• Demora en el manejo de las historias clínicas.</li> <li>• Rotación y cambio constante de autoridades.</li> </ul>

*Tabla 17. Análisis FODA del Hospital Central PNP Luis N. Sáenz.*

#### 4.1.1.2. Plantilla OM-2. Descomposición de Procesos

Proporciona una visión de la estructura de la organización. Describe los aspectos de la organización que tiene impacto o están afectados por el problema escogido.

Con el fin de profundizar en el estudio del problema elegido, entonces se plantea en la tabla 18 lo siguiente:

Modelo de Organización	Plantilla OM-2. Aspectos Que Considerar
<b>ESTRUCTURA</b>	El hospital tiene un organigrama en forma jerárquica, que tiende a ser una estructura plana. Ver Figura 31
<b>PROCESO</b>	Diagrama de procesos de la organización, ver figura 32.
<b>PERSONAL</b>	<p><b>Médico General</b>; es el que se encargara de realizar, el registro de las enfermedades junto con sus síntomas y niveles. Es el único capaz de generar un nuevo usuario y clave, para que realice las atenciones medicas</p> <p><b>Médico/Enfermera</b>; ingresa, registra, actualiza información crucial del paciente. Realiza las citas y recomendaciones correspondientes.</p>
<b>RECURSOS</b>	<p>La institución cuenta con computadoras Pentium 4, las cuales son manipuladas por el personal técnico para coordinar las citas de los pacientes.</p> <p>Los médicos para llevar una guía de los pacientes adjuntan fichas clínicas en un folder, en donde se guardan las historias clínicas.</p>
<b>CONOCIMIENTOS</b>	<p>El conocimiento que se necesita para llevar el proceso mencionado anteriormente es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterio para diagnosticar la enfermedad.</li> <li>• Utilizar criterios o reglas de decisión.</li> <li>• Procesar la información de diagnóstico.</li> <li>• Información de reportes.</li> </ul>
<b>CULTURA Y PODER</b>	Como se mencionó en la parte de estructura del formulario, el nosocomio sigue una estructura jerárquica en su organización, lo que se refleja en el interior de cada uno de sus departamentos, por eso en la Dirección Ejecutiva de Sanidad, se tiene una estructura jerárquica, tal como se indica en la Figura 30
<b>IMPACTO</b>	La situación actual de la institución debería permitir la inserción de un SBC como apoyo en la toma de decisiones, sea porque se encuentre la necesidad, se quiera mejorar algún proceso o contar con un apoyo similar al que brindaría un experto, que realice el diagnóstico de enfermedades respiratorias. Asimismo, se pretende que el sistema entregue recomendaciones valiosas en la toma de decisiones.

Tabla 18. Formulario 2 OM-2. Aspectos Que Considerar del Hospital Central PNP Luis N. Sáenz.

En la figura 30 se muestra el Organigrama completo de la Dirección General de la Policía Nacional del Perú.

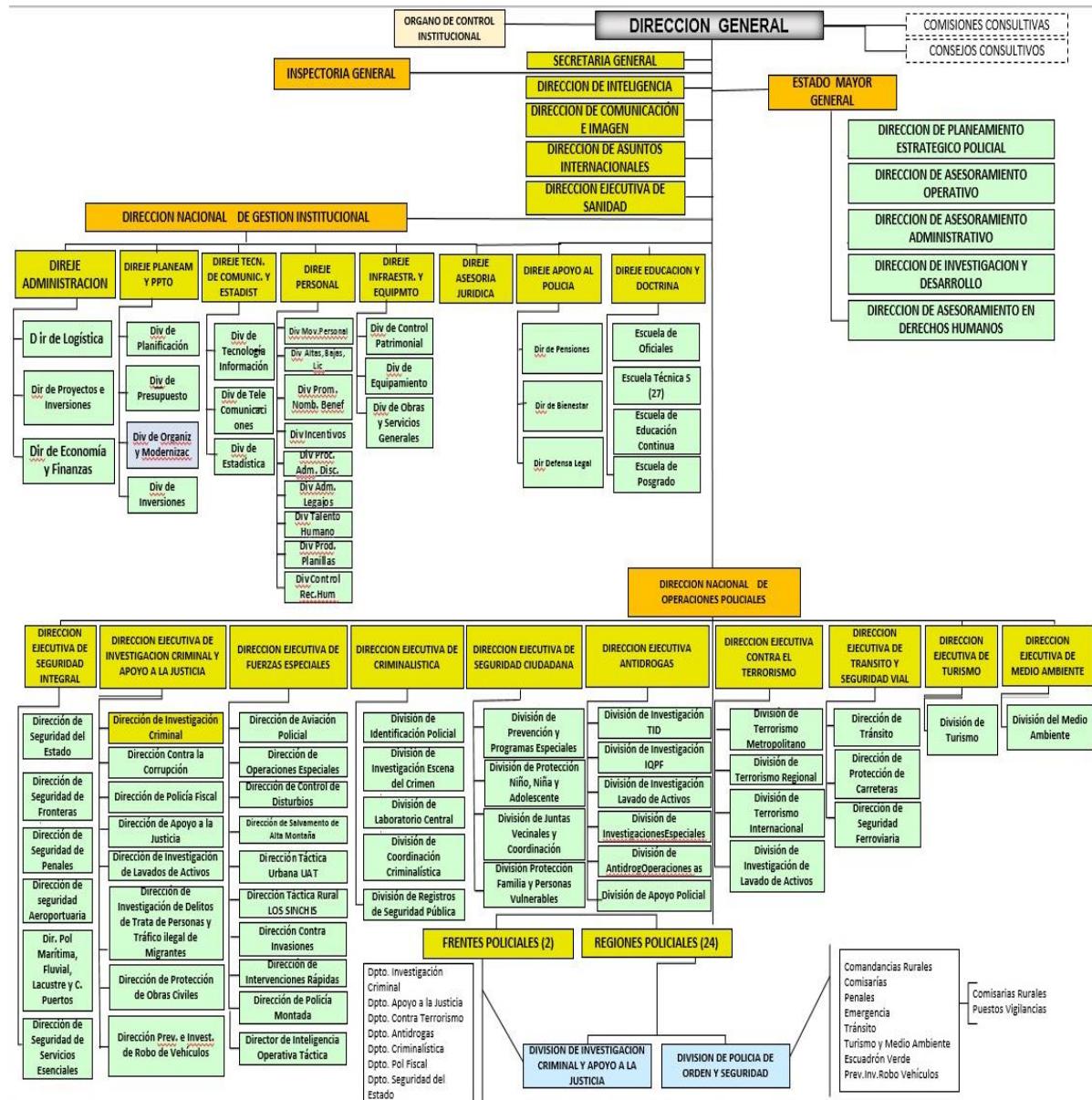


Figura 30. Organigrama General de la Policía Nacional del Perú.

En la figura 31 se aprecia el organigrama de la Dirección Ejecutiva de Sanidad.

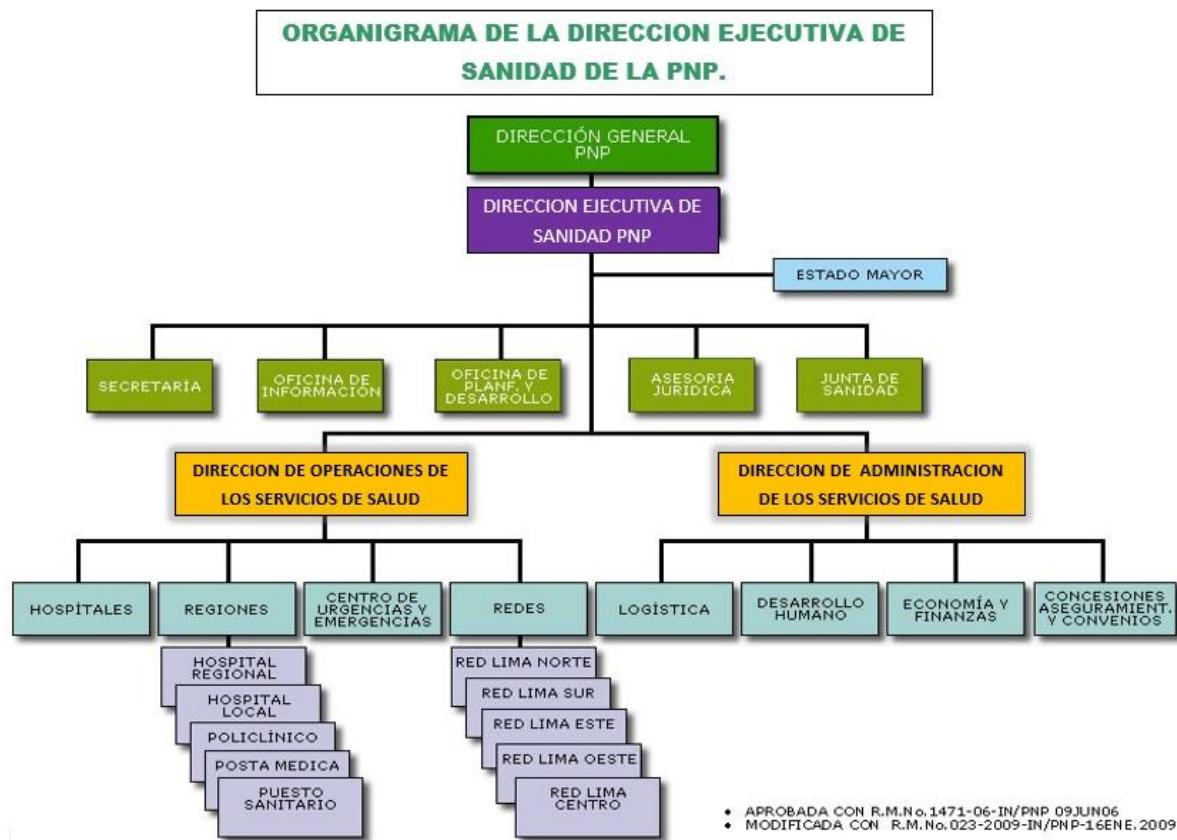


Figura 31. Organigrama de la Dirección Ejecutiva de Sanidad de la Policía Nacional del Perú.

En la figura 32 se realiza el proceso de atención del área de neumología, en donde el paciente se presenta en el área a tratarse, es ahí donde verifican si tiene cita previa para ser atendido, caso contrario se le programara una; una vez corroborado sus datos se solicita a almacén de archivos, las historias clínicas de los pacientes que están citados, en caso no se encuentren el paciente debe apersonarse a dicha área para solicitar una nueva búsqueda o crear una nueva ficha médica; luego será examinado y atendido por el especialista, quien realizará exámenes de rutina, y de ser necesario gestionará un vale de interconsulta con el área que el crea adecuada; una vez tenga los resultados de los exámenes y de la auscultación física del paciente, se le otorgará un vale de canje de medicamentos, un plan de tratamiento y sus instrucciones, si así lo prescribe el médico; y finalmente el paciente se dirigirá a FOSPOLI (Fondo de Aseguramiento de Salud Policial) a recabar sus medicinas.

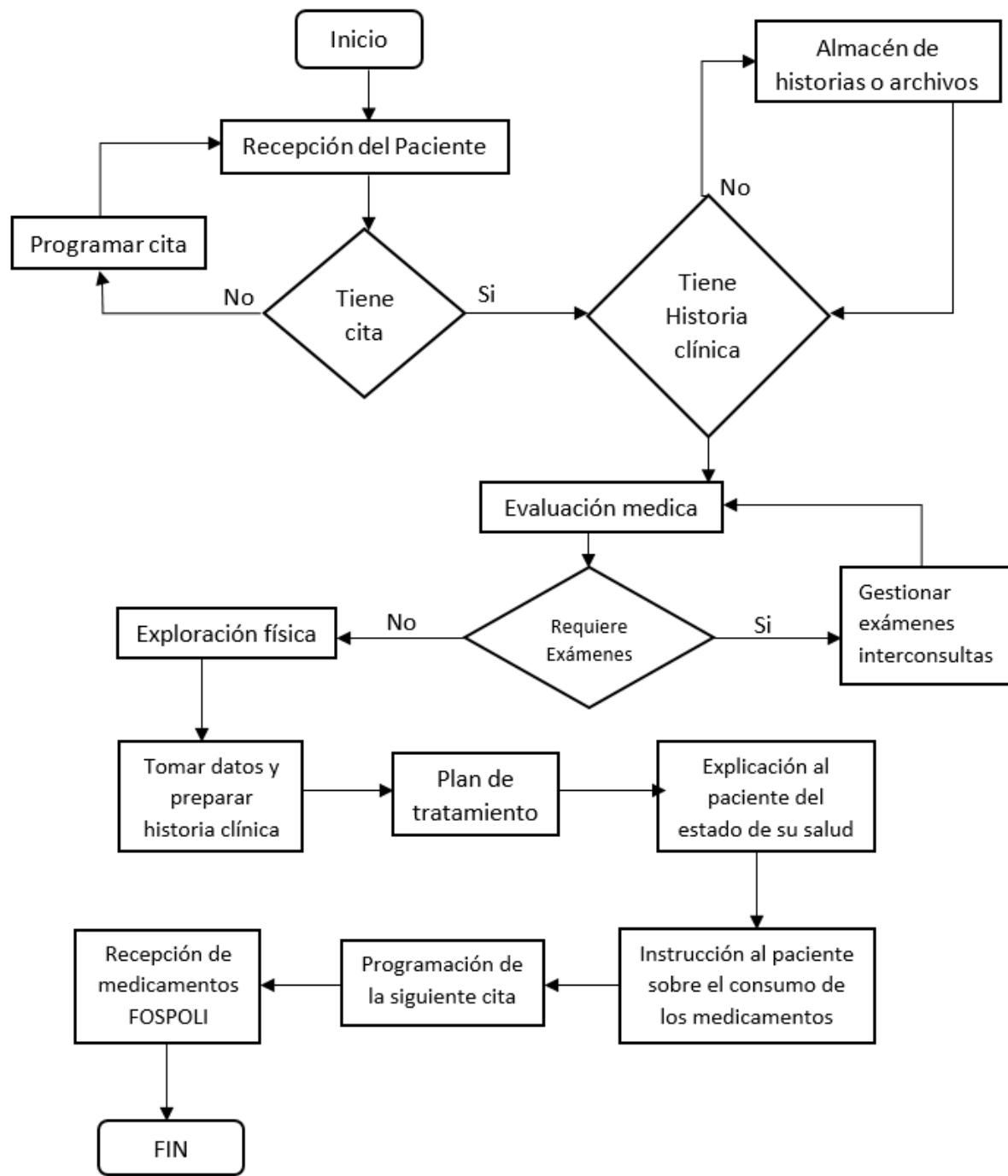


Figura 32. Proceso de Atención en el Hospital Central PNP Luis N. Sáenz.

#### 4.1.1.3. Plantilla OM-3. Descripción del Proceso en Función de las tareas de Alto Nivel en que está Compuesto

En la tabla 19 se descompone el proceso en sus elementos principales.

AN	TAREA	REALIZADO POR	LOCALIZACIÓN	RECURSOS DE CONOCIMIENTOS	INTENSIVA DE CONOCIMIENTO	IMPORTANCIA
LE	PLANEACION ESTRATEGICA	Médico General	AREA GENERAL	-Historia de reportes. -Situación actual de los pacientes. -Recursos disponibles. -Estado de reporte -Situación final deseada -Recursos disponibles	SI	ALTA porque se desarrolla estrategias generales para alcanzar los objetivos y metas propuestos
GC	SEGMENTACION DEL CONOCIMIENTO	Médico Especialista.	AREA NEUMOLOGIA	-Información del proceso y habilidades de conocimiento.	SI	ALTA es importante porque dentro del proceso de analizar y realizar seguimiento.
OD	MODIFICAR CONCLUSIONES	Médico Especialista	AREA NEUMOLOGIA	-Capacidad de modificar datos	SI	ALTA para acceder a información

Tabla 19. Formulario 3 OM-3. Descripción del proceso en función de las tareas de alto nivel (TAN) en que está compuesto.

#### 4.1.1.4. Plantilla OM-4. Descripción del Componente de Conocimientos del Modelo de Organización

El conocimiento que se maneja del proceso, según formulario-3 OM-3 en la sección de conocimiento involucrado, es importante clasificarlo, si se trata de datos (hechos), información (datos procesados), habilidades o capacidades (propios de una persona), o conocimiento propio del proceso [40] [69].

Así tenemos:

##### Datos:

- Historia de reportes.
- Situación actual de los pacientes.
- Estado de reporte.
- Situación final deseada.
- Recursos disponibles.

##### Información:

- Información dada por el área de neumología.
- Situación actual del área neumológica.
- El objetivo del área neumológica es tomar una decisión adecuada.

##### Habilidades y Capacidades:

- De comunicación.
- De solución de problemas.
- De toma de decisiones.
- De registro de información.

- De evaluación de riesgos.

**Conocimiento propio del proceso:**

- Manejo de incidencias.
- De las actividades desarrolladas en el área de Neumología.
- De las actividades desarrolladas en el área de emergencia de Neumología.

Modelo de la Organización		Conocimiento del Modelo Organizacional			
ID del Activo	Poseído por:	Activo de conocimiento:	Usado en la tarea:	Forma correcta	Calidad correcta
A-	Experto Neumólogo	Categorización de enfermedades.	PLE	No. Depende del juicio del experto	Si
A-	Médicos, enfermeros	Base de datos	MOD	Si, se hace transformación	Si
A-	Médicos, enfermeros	Proceso de segmentación del proceso	SGC	No	Si

Tabla 20. Formulario 4 OM-4. Descripción del componente de conocimientos del modelo de organización.

#### **4.1.1.5. Plantilla OM-5. Descripción de los Aspectos de la Organización que Tendrán Impacto o estarán Afectados por la Solución Elegida**

Se pone de manifiesto los criterios que justifican la viabilidad del sistema de conocimiento.

El médico general seguirá apoyando con la información necesaria, el área de neumología colabora con el estudio. Esto es muy importante porque la presente tesis servirá para planear y valorar proyectos posteriores.

<b>Modelo de Organización</b>	<b>Aspectos Variantes Hoja de Trabajo OM-5</b>
Estructura una vez que se tenga el S.E.	El S.E. estará implantado en el área de neumología. Ver Figura 32.
Nombres de las TAN donde estará el S. E.	De la Tabla 19 OM-3 y Tabla 20 OM-4 Tarea siguiente: Autorizar ingreso de enfermedades, Extraer conclusiones o parciales, solicitar y analizar reportes de pacientes.
Esquema del S.E Optimizado	El sistema estará ubicado en el área de la neumología ubicado en el Hospital Central PNP Luis N. Sáenz, ubicado la Av. Brasil Cuadra 26, Jesús María 15072 -Lima-Perú.
Personas que pueden participar en el desarrollo del S.E.	Experto. Es el Médico Especialista, Neumólogo, que, con sus conocimientos, información y experiencia en la atención de pacientes, permite desarrollar el SE.
Recursos	Recursos Informáticos: se necesita una computadora HP Pavilion i5 con Sistema Operativo Windows 10 para su ejecución y pruebas. Impresora Multifuncional HP f1400 Entorno de Desarrollo Microsoft Visual Studio 2014
Conocimiento	El SE va a dar respuesta a un evento no contemplado en los valores que se dan a las variables de entrada y replanteará la planificación original.
Cultura y Poder	Para lograr que el Sistema Experto se implante, es necesario mantener a la persona del área de neumología y de soporte tecnológico de la PNP informadas del proceso que se está llevando a cabo e involucrarlas activamente en él.
Impacto	El SE va a ayudar a la toma de decisiones en el hospital, es por eso por lo que debemos aplicar una metodología la cual incluya lógica y razonabilidad. Dándonos resultados confiables y eficientes en beneficio de la rentabilidad del nosocomio. Identificación de procesos y áreas que afectara la solución.

Tabla 21. Formulario 5 OM-5: Descripción de los aspectos de la organización que tendrán impacto.

## 4.2. Casos de Usos del Sistema

### 4.2.1. Modelo de Caso de Usos

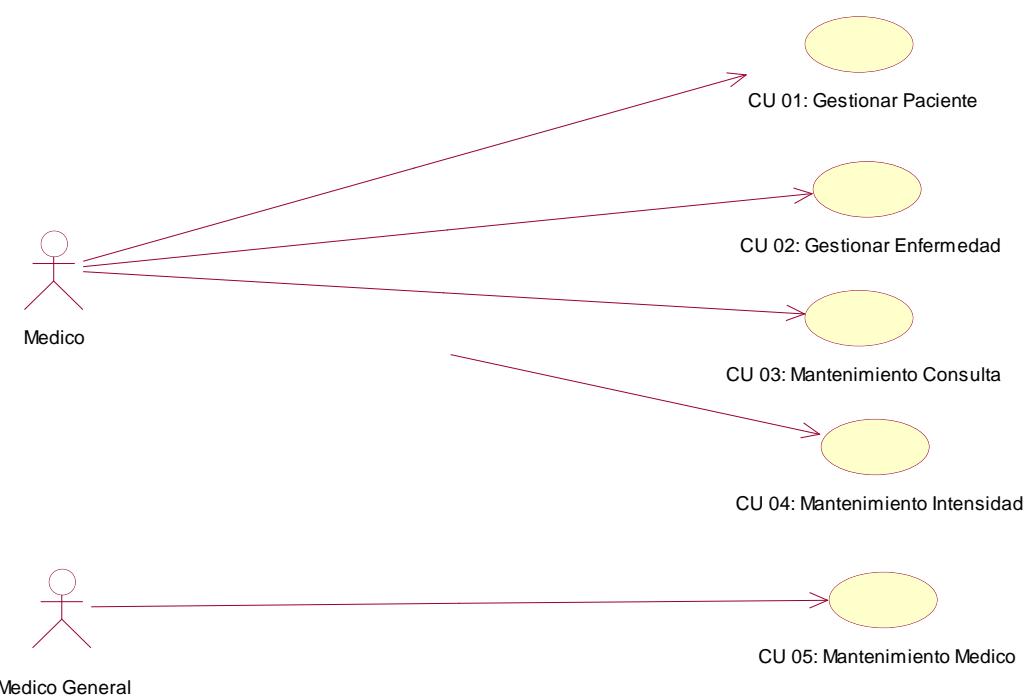
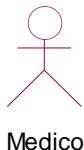


Figura 33. Modelo de caso de uso del sistema médico.



Medico

Se encarga de hacer las consultas médicas, registros, modificación de datos, actualización de sistemas y enfermedades.



Medico General

Se encarga de supervisar y llevar un control de los médicos. Así como el poder crear un id de acceso para el sistema de diagnóstico.

#### 4.2.2. Gestionar Paciente

CASO DE USO	GESTIONAR PACIENTE	
ACTOR	Medico (jefe del Dpto. de Neumología, Encargado del Dpto. de Neumología)	
DESCRIPCION	El médico del sistema podrá registrar, actualizar, eliminar, buscar en el sistema la información de los pacientes lo cual permitirá tener un mejor control.	
PRE CONDICIONES	El medico se identifica con un usuario y un password.	
POST CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrá en el sistema los Pacientes que se ingresen.</li> <li>• El sistema podrá registrar nuevamente otro Paciente.</li> </ul>	
FLUJO BASICO	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el medico selecciona la opción Registrar paciente (Nuevo Paciente)	
		2. El sistema muestra un formulario
	3. El usuario ingresa los siguientes datos del Paciente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento</li> <li>• Nombre</li> <li>• Apellido</li> <li>• Email</li> <li>• Fecha Nacimiento</li> <li>• Sexo</li> <li>• Raza</li> <li>• Contextura</li> </ul>	
	4. El medico hace clic en el botón “Guardar”	
		5. El sistema valida los datos ingresados
		6. El sistema registra al proveedor en la base de datos.
		7. El sistema muestra un mensaje “Paciente ingresado satisfactoriamente”.
FLUJO ALTERNO	5.1 Si algún campo no se llenó el sistema muestra “Debe completar todos los campos”. y Retorna al punto 2 del flujo básico.	

Tabla 22. Especificación de caso de uso-gestionar paciente.

CASO DE USO	GESTIONAR PACIENTE	
	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
<b>SUB FLUJO ACTUALIZAR</b>	1. El caso de uso se inicia cuando el medico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: <ul style="list-style-type: none"><li>• DNI</li><li>• Nombre</li><li>• Apellido</li></ul> Ingresar los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a los Pacientes encontrados
	3. El medico selecciona un Paciente	
		4. El sistema muestra los datos del Paciente seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El medico edita la información del Paciente que considere deba ser modificada, considerando que no debe dejarse parámetros en blanco	
	6. El medico selecciona la opción guardar.	
		7. El sistema valida los datos ingresados.
		8. Actualiza los nuevos valores en la base de datos.
		9. Muestra un mensaje "Paciente Actualizado Satisfactoriamente"
<b>Flujo Alterno</b>	7.1 Si no se ingresan todos los valores correspondientes el sistema muestra un mensaje "Datos Incompletos" y Retorna al punto 4 del flujo básico.	
	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
<b>SUB FLUJO ELIMINAR</b>	1. El caso de uso se inicia cuando el medico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: <ul style="list-style-type: none"><li>• DNI</li><li>• Nombre</li><li>• Apellido</li></ul> Ingresar los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a los Pacientes encontrados
	3. El medico selecciona un Paciente	
		4. El sistema muestra los datos del Paciente seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El medico selecciona la opción Eliminar.	
		6. El sistema muestra un mensaje "Paciente eliminado".

Tabla 23. Especificación de caso de uso-gestionar paciente.

#### 4.2.3. Gestionar Enfermedad

CASO DE USO	GESTIONAR ENFERMEDAD	
ACTOR	Medico (jefe del Dpto. de Neumología, Encargado del Dpto. de Neumología)	
DESCRIPCION	El médico del sistema podrá registrar, actualizar, eliminar, buscar en el sistema la información de las enfermedades lo cual permitirá tener un mejor control.	
PRE CONDICIONES	El médico se identifica con un usuario y un password.	
POST CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrá en el sistema las enfermedades que se ingresen.</li> <li>• El sistema podrá registrar nuevamente otra enfermedad.</li> </ul>	
FLUJO BASICO	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona la opción Registrar enfermedad	
		2. El sistema muestra un formulario
	3. El médico ingresa los siguientes datos de la enfermedad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre Enfermedad</li> <li>• Detalle</li> <li>• Prevención</li> <li>• Tratamiento</li> <li>• Rango edad paciente</li> <li>• Sexo paciente</li> <li>• Raza del paciente</li> <li>• Contextura Paciente</li> <li>• Consume (Selección opciones)</li> <li>• Síntomas que padece (Selección opciones)</li> </ul>	
	4. El médico hace clic en el botón "Confirmar"	
		5. El sistema valida los datos ingresados
		6. El sistema registra la enfermedad en la base de datos.
		7. El sistema muestra un mensaje " <i>Enfermedad ingresado satisfactoriamente</i> ".
FLUJO ALTERNO	5.1 Si algún campo no se llenó el sistema muestra "Debe completar todos los campos". y Retorna al punto 2 del flujo básico.	

Tabla 24. Especificación de caso de uso-gestionar enfermedad.

CASO DE USO	GESTIONAR ENFERMEDAD	
	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
<b>SUB FLUJO ACTUALIZAR</b>	1.El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a las enfermedades encontrados
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico edita la información de la enfermedad que considere deba ser modificada, considerando que no debe dejarse parámetros en blanco	
	6. El médico selecciona la opción guardar.	
		7. El sistema valida los datos ingresados.
		8. Actualiza los nuevos valores en la base de datos.
		9. Muestra un mensaje "Enfermedad Actualizado Satisfactoriamente"
<b>Flujo Alterno</b>	7.1 Si no se ingresan todos los valores correspondientes el sistema muestra un mensaje "Datos Incompletos "y Retorna al punto 4 del flujo básico.	
<b>SUB FLUJO ELIMINAR</b>	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1.El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a las enfermedades encontradas
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico selecciona la opción Eliminar.	
		6. El sistema muestra un mensaje "Enfermedad eliminada".

Tabla 25. Especificación de caso de uso-gestionar enfermedad.

#### 4.2.4. Mantenimiento Consulta

CASO DE USO	MANTENIMINETO CONSULTA	
ACTOR	Medico (jefe del Dpto. de RR HH, Encargado del Dpto. de RR HH)	
DESCRIPCION	El médico del sistema podrá registrar, actualizar, eliminar, buscar en el sistema la información de los pacientes lo cual permitirá tener un mejor control.	
PRE CONDICIONES	El médico se identifica con un usuario y un password.	
POST CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrá en el sistema las enfermedades que se ingresen.</li> <li>• El sistema podrá registrar nuevamente otra enfermedad.</li> </ul>	
FLUJO BASICO	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona la opción Registrar paciente	
		2. El sistema muestra un formulario
	3. El médico ingresa los siguientes datos de la enfermedad:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre enfermedad (Seleccionar)</li> <li>• Detalle enfermedad</li> </ul>	
	4. El médico hace clic en el botón "Confirmar"	
		5. El sistema valida los datos ingresados
		6. El sistema registra la enfermedad en la base de datos.
		7. El sistema muestra un mensaje "Enfermedad ingresado satisfactoriamente".
FLUJO ALTERNO	5.1 Si algún campo no se llenó el sistema muestra "Debe completar todos los campos". y Retorna al punto 2 del flujo básico.	

Tabla 26. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Consulta.

	<b>ACCION ACTOR</b>	<b>ACCION DEL SISTEMA</b>
<b>SUB FLUJO ACTUALIZAR</b>	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza las enfermedades encontradas
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico edita la información de la enfermedad que considere deba ser modificada, considerando que no debe dejarse parámetros en blanco	
	6. El usuario selecciona la opción guardar.	
		7. El sistema valida los datos ingresados.
		8. Actualiza los nuevos valores en la base de datos.
		9. Muestra un mensaje "Enfermedad Actualizado Satisfactoriamente"
<b>Flujo Alterno</b>	7.1 Si no se ingresan todos los valores correspondientes el sistema muestra un mensaje "Datos Incompletos" y Retorna al punto 4 del flujo básico.	
	<b>ACCION ACTOR</b>	<b>ACCION DEL SISTEMA</b>
<b>SUB FLUJO ELIMINAR</b>	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a las enfermedades encontrados
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico selecciona la opción Eliminar.	
		6. El sistema muestra un mensaje "Enfermedad eliminado".

Tabla 27. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Consulta - Actualizar.

#### 4.2.5. Mantenimiento Intensidad

CASO DE USO	MANTENIMINETO INTENSIDAD	
ACTOR	Medico (jefe del Dpto. de Neumología, Encargado del Dpto. de Neumología)	
DESCRIPCION	El médico del sistema podrá registrar, actualizar, eliminar, buscar en el sistema la información de los pacientes lo cual permitirá tener un mejor control.	
PRE CONDICIONES	El médico se identifica con un usuario y un password.	
POST CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrá en el sistema las enfermedades que se ingresen.</li> <li>• El sistema podrá registrar nuevamente otra enfermedad.</li> </ul>	
FLUJO BASICO	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona la opción Registrar paciente	
		2. El sistema muestra un formulario
	3. El médico ingresa los siguientes datos de la enfermedad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre enfermedad (Seleccionar)</li> <li>• Detalle enfermedad</li> </ul>	
	4. El médico hace clic en el botón "Confirmar"	
		5. El sistema valida los datos ingresados
		6. El sistema registra la enfermedad en la base de datos.
		7. El sistema muestra un mensaje "Enfermedad ingresado satisfactoriamente".
FLUJO ALTERNO	5.1 Si algún campo no se llenó el sistema muestra "Debe completar todos los campos". y Retorna al punto 2 del flujo básico.	

Tabla 28. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Intensidad.

CASO DE USO	MANTENIMINETO INTENSIDAD	
	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
<b>SUB FLUJO ACTUALIZAR</b>	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a las enfermedades encontradas
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico edita la información de la enfermedad que considere deba ser modificada, considerando que no debe dejarse parámetros en blanco	
	6. El médico selecciona la opción guardar.	
		7. El sistema valida los datos ingresados.
		8. Actualiza los nuevos valores en la base de datos.
		9. Muestra un mensaje "Enfermedad Actualizado Satisfactoriamente"
<b>Flujo Alterno</b>	7.1 Si no se ingresan todos los valores correspondientes el sistema muestra un mensaje "Datos Incompletos "y Retorna al punto 4 del flujo básico.	
<b>SUB FLUJO ELIMINAR</b>	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el médico selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a las enfermedades encontradas
	3. El médico selecciona una enfermedad	
		4. El sistema muestra los datos de la enfermedad seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico selecciona la opción Eliminar.	
		6. El sistema muestra un mensaje "Enfermedad eliminado".

Tabla 29. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Intensidad - Actualizar.

#### 4.2.6. Mantenimiento Medico

CASO DE USO	MANTENIMIENTO MEDICO	
ACTOR	Médico general (jefe del consejo médico, Encargado de todos los Dptos.)	
DESCRIPCION	El médico general del sistema podrá registrar, actualizar, eliminar, buscar en el sistema la información de los pacientes lo cual permitirá tener un mejor control.	
PRE CONDICIONES	El médico general se identifica con un usuario y un password.	
POST CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tendrá en el sistema los doctores que se ingresen.</li> <li>• El sistema podrá registrar nuevamente otro doctor.</li> </ul>	
FLUJO BASICO	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
	1. El caso de uso se inicia cuando el médico general selecciona la opción Registrar paciente	
	3. El médico general ingresa los siguientes datos del Paciente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento</li> <li>• Nombre</li> <li>• Apellido</li> <li>• Email</li> <li>• Fecha Nacimiento</li> <li>• Sexo</li> <li>• Raza</li> <li>• Contextura</li> </ul>	
	4. El médico general hace clic en el botón "Confirmar"	
		5. El sistema valida los datos ingresados
		6. El sistema registra al paciente en la base de datos.
		7. El sistema muestra un mensaje "Paciente ingresado satisfactoriamente".
FLUJO ALTERNO	5.1 Si algún campo no se llenó el sistema muestra "Debe completar todos los campos". y Retorna al punto 2 del flujo básico.	

Tabla 30. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Médico.

CASO DE USO	MANTENIMIENTO MEDICO	
	ACCION ACTOR	ACCION DEL SISTEMA
<b>SUB FLUJO ACTUALIZAR</b>	1.El caso de uso se inicia cuando el médico general selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a los doctores encontrados
	3. El médico general selecciona un doctor	
		4. El sistema muestra los datos del doctor seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico general edita la información del doctor que considere deba ser modificada, considerando que no debe dejarse parámetros en blanco	
	6. El médico general selecciona la opción guardar.	
		7. El sistema valida los datos ingresados.
		8. Actualiza los nuevos valores en la base de datos.
		9. Muestra un mensaje "Doctor Actualizado Satisfactoriamente"
<b>Flujo Alterno</b>	7.1 Si no se ingresan todos los valores correspondientes el sistema muestra un mensaje "Datos Incompletos "y Retorna al punto 4 del flujo básico.	
<b>SUB FLUJO ELIMINAR</b>	1.El caso de uso se inicia cuando el médico general selecciona alguno de los siguientes criterios de búsqueda: • Nombre Ingresa los datos y selecciona la opción buscar.	
		2. El sistema muestra una grilla en la que se visualiza a los doctores encontrados
	3. El médico general selecciona un doctor	
		4. El sistema muestra los datos del doctor seleccionando en sus respectivos controles.
	5. El médico general selecciona la opción Eliminar.	
		6. El sistema muestra un mensaje "Doctor eliminado".

Tabla 31. Especificación de caso de uso-Mantenimiento Médico - Actualizar.

### 4.3. Síntomas y Etapas

Descripción de las etapas y síntomas más comunes entre las enfermedades; tabla 32.

SINTOMAS - ETAPAS	0(Etapa 0),	1(Etapa 1),	2(Etapa 2),	3(Etapa 3),
Dolor Abdominal	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Gripe	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Fiebre, convulsiones	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Catarro	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Pérdida de Peso	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Irritación e inflamación de Garganta	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Dificultad al Respirar	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Salivar	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Respiraciones rápidas	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Tos Persistente	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Ronquera	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Moco y flema amarilla	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Dolor de Pecho	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Dolor de cabeza intenso	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Fatiga	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)
Náuseas	0(nada),	1(leve),	2(Moderado)	3(Fuerte)

Tabla 32. Cuadro de etapas y niveles.

### 4.4. Enfermedades Respiratorias

Las enfermedades respiratorias son aquellas infecciones que van desde la nariz hasta los pulmones. Los síntomas que se presentan son el intento del organismo para liberar las sustancias toxicas acumuladas, lo que con lleva a que el cuerpo produzca ciertas crisis curativas para expulsar la enfermedad del cuerpo. [52]

Las causas infecciosas se relacionan a microorganismos como: virus, bacterias y hongos que se encuentran en el ambiente o bien por alergias.

En su mayoría son de corta duración y se controlan fácilmente, cuando se atienden oportunamente y solo en algunos casos llegan a ser muy graves. Las enfermedades respiratorias se consideran una de las cinco causas principales de muerte.

Las enfermedades respiratorias cuentan con dos procedimientos para contrarrestar el avance de los virus; procedimientos no invasivos y procedimientos invasivos.

#### **4.4.1. Procedimientos No Invasivos**

##### **4.4.1.1. Radiografía**

Ningún patrón en la RX de tórax es lo bastante específico como para establecer un diagnóstico; no obstante, la RX de tórax sirve para detectar la enfermedad, valorar su magnitud y dirigir la investigación diagnóstica subsiguiente. El fluoroscopio proporciona una imagen dinámica del tórax y es particularmente útil para localizar lesiones poco visibles en la RX de tórax. Tanto el fluoroscopio como la tomografía estándar han sido sustituidas en gran parte por la TC Torácica, método rutinario en la actualidad para la evaluación de pacientes con nódulos y masas pulmonares. La TC resulta especialmente útil para diferenciar masas tisulares de estructuras vasculares. La IRM posee aplicaciones potenciales en la evaluación de las enfermedades pulmonares.

##### **4.4.1.2. Pruebas Cutáneas**

Existen antígenos específicos para pruebas cutáneas de tuberculosis, histoplasmosis, coccidioidomicosis, blastomicosis, triquinosis, toxoplasmosis y aspergilosis. Una reacción positiva diferida a una prueba de tuberculina indica solamente infección previa, no enfermedad activa. Una hipersensibilidad dérmica inmediata y tardía al antígeno de *Aspergillus* apoya al diagnóstico de aspergilosis broncopulmonar alérgica en los pacientes con un cuadro clínico compatible.

##### **4.4.1.3. Examen de Espuma**

El esputo se distingue de la saliva por la presencia de células epiteliales bronquiales y macrófagos alveolares. El examen del esputo debe comprender una inspección macroscópica de la presencia de sangre, color y olor, así como una inspección microscópica de extensiones cuidadosamente teñidas. El cultivo del esputo expectorado puede dar lugar a error debido a contaminación por la flora faríngea.

##### **4.4.1.4. Pruebas de función pulmonar**

Pueden indicar anomalías en la función de la vía aérea, alteraciones del volumen pulmonar y trastornos del intercambio gaseoso. Patrones específicos de función pulmonar pueden ayudar al diagnóstico diferencial. Las PFP pueden proporcionar asimismo mediciones objetivas de la respuesta al tratamiento, p. ej., a los broncodilatadores.

#### **4.4.2. Procedimientos Invasivos**

##### **4.4.2.1. Broncoscopia**

Permite la visualización de las vías aéreas, la identificación de anomalías endobronquiales y la recogida de muestras diagnósticas mediante lavado, cepillado o biopsia. La broncoscopia de fibra óptica permite el examen de vías aéreas más pequeñas y periféricas que el broncoscopio rígido, aunque este último permite un mayor control de las vías aéreas y proporciona una aspiración más eficaz. El broncoscopio de fibra óptica incrementa el potencial diagnóstico de la broncoscopia, permitiendo la biopsia de nódulos periféricos y enfermedades infiltrativas difusas, así como la aspiración y el lavado de vías y espacios aéreos.

#### **4.4.2.2. Bronco grafía**

Realizada para definir malformaciones congénitas o formas adquiridas de distorsión traqueo bronquial y para delimitar las vías aéreas bronquiectasias, actualmente sustituida en gran parte por la TC torácica.

#### **4.4.2.3. Aspiración Pulmonar Transtraqueal**

Con catéter-cepillo y con aguja percutánea:

Estos procedimientos proporcionan muestras microbiológicas del pulmón al tiempo que evitan la contaminación con la flora oro faríngeo. Todos ellos implican riesgos y únicamente deben ser realizados por personas experimentadas.

### **4.4.3. Tratamiento**

#### **4.4.3.1. Agonista Beta Adrenérgicos**

La vía inhalada proporciona el efecto más rápido y el mejor índice terapéutico; pueden administrarse isotarina, albuterol, terbutalina, metaproterenolfenoterol o isoproterenol, mediante nebulizador o inhalador-dosificador.

#### **4.4.3.2. Metilxantinas**

El aclaramiento de teofilina es muy variable y está reducido con la edad, en caso de disfunción hepática, descompensación cardiaca, enfermedad febril. Numerosos fármacos modifican también el aclaramiento de teofilina.

#### **4.4.3.3. Glucocorticoides**

Prednisona, 40-60 mg PO diariamente, seguidos por una pauta de reducción progresiva del 50 % cada 35 días. Los esteroides en el asma aguda necesitan 6 o más horas para hacer efecto. Los preparados inhalados de glucocorticoides son auxiliares importantes en el tratamiento crónico; no son útiles en los ataques agudos.

#### **4.4.3.4. Cromoglicatodisodico**

No es un broncodilatador, útil en el tratamiento crónico para la prevención, no útil durante los ataques agudos; administrado en inhalador-dosificador o como polvo nebulizado.

#### **4.4.3.5. Anticolinérgicos**

Puede incrementar la bronca dilatación lograda por los simpaticomiméticos, pero es de acción lenta (30-60 min).

#### **4.4.3.6. Ipratropio**

Puede administrarse mediante inhalador-dosificador, hasta 2 inhalaciones cada 6 h. Los agentes expectorantes y mucolíticos aportan poco al tratamiento del asma aguda o crónica.

### **4.4.4. Diagnóstico**

Los diagnósticos de cada enfermedad respiratoria que cuenta el sistema fueron incluidos gracias a la experiencia de los expertos que compartieron su conocimiento a través de entrevistas; para así hacer robusto el programa. En la tabla 34 podemos apreciarlas.

#### 4.5. Parámetro y Valores

En la tabla 33. Se muestra las variables y los valores, para la medición de la enfermedad.

VARIABLES PARAMETROS	POSIBLES VALORES
Alimentación	1(Vegetales), 2(Frutas), 3(Pescados y encurtidos)
Genero	1(Masculino), 2(Femenino)
Antecedentes Familiares	1(Nunca), 2(A veces), 3(Siempre)
Edad	1(Si $x \geq 55$ ), 2(Si $x \geq 54$ )
Raza	1(Negro), 2(Blanco), 3(Mestizo)
Cirugía Previa	0(Nunca), 1(una vez), 2(muchas Veces), 3(Siempre)
Tabaco	0(nada), 1(poco), 2(mucho), 3(excesivo)
Alcohol	0(nada), 1(poco), 2(mucho), 3(excesivo)
Riesgo	0(Nada), 1(leve), 2(medio), 3(alto)
Anemia Perniciosa	0(Nada), 1(leve), 2(alto)
Aclorhidria	0(Nada), 1(leve), 2(alto)
Contextura	1(Obeso), 2(Grueso), 3(Delgado)
Indigestión o acidez Estomacal	0(Nunca), 1(una vez), 2(muchas Veces), 3(Siempre)
Tratamiento	1(Cirugía), 2(Medicación Broncodilatadores), 3(Vacunas), 4(Terapia Biológica)

Tabla 33. Variables y Valores.

#### **4.6. Expresiones Lógicas**

Después de declarar las variables y definir las reglas desarrollaremos las expresiones lógicas que se obtuvo en reuniones previas con los expertos:

##### **Regla 1:**

SI (Alimentación = "2" Y Edad= "1" Y Contextura= "1" Y Dolor Abdominal= "2") {  
Enfermedad respiratoria Leve

##### **Regla 2:**

SI (Alimentación = "3" Y Edad= "1" Y Contextura= "1" Y Genero= "1") {  
Enfermedad respiratoria Grave

##### **Regla 3:**

SI (Alimentación = "3" Y Edad= "1" Y Contextura= "1" Y Antecedentes Familiares= "1") {  
Enfermedad respiratoria Crónica

##### **Regla 4:**

SI (Alimentación = "3" Y Edad= "1" Y Contextura= "1" Y Pérdida de Peso= "1") {  
Enfermedad respiratoria Bronquitis

##### **Regla 5:**

SI (Tabaco = "3" Y Anemia Perniciosa = "2" Y Raza= "2" Y Gripe = "2") {  
Enfermedad respiratoria Neumonía

##### **Regla 6:**

SI (Fiebre Convulsiones = "2" Y Edad= "1" Y Genero= "1" Y Contextura= "3") {  
Enfermedad respiratoria tuberculosis

##### **Regla 7:**

SI (Alimentación = "1" Y Edad= "2" Y Pérdida de Peso= "1" Y Tos Persistente= "3") {  
Enfermedad respiratoria Asma

##### **Regla 8:**

SI (Pérdida de Peso = "2" Y Edad= "1" Y Contextura= "1" Y Alimentación= "3") {  
Enfermedad respiratoria Anginas

##### **Regla 9:**

SI (Genero= "1" Y Edad= "1" Y Gripe = "2" Y Ronquera= "2") {  
Enfermedad respiratoria Faringitis

##### **Regla 10:**

SI (Dificultad al Respirar= "2" Y Ronquera= "2" Y Edad= "1" Y Dolor Abdominal= "3") {  
Enfermedad respiratoria Fiebre del Heno

##### **Regla 11:**

SI (Fiebre y convulsiones = "2" Y Edad= "2" Y Fatiga= "3" Y Catarro= "2") {  
Enfermedad respiratoria Hipertensión Pulmonar

**Regla 12:**

SI (Alimentación =“3” Y Edad=“1” Y Contextura=“1” Y Dolor Abdominal=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Neoplasias pulmonares

**Regla 13:**

SI (Salivar =“0” Y Ronquera=“0” Y Gripe =“1” Y Dolor Abdominal=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Edema pulmonar

**Regla 14:**

SI (Antecedentes Familiares =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“1” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Derrame Pleural

**Regla 15:**

SI (Moco y flema amarilla =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“1” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Gripe Humana

**Regla 16:**

SI (Tos Persistente =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“3” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Neumotórax Apnea

**Regla 17:**

SI (Dolor de Pecho =“1” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Rinitis Alérgica Perenne  
  
SI (Pérdida de Peso =“1” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Pleuresía

**Regla 19:**

SI (Dolor de cabeza intenso =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“1” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Fístula Bronquial

**Regla 20:**

SI (Fatiga =“2” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Trastornos de la Voz Fibrosis Quística

**Regla 21:**

SI (Fiebre y convulsiones =“2” Y Edad=“1” Y Fatiga=“3” Y Dolor de Pecho=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Bronquitis Infantil

**Regla 22:**

SI (Alimentación =“2” Y Edad=“1” Y Contextura=“1” Dolor de Pecho=“2” Y Dolor Abdominal=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Neumonía Infantil

**Regla 23:**

SI (Salivar =“1” Y Ronquera=“2” Y Gripe =“1” Y Dolor Abdominal=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Pulmonar Crónica

**Regla 24:**

SI (Tos Persistente =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“3” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Pleural

**Regla 25:**

SI (Moco y flema amarilla =“1” Y Edad=“2” Raza =“1” Alimentación =“2” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Bronquial

**Regla 26:**

SI (Tos Persistente =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“3” Y Contextura=“2” Dolor de cabeza=“2” Fatiga =“2”)  
{  
Enfermedad respiratoria Tuberculosis

**Regla 27:**

SI (Tos Persistente =“3” Y Edad=“2” Y Raza =“2” Y Contextura=“1” Dolor de cabeza =“3” Fatiga =“2”)  
{  
Enfermedad respiratoria Tuberculosis Tipo A

**Regla 28:**

SI (Tos Persistente =“3” Y Edad=“2” Y Raza =“2” Y Contextura=“1” Dolor de cabeza =“3” Fatiga =“2”  
Pérdida de Peso =“1”) {  
Enfermedad respiratoria Tuberculosis Tipo B

**Regla 29:**

SI (Tos Persistente =“3” Respiración Rápida=“2” Y Edad=“2” Y Raza =“2” Y Contextura=“1”  
Ronquera=“2”Dolor de cabeza =“3” Fatiga =“2” Pérdida de Peso =“1”) {  
Enfermedad respiratoria Tuberculosis Tipo C

**Regla 30:**

SI (Fatiga =“2” Y Edad=“1” Tos Persistente =“3” Y Raza =“3” Y Contextura=“1” Dolor de cabeza =“3”)  
{  
Enfermedad respiratoria Tuberculosis Infantil

**Regla 31:**

SI (Fiebre y convulsiones =“2” Y Edad=“1” Y Fatiga=“3” Y Catarro=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Infantil

**Regla 32:**

SI (Dolor de cabeza intenso =“3” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Fibrosis

**Regla 33:**

SI (Pérdida de Peso =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“2” Y Contextura=“2” Dolor Abdominal=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Aviar

**Regla 34:**

SI (Moco y flema amarilla =“1” Y Edad=“1” Y Raza =“1” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Resfrió

**Regla 35:**

SI (Moco y flema amarilla =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“1” Y Contextura=“1”) {  
Enfermedad respiratoria Resfrió común

**Regla 36:**

SI (Tos Persistente =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“3” Y Contextura=“1” Dolor Abdominal=“2” Fiebre y  
Convulsiones=“2”) {  
Enfermedad respiratoria H1N2

**Regla 37:**

SI (Alimentación =“3” Y Edad=“1” Y Contextura=“1” Y Dolor Abdominal=“2”) Fatiga =“2” Raza =“1”  
{  
Enfermedad respiratoria Bronquitis Crónica

**Regla 38:**

SI (Pérdida de Peso =“2” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“1” Dolor Abdominal=“2” Fiebre y  
Convulsiones=“2”) {  
Enfermedad respiratoria H1N1

**Regla 39:**

SI (Dolor de cabeza intenso =“2” Y Edad=“2” Y Raza =“2” Tos Persistente =“2” Y Contextura=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Anguina

**Regla 40:**

SI (Fatiga =“2” Y Edad=“1” Y Raza =“2” Y Contextura=“2” Tos Persistente =“2” Dolor de cabeza intenso  
=“2”) {  
Enfermedad respiratoria Rinitis

#### 4.7. Definición de Reglas

En las tablas 34,35,36,37 se muestran las reglas implementadas en el sistema.

Regla	Enfermedad	Diagnóstico/Descripción	Tratamiento
R1	Resfriado Leve	El diagnóstico del resfriado se efectúa en base a las molestias descritas por el paciente y la exploración física diagnóstico clínico	beber líquidos en abundancia.
R2	Resfriado Común	Generalmente causa secreción nasal, congestión nasal y estornudo. Asimismo, es posible que se presente dolor de garganta, tos, dolor de cabeza u otros síntomas.	Los medicamentos para los resfriados y la tos de venta libre pueden ayudar a aliviar los síntomas en adultos y niños mayores.
R3	Resfriado Grave	El médico puede escuchar ruidos pulmonares anormales mientras ausulta el pecho con un estetoscopio	Dosis altas de esteroides para reducir la inflamación pulmonar. Oxígeno, soporte respiratorio (ventilación mecánica) o terapia de tórax.
R4	Agudo y grave (SARS)	El síndrome respiratorio agudo y grave (SARS, por sus siglas en inglés) es una forma seria de neumonía	Antibióticos para tratar las bacterias que causan la neumonía. Medicamentos antivirales (aunque no se sabe qué tan bien funcionan para el SARS).
R5	Bronquitis	La bronquitis es una inflamación del recubrimiento de los bronquios, que conectan la tráquea a los pulmones.	fármacos broncodilatadores, que contribuyen a relajar y abrir las vías aéreas en los pulmones.
R6	Bronquitis Crónica	Cuando los bronquios están inflamados o infectados, entra menos aire a los pulmones y también sale menos	El objetivo principal del tratamiento de la bronquitis crónica es reducir la irritación de los tubos bronquiales
R7	Bronquitis Infantil	Como consecuencia de esto, se tose mucho expulsando esputo o flema.	En los niños, la amoxicilina es el fármaco de elección habitual. Los antibióticos no son útiles en infecciones víricas.

Tabla 34. Enfermedades Respiratorias Diagnóstico y Tratamiento R1- R7

Regla	Enfermedad	Diagnóstico/Descripción	Tratamiento
R8	Neumonía	Es la infección del parénquima pulmonar por diferentes agentes infecciosos (bacterias, virus, hongos y parásitos)	Consiste en la utilización de antibióticos en función del paciente a tratar, que puede ser empírico (no se conoce el germe causal) o específico si se ha reconocido el
R9	Tuberculosis pulmonar	La tuberculosis (Tbc) es una enfermedad infecciosa crónica causada habitualmente por un bacilo llamado Mycobacterium tuberculosis.	Se basa en la administración de fármacos antituberculosos durante un período prolongado, que suele ser de 6 meses.
R10	Asma	El asma es una enfermedad cada vez más frecuente entre los niños y los jóvenes. Se calcula que la padece el 5 por ciento de la población adulta	medicamentos de acción rápida, como la adrenalina, corticoides, oxigenoterapia, nebulizador
R11	Asma Bronquial Infantil	En todo niño en el que se sospeche un asma bronquial hay que realizar la espirometría basal y con broncodilatador con el fin de demostrar que la obstrucción de la vía aérea es reversible	medicamentos de acción rápida, como la adrenalina, corticoides, oxigenoterapia, nebulizador
R12	Anginas	Correctamente tratada la infección se cura en 10 días, aunque la mayoría de los pacientes mejoran luego de dos o tres días de iniciado el tratamiento antibiótico	Reposo, evita fumar. Toma abundantes líquidos sobre todo tibios. Bajar la temperatura Gárgaras.
R13	Faringitis	La faringitis, o dolor de garganta, es la molestia, el dolor o la carraspera en la garganta que a menudo hace que se presente dolor al traguar.	Hacer gárgaras varias veces al día con agua tibia con sal ( $\frac{1}{2}$ cucharadita de sal en 1 taza de agua).
R14	Fiebre del heno	La rinitis alérgica es una reacción alérgica a substancias suspendidas en el aire (alergenos) que ataca a las vías aéreas superiores: nariz, senos paranasales, garganta, y con frecuencia, también a los ojos (rinoconjuntivitis).	Los antihistamínicos (antagonistas de la alergia) como la cetirizina o loratadina, reducen la reacción alérgica.
R15	Hipertensión	El diagnóstico se basa en el estudio angiográfico tras la cateterización del circuito pulmonar, tras descartar otras enfermedades respiratorias, cardiovasculares y sistémicas como causantes del cuadro clínico	El tratamiento vasodilatador es útil en algunos casos pero no es posible anticipar qué pacientes responderán al tratamiento.
R16	Neoplasias pulmonares	En la mayoría de los pacientes el diagnóstico se plantea ante datos clínicos y cuando en un estudio radiológico se detecta alguna anormalidad pulmonar.	Las opciones de tratamiento para el cáncer de pulmón son cirugía, radioterapia y quimioterapia, solas o combinadas, dependiendo según el estado del cáncer
R17	Edema Pulmonar	Es una acumulación anormal de líquido en los pulmones que lleva a que se presente dificultad para respirar.	Se debe identificar y tratar rápidamente la causa del edema. Por ejemplo, si un ataque cardíaco ha causado la afección, se debe tratar inmediatamente.

Tabla 35. Enfermedades Respiratorias Diagnóstico y Tratamiento R8 - R17

Regla	Enfermedad	Diagnóstico/Descripción	Tratamiento
R18	Derrame Pleural	Es el cúmulo anormal de líquido en el espacio pleural. El espacio pleural es el espacio situado entre los pulmones y la cavidad torácica y en condiciones normales existe una mínima cantidad de líquido en su interior.	En los casos de derrame pleural producido por insuficiencia cardíaca, el tratamiento de la causa (en este caso diuréticos) es el de elección
R19	Gripe Humana	La infección con virus de influenza puede ser asintomática y subclínica sin interferir en la capacidad laboral pero con plena infectividad	Los consejos generales para una persona afectada de gripe son reposo, ingesta abundante de líquidos, evitar el consumo de alcohol (licor) y tabaco (en el caso improbable de que le apetezca al paciente, al menos los primeros días)
R20	Neumotorax Apnea	Es la entrada de aire en la cavidad pleural ya sea causado directamente desde el interior del pulmón o desde el exterior (por perforación).	La pleurodesis (cirugía de las bullas) se plantea en casos graves como p.ej en la afectación de ambos pulmones.
R21	rinitis alergica perenne	Es una enfermedad caracterizada por la presencia de síntomas nasales, debidos a una inflamación de la mucosa nasal, producida a su vez por una reacción alérgica local	Los corticoides tópicos nasales en aerosol, tales como los de beclometasona, budesonida, triamcinolona, fluticasona y mometasona administrados de forma regular.
R22	fistula pleuresia	La pleura es una fina membrana que reviste la superficie interna de la pared torácica, la superficie superior del diafragma y la cara lateral del mediastino envolviendo a los	En un tratamiento general para disminuir el dolor, se puede utilizar un vendaje de consistencia elástica, que además no se adhiera al tórax, cambiándolo 2 a 3 veces al día.
R23	fistula bronquial	Es una enfermedad inflamatoria pulmonar con obstrucción al flujo de aire variable y reversible	A pesar de las curas locales y de la remisión de la infección la fistula permaneció abierta, por lo que se indicó la trasposición muscular endotorácica como tratamiento definitivo.
R24	Influenza	Es una enfermedad viral altamente contagiosa. Se transmite por contacto directo con las secreciones de tos o estornudos	Se puede hacer una prueba rápida o un cultivo de garganta
R25	Amigdalitis	Consiste en la inflamación de las amígdalas, en esta enfermedad las amígdalas se engrosan e inflaman y adquieren un color rojizo	El diagnóstico suele incluir una exploración por parte del médico de la garganta, la nariz, los oídos así como una auscultación del pecho.

Tabla 36. Enfermedades Respiratorias Diagnóstico y Tratamiento R18 - R25

Regla	Enfermedad	Diagnóstico/Descripción	Tratamiento
R26	Fibrosis Pulmonar	La fibrosis pulmonar es una enfermedad en la que de forma lenta y progresiva se va sustituyendo el tejido funcional del pulmón (los alveolos) por tejido fibroso, con la consecuencia pérdida de la capacidad de respirar,	El tratamiento consiste en la administración de corticoides para disminuir la inflamación pulmonar pero sólo el 20% de los casos responden al tratamiento. Aquellos que no responden se les administran inmunodepresores aunque su eficacia no está muy demostrada.
R27	Cáncer de Pulmón	El carcinoma de células pequeñas suelen presentarse como masa central mientras que el adenocarcinoma y el carcinoma de células grandes suelen hacerlo como una masa .	El tratamiento del cáncer de pulmón se basa en la cirugía, la radioterapia y la quimioterapia, solas o combinadas entre ellas.
R28	Sarcoidosis	La sarcoidosis es una enfermedad granulomatosa de causa desconocida que afecta a múltiples órganos, entre ellos en un 90% casos al pulmón.	En todos los casos las decisiones se adoptan de manera individualizada en función de términos clínicos, radiológicos y funcionales.
R29	Pulmonar obstructiva crónica	Es una de las enfermedades más comunes de los pulmones. La EPOC causa dificultad para respirar. Hay dos formas principales de EPOC: Bronquitis crónica, la cual implica una tos prolongada con moco y Enfisema, el cual implica un daño a los pulmones con el tiempo	Los medicamentos empleados para tratar la EPOC abarcan: Inhaladores (broncodilatadores) para ayudar a abrir las vías respiratorias. Esteroides inhalados u orales para reducir la inflamación pulmonar. Antinflamatorios para reducir la hinchazón en las vías respiratorias.
R30	Venooclusiva pulmonar	Es una enfermedad extremadamente infrecuente que causa hipertensión arterial en las arterias pulmonares	Actualmente, no se dispone de tratamientos médicos efectivos conocidos. Sin embargo, los siguientes medicamentos pueden ser útiles para algunos pacientes: Fármacos vasodilatadores (que dilatan los vasos sanguíneos). Fármacos que controlan la respuesta del sistema inmunitario (como azotriopina o esteroides)
R31	Fibrosis	Existen factores genéticos, inmunológicos y principalmente víricos que estarían relacionados con la aparición de la enfermedad	En pacientes jóvenes con enfermedad rápidamente progresiva debe valorarse la posibilidad de realizar un trasplante pulmonar.
R32	Obstructiva crónica	La causa principal de la enfermedad obstructiva crónica es el tabaquismo.	El hecho de no fumar previene la mayoría de los casos. Pregúntele al médico o profesional de la salud respecto a programas para dejar de fumar.
R33	Bronquial	Existen diversos factores causantes de este mal bronquial como son: alergia, infecciones, exposición industrial, ingestión de sustancias químicas,	El polvo acumulado en habitaciones debe analizarse como una categoría especial, ya que es un mosaico antigénico donde su constituyente alergénico dominante

Tabla 37. Enfermedades Respiratorias Diagnóstico y Tratamiento R26 - R33

## **Capítulo 5: Aporte Practico**

En este capítulo se desarrolla el software con la metodología establecida, lo más importante es mostrar los resultados con sus respectivas mejoras obtenidas de la solución. Se muestra los resultados obtenidos de las pruebas mediante graficas.

### **5.1. Diseño de la Herramienta Tecnológica**

El Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias, permite al médico especialista una atención agilizada y eficaz para con los pacientes, teniendo en el software una interfaz gráfica interactiva, que cumple con los requerimientos necesarios para el diagnóstico.

A si mismo muestra en su interfaz tres módulos importantes.

El módulo de gestión, el cual es el primero, permite al especialista, gestionar la información correspondiente del paciente y las enfermedades registradas; como ingresar los datos de las enfermedades, sus síntomas y sus intensidades, a su vez permite el registro de los pacientes con sus respectivos datos, así mismo se puede actualizar y eliminar.

El segundo, es el módulo de mantenimiento, en este módulo se podrá registrar al médico especialista en el sistema para generar su id y clave, correspondiente para su atención. También se puede generar las consultas a los pacientes y registrar las en su historia clínica.

En el tercer módulo que es el de estadística, se muestra gráficamente de dos formas torta y barra, las enfermedades con mayor índice de incidencias entre los pacientes atendidos.

### **5.2. Entorno de Desarrollo**

Se utilizo como herramienta el lenguaje convencional también llamados orientados al problema como Microsoft Visual Studio 2014, con el cual se realizó la implementación del sistema experto.

El lenguaje visual, no solo es simple y de fácil entendimiento nos permite conseguir el objetivo deseado, se utilizó WIN10 como sistema operativo y SQL Server 2014 como base de datos, para facilitar el desarrollo del sistema.

Las pruebas se desarrollaron en una laptop HP Pavilion Intel Core i5 con 8GB de RAM y se utilizó VMware Workstation Pro12, el cual permitió manejar un ambiente simulado.

### **5.3. Requerimientos del Sistema**

Para que el sistema obtuviera resultados precisos y sin inconvenientes en el tiempo de respuesta se recomienda utilizar:

- Una computadora/laptop Pentium IV o superior.
- Sistema operativo XP o superior.
- 1 GB de RAM o superior.
- Tarjeta de video VGA o superior.
- Espacio disponible de 50GB en el disco duro.

#### **5.4. Prototipos**

Los prototipos servirán como base para la elaboración del sistema experto, el cual permitirá diagnosticar enfermedades respiratorias.

##### **5.4.1. Ingreso al Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias**

En este punto se visualiza todo lo concerniente al ingreso del Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias. Vemos como el Doctor (Usuario), tiene un usuario y una contraseña para proceder al ingreso del sistema, también el sistema cuenta con varios elementos que describiremos a continuación:

##### **5.4.2. Página Principal del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio**

Luego de acceder al Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias, visualizaremos todo lo concerniente a la interfaz del sistema experto, como se muestran a continuación en las figuras 34,35,36,37,38. En la pestaña INICIO, se encuentran múltiples enlaces de información correspondientes al tema salud.

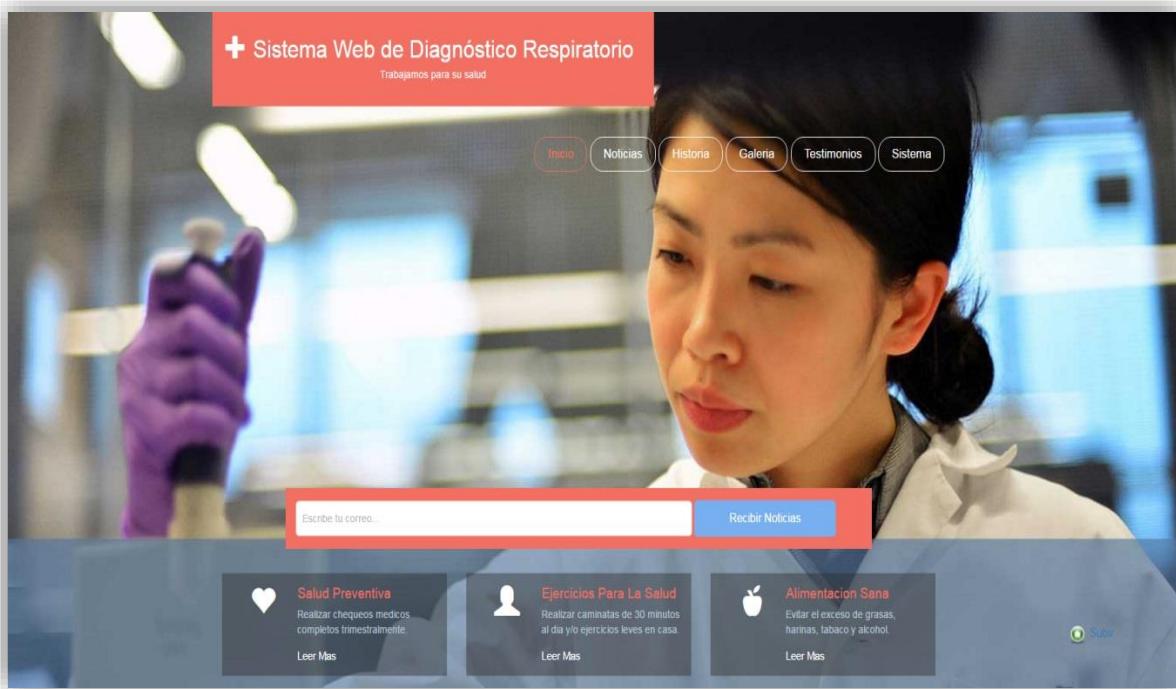


Figura 35. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratoria.

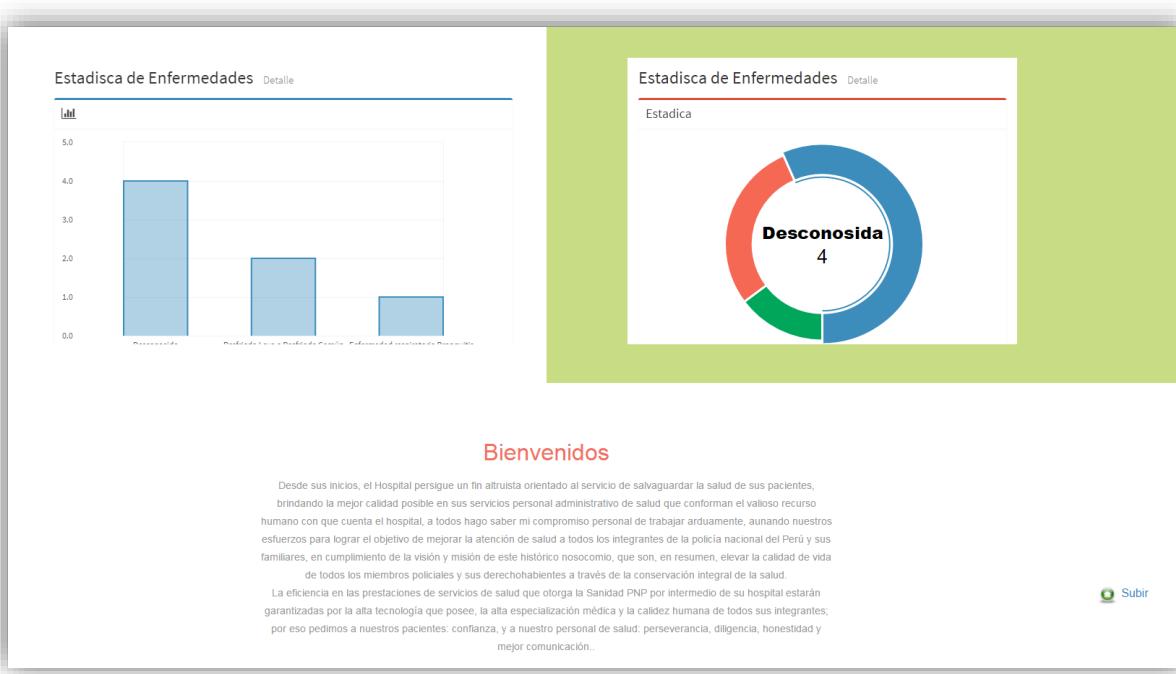


Figura 34. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias.

**Doctor 1**



Adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem

**Doctor 2**



Adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem

**Doctor 3**



Adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem

**Doctor 4**



Adipisci velit, sed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem

### Acerca de Nosotros

La Dirección Ejecutiva de Sanidad PNP es un Órgano de Apoyo de la Policía Nacional del Perú, depende orgánicamente de la Dirección General de la PNP. Está encargada de los servicios de salud policial, teniendo como objetivo primordial promover la salud del policía y su familia, así como brindar una atención integral que contribuya al bienestar personal, familiar y social de los miembros de la Policía Nacional del Perú, la actual Estructura Orgánica y Manual de Organización y Funciones de la Dirección Ejecutiva de Sanidad de la PNP aprobada con RM N° 1471-2006-IN-PNP el 09.JUN06. (continua vigente toda vez que en la promulgación del Reglamento del DL N°1175 que aprueba la Ley de Régimen de Salud de la Policía Nacional del Perú no establece a estructura orgánica de la DIREJESAN PNP).

 Subir

Figura 38. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias.



Nuestros Médicos Especialistas se encuentran totalmente capacitados para responder a todas las exigencias médicas. A su vez ellos están en constante capacitación para el bienestar de nuestros pacientes.

[f](#) [t](#) [g](#) [in](#)

**VISIÓN**

Institución líder de atención integral de salud  
Autonomía administrativa y financiera  
Gestión estratégica y participativa  
Marco de valores éticos  
Respetando la vida, dignidad y derechos de la persona

**MISIÓN**

Promover estilos de vida saludable  
Disminuir los riesgos inherentes al trabajo policial  
Brindar atención recuperativa altamente especializada con recursos humanos calificados y comprometidos  
Tecnología moderna y especializada  
Garantizar servicios de salud integrales con calidad, equidad y calidez que satisfagan las necesidades del policía, y su familia

**Conoce a tu Médico**

**Doctor 1**



Especialista en Neumología y Radiología

[f](#) [t](#) [g](#) [in](#)

**Doctor 2**

**Doctor 3**

 Subir

Figura 37. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias.

### Testimonios

Experiencias de nuestros pacientes y/o visitantes.

“Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.”

“Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.”

• • •

**Revistas De Investigacion**

Cáncer De Pulmón  
Cáncer En El Siglo XXI  
CONTROL DEL CÁNCER EN EL PERÚ  
La Obesidad Como Factor De Riesgo En El Desarrollo Del Cáncer  
Tabaquismo  
Tendencia De Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

**Investigaciones**

Análisis De La Situación Del Cáncer En El Perú  
Aspectos Generales Del Cáncer Del Pulmón  
Cáncer En El Perú

**Enfermedades Respiratorias**

Faringitis Y Amigdalitis  
Bronquitis Aguda  
Boletín Bronquiolitis En Pediatría  
Enfermedad Respiratoria Influenza

**Informacion Externa**

Enfermedades Respiratorias  
ENFERMEDADES INTERSTICIALES PULMONARES  
ENFERMEDADES DE LA PLEURA  
Enfermedad Respiratoria Anginas  
Enfermedad Respiratoria Influenza

[Inicio](#) | [Ubicación](#) | [Terminos De Uso](#)

[f](#) [t](#) [g](#) [in](#)

 Subir

Figura 36. Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias.

129

#### 5.4.3. Ingreso al Sistema

En la pestaña SISTEMA, muestra un cuadro de ingreso, en el cual el médico o personal de la salud autorizado iniciara sesión y empezara atender a los pacientes.

- **Login.** Para ingresar al sistema debe ingresar su usuario y contraseña y presionar el botón ingresar.



Figura 39. Pantalla de logeo al Sistema Experto.

Una vez dentro se ingresará los datos y la clave para acceder al sistema. O la opción volver que permite regresar al menú principal.



Figura 40. Ingreso al Sistema Experto.

### 5.4.3.1. Inicio de la consulta médica

- Al hacer un clic en el submenú Pacientes, se mostrará una lista de los pacientes registrados en la base de datos, para verificar si el atendido cuenta con registro previo se realiza una búsqueda con su número de documento nacional en caso sea un nuevo paciente se ingresará a la opción nuevo y se le registrará. Ver figura 41.

The screenshot shows the 'Registro de Pacientes' (Patient Registration) screen. At the top, there is a search bar labeled 'Referencia' with a placeholder 'Nombre de paciente:' and a 'Buscar' button. Below the search bar is a table titled 'Página : 10 Nuevo'. The table has columns for 'Nº', 'Foto', 'Nombre', 'Ape Pat', 'Ape Mat', 'Documento', 'edad', 'Sexo', 'Contectura', 'Raza', and actions. The table contains five rows of patient data. At the bottom of the table, there is a footer with the URL 'localhost:7484/PwHome.aspx#', the name 'paredes', and the location 'rio'. The table also includes a 'Nuevo' button and a 'Detallado' checkbox.

Figura 41. Registro de Pacientes

- Luego de registrar al paciente se procede a realizar la consulta de enfermedades nueva. Figura 42.

The screenshot shows the 'Registrar Paciente' (Register Patient) screen. It features a form with fields for 'Nombres' (Names), 'Apellido Paterno' (Father's Last Name), 'Apellido Materno' (Mother's Last Name), 'Documento' (Document), 'Fecha Nacimiento' (Date of Birth), 'Sexo' (Sex), 'Raza' (Race), and 'Contectura' (Body Type). There is also a preview image of a patient. At the bottom, there are 'Cancelar' (Cancel) and 'Guardar' (Save) buttons.

Figura 42. Consulta de Pacientes

- Se inicia el interrogatorio médico o cuestionario de síntomas que el paciente presenta. Los detalles de cada padecimiento, así como sus intensidades, son la clave para llegar a una conclusión. Ver figura

The screenshot shows a medical consultation form for a patient named Jose Luis Merino. The top section displays basic patient details: Apellido Paterno (Merino), Apellido Materno (Paukar), Documento (08089435), Fecha Nacimiento (20/10/1959), Sexo (Mas), Raza (Meztizo), and Contextura (Obeso). Below this, the 'Consulta' (Consultation) section includes a 'Consumir' (Consume) list with items like Frutas, Verduras, Carnes, Tabaco, and Alcohol, each with Leve, Mucho, or Excesivo options. The 'Sintomas que padece' (Symptoms) section lists various symptoms with Leve, Moderado, or Fuerte intensity levels. The 'Antecedentes familiares' (Family History) section asks if there are present family antecedents, with options Never, Sometimes, and Always.

43.

Figura 43. Consulta de sistemas e intensidades.

- Como resultado del interrogatorio médico, el sistema muestra el diagnóstico de la enfermedad. Ver figura 44.

The screenshot shows the results of the consultation for Jose Luis Merino. The top section is identical to Figure 43. The 'Resultado de consulta' (Consultation Result) section displays the diagnosis: 'Resfriado Leve o Resfriado Común'. Below this, the 'Enfermedad' (Disease) section provides a brief description of the common cold. The 'Detalle' (Detail) section contains prevention tips: 'Lávese siempre las manos: los niños y los adultos deben lavarse las manos después de sonar la nariz, después de cambiar pañales al baño, antes de comer y antes de preparar alimentos. Desinfecte el ambiente: límpie las superficies de contacto común (como manijas de los lavamanos, pestillos de las puertas y esteras para dormir) con un desinfectante'. The 'Prevención' (Prevention) section reiterates handwashing and environmental disinfection. The 'Tratamiento' (Treatment) section advises drinking liquids and taking over-the-counter medications for adults and children over 4 years old, noting that they do not cure the cold faster but help relieve symptoms. Buttons at the bottom right include 'Volver a consultar' (Reconsult) and 'Guardar en Historial' (Save to History).

Figura 44. Diagnóstico Medico.

- Para concluir el módulo de diagnóstico, el sistema muestra una opción de guardar o no la consulta médica, permitiendo almacenar las enfermedades que padece el paciente. Ver figura 45.

N	Enfermedad	Fecha	Doctor	Detalle
1	Resfriado Leve o Resfriado Común	06/09/2017	Harold Chacaltana La Rosa	Los resfriados pueden ocurrir en cualquier momento del año, pero son más comunes en invierno o en temporadas de lluvias. Un virus del resfriado se propaga a través de diminutas gotitas aéreas que se liberan cuando una persona enferma estornuda, tose o se suena la nariz.
2	Neoplasias Pulmonares	20/10/2016	Harold Chacaltana La Rosa	Se ha establecido que el tabaco y posiblemente la contaminación atmosférica, constituyen un factor causal del cáncer de pulmón

Figura 45. Registro de Consultas Médicas.

## 5.5. Código de la Solución

A continuación, se muestra la programación de la consulta de una enfermedad.

```
protected static string Json<T>(T ob)
{
    System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer
    Json = new System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer();
    return Json.Serialize(ob);
}

protected static List<T> DesJson<T>(string CadenaJSON)
{
    System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer
    Json = new System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer();
    return Json.Deserialize<List<T>>(CadenaJSON);
}

protected void btnConsultar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    List<BEConsultaIntencion> SetLista = new List<BEConsultaIntencion>();
    /*Lista de Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que padece*/
    SetLista = DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdLista.Value));
    List<BEPaciente> SetPac = new List<BEPaciente>();
    /*Consultamos los rasgos físicos del paciente*/
    SetPac = oBIPaciente.ListarPersonas(Convert.ToInt16(Session["IdPaciente"]));
    string idSex = Convert.ToString(SetPac[0].nSexo);
    string idCon = Convert.ToString(SetPac[0].nIdContectura);
    string idRaz = Convert.ToString(SetPac[0].nIdRaza);
    string Edad = Age(Convert.ToDateTime(SetPac[0].sFechaNacimiento));
    if (Convert.ToInt16(Edad) < 55) { idEda = "70"; } else { idEda = "69"; }
    string Sin = Sintomas(SetLista);

    /*Concatenamos el Sexo, Raza, Edad, Contextura y Lista de Consumo, Antecedentes familiares y
    Síntomas que padece*/
    string Cod = idSex + "/" + idRaz + "/" + idEda + "/" + idCon + "/" + Sin;

    /*Buscamos la enfermedad con código armado en variable Cod */
    List<BEEEnfermedades> SetLisEnf = new List<BEEEnfermedades>();
    SetLisEnf = oBLEnfermedades.BuscarEnfermedad(Convert.ToString(Session["CodEnf"]));
```

```

/*Mandamos imprimir la enfermedad*/
Session["CodEnf"] = Cod;
Response.Redirect("WResultado.aspx");
}

```

En la figura 46. Se muestra el código fuente de cómo se llega al diagnóstico deseado. Como se mencionó en comentarios previos, la concatenación de datos como sexo, contextura, edad, raza, consumos y síntomas del paciente, dan como resultado una suma de valores preestablecidos en una variable código que luego nos muestra en el sistema como una enfermedad.

```

public partial class PwResultado : System.Web.UI.Page
{
    BLEnfermedades oBLEnfermedades = new BLEnfermedades();
    BLResultado oBLResultado = new BLResultado();

    protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
    {
        if (Page.IsPostBack) { return; }

        List<BEEEnfermedades> SetLisEnf = new List<BEEEnfermedades>();
        SetLisEnf = oBLEnfermedades.BuscarEnfermedad(Convert.ToString(Session["CodEnf"]));

        if (SetLisEnf.Count > 0)
        {
            lblEnfermedad.Text = SetLisEnf[0].sNombre;
            lblDetalle.Text = SetLisEnf[0].sDetalle;
            lblPrevencion.Text = SetLisEnf[0].sPrevencion;
            lblTratamiento.Text = SetLisEnf[0].sTratamiento;

            lblMesCab.Text = "";
            lblMesPie.Text = "";
            lblErrCab.Text = "<div id='divErr' style='display:none'>";
            lblErrPie.Text = "</div>";

        }
        else
        {
            lblMesCab.Text = "<div id='divCor' style='display:none'>";
            lblMesPie.Text = "</div>";
            lblErrCab.Text = "";
            lblErrPie.Text = "";

        }
    }
}

```

Figura 46. Código Fuente del Diagnóstico.

```

/*También se muestra la programación de cómo se guarda una enfermedad. */
protected static string Json<T>(T ob)
{
    System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer
    Json = new System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer();
    return Json.Serialize(ob);
}

protected static List<T> DesJson<T>(string CadenaJSON)
{
    System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer
    Json = new System.Web.Script.Serialization.JavaScriptSerializer();
    return Json.Deserialize<List<T>>(CadenaJSON);
}

protected void btnGuardar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    /*Nombre de enfermedad*/
    string Nom = Convert.ToString(txtEnfermedad.Text);
    /*Detalle de enfermedad*/
    string Det = Convert.ToString(txtDetalle.Text);
    /*Prevención de enfermedad*/
    string Pre = Convert.ToString(txtPrevencion.Text);
    /*Tratamiento de enfermedad*/
    string Tra = Convert.ToString(txtTratamiento.Text);
    ****
    /*Contextura*/
    int Con = Convert.ToInt16(cbxContextura.SelectedValue);
    /*Raza*/
    int Raz = Convert.ToInt16(cbxRaza.SelectedValue);
    /*Edad*/
    int Eda = Convert.ToInt16(cbxEdad.SelectedValue);
    /*Lista de síntomas Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que padece*/
    List<BEConsultaIntencion> SetLisCoIn = new List<BEConsultaIntencion>();
    SetLisCoIn = DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdLista.Value));
    /*Conversión de variables entero a string */
    string sEda = Convert.ToString(Eda);
    string sCon = Convert.ToString(Con);
    string sSin = Sintomas(SetLisCoIn);
}

```

```

/*Cargar Características de la enfermedad a la cabecera de la enfermedad*/
BEEEnfermedadesCabecera objEC = new BEEEnfermedadesCabecera ();
objEC.sNombre = Nom;
objEC.sDetalle = Det;
objEC.sPrevencion = Pre;
objEC.sTratamiento = Tra;
objEC.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["idUsuario"]);
int IdCE = oBLEnfermedadesCabecera.Registrar(objEC);

/***********************/

/*Si la enfermedad se da en todas las razas */
if (ckbTodRaz.Checked == true) {
    List<BERaza> SetLiRa = oBLRaza.ListarRaza();
    for (int i = 0; i < SetLiRa.Count; i++) {

/*Si es Masculino el individuo */
if (ckbMasculino.Checked == true) {
    string sRaz = Convert.ToString(SetLiRa[i].nIdRaza);
/*Concatenamos las características del individuo*/
    string Cod = "67/" + sRaz + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;
    BEEEnfermedades obj = new BEEEnfermedades ();
    obj.CodEnfermedad = Cod;
    obj.nidEnfermedadCabecera = IdCE;
    obj.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["idUsuario"]);
    List<BEConsultaIntencidad> FSetLista = new List<BEConsultaIntencidad>();
/*Visualizamos la cadena en Json que contiene Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
    List<BEConsultaIntencidad> LisReg =
DesJson<BEConsultaIntencidad>(Convert.ToString(hdLista.Value));
/*Se carga y selecciona los id correspondientes al Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
    FSetLista = Cargar(Cargar(Cargar(Cargar(LisReg, Con),
Convert.ToInt16(SetLiRa[i].nIdRaza)), Eda), 67);

/*Registraremos la enfermedad*/
    int idEnf = oBLEnfermedades.Registrar(obj);
    oBLEnfermedadesDetalle.Registrar(FSetLista, idEnf);
}
}

```

```

        if (ckbFemenino.Checked == true) {
            string sRaz = Convert.ToString(SetLiRa[i].nIdRaza);

/*Concatenamos las características del individuo*/
            string Cod = "68/" + sRaz + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;
            BEEnfermedades obj = new BEEnfermedades();
            obj.CodEnfermedad = Cod;
            obj.nidEnfermedadCabecera = IdCE;
            obj.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["idUsuario"]);
            List<BEConsultaIntencion> FSetLista = new List<BEConsultaIntencion>();

/*Visualizamos la cadena en Json que contiene Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
            List<BEConsultaIntencion> LisReg =
                DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdlLista.Value));
/*Se carga y selecciona los id correspondientes al Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
            FSetLista = Cargar(Cargar(Cargar(Cargar(LisReg, Con),
                Convert.ToInt16(SetLiRa[i].nIdRaza)), Eda), 68);
/*Registraremos la enfermedad*/
            int idEnf = oBLEnfermedades.Registrar(obj);
            oBLEnfermedadesDetalle.Registrar(FSetLista, idEnf);
        }
    }
}

/*Si la enfermedad se da en una raza específica */
else {
    if (ckbMasculino.Checked == true){

/*Concatenamos las características del individuo*/
        string Cod = "67/" + Convert.ToString(Raz) + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;
        BEEnfermedades obj = new BEEnfermedades();
        obj.CodEnfermedad = Cod;
        obj.nidEnfermedadCabecera = IdCE;
        obj.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["idUsuario"]);
        List<BEConsultaIntencion> FSetLista = new List<BEConsultaIntencion>();

/*Visualizamos la cadena en Json que contiene Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
        List<BEConsultaIntencion> LisReg =
            DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdlLista.Value));
}

```

```

/*Se carga y selecciona los id correspondientes al Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
FSetLista = Cargar(Cargar(Cargar(LisReg, Con), Raz), Eda), 67);
/*Registramos la enfermedad*/
int idEnf = oBLEnfermedades.Registrar(obj);
oBLEnfermedadesDetalle.Registrar(FSetLista, idEnf);
}
if (ckbFemenino.Checked == true){
/*Concatenamos las características del individuo*/
string Cod = "68/" + Convert.ToString(Raz) + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;
BEEnfermedades obj = new BEEnfermedades();
obj.CodEnfermedad = Cod;
obj.nidEnfermedadCabeza = IdCE;
obj.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["idUsuario"]);
List<BEConsultaIntencion> FSetLista = new List<BEConsultaIntencion>();
/*Visualizamos la cadena en Json que contiene Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
List<BEConsultaIntencion> LisReg =
DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdLista.Value));
/*Se carga y selecciona los id correspondientes al Consumo, Antecedentes familiares y Síntomas que
padece*/
FSetLista = Cargar(Cargar(Cargar(LisReg, Con), Raz), Eda), 68);
/*Registramos la enfermedad*/
int idEnf = oBLEnfermedades.Registrar(obj);
oBLEnfermedadesDetalle.Registrar(FSetLista, idEnf);
}
hdLista.Value = "";
txtEnfermedad.Text = "";
txtDetalle.Text = "";
txtPrevencion.Text = "";
txtTratamiento.Text = "";
ckbMasculino.Checked = false;
cbxConectura.SelectedValue = "0";
cbxConectura.SelectedValue = "0";
cbxEdad.SelectedValue = "0";
}

```

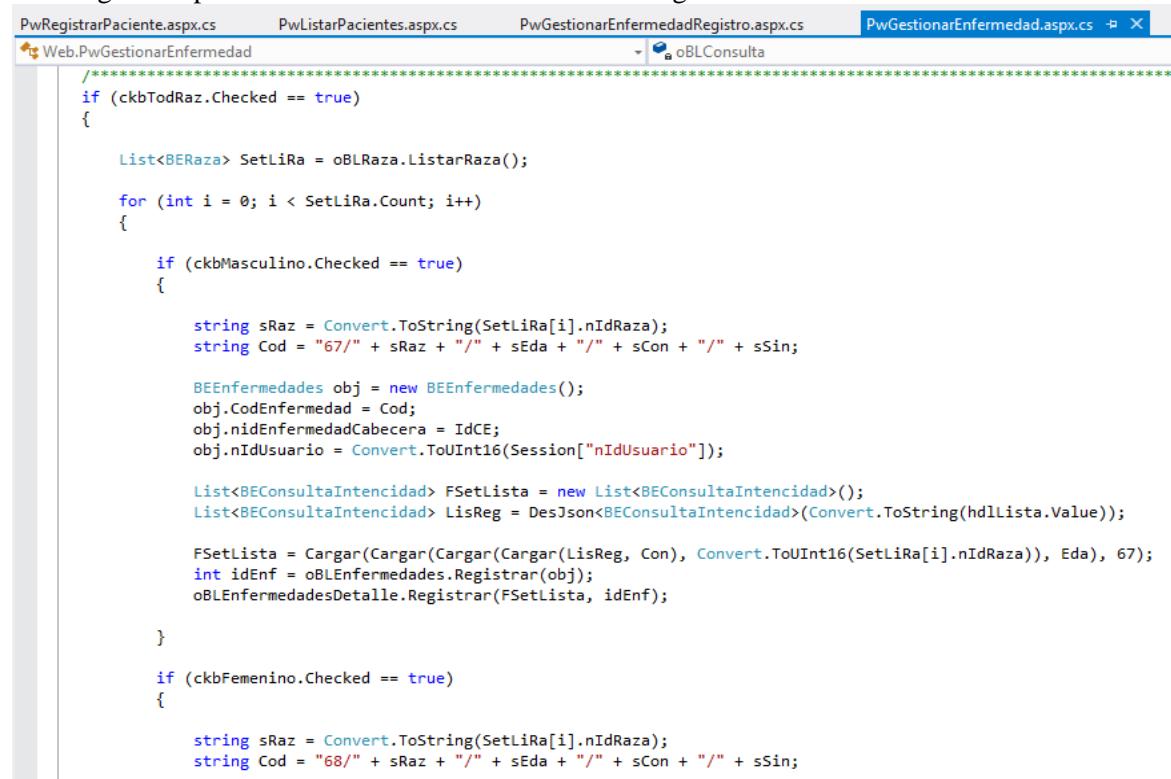
```

public List<BEConsultaIntencion> Cargar(List<BEConsultaIntencion> SetLisCoIn, int id)
{
    BEConsultaIntencion obj = new BEConsultaIntencion();
    obj.nIdConsultaIntencion = id;
    SetLisCoIn.Add(obj);
    return SetLisCoIn;
}

public string Sintomas(List<BEConsultaIntencion> SetListas)
{
    string Sin = "";
    List<BEConsultaIntencion> Listas = SetListas.OrderBy(x =>
x.nIdConsultaIntencion).ToList();
    for (int i = 0; i < Listas.Count; i++) {
        Sin = Sin + "-" + Convert.ToString(Listas[i].nIdConsultaIntencion);
    }
    return Sin;
}

```

En la figura 47 podemos ver la codificación del módulo gestionar enfermedad.



```

PwRegistrarPaciente.aspx.cs      PwListarPacientes.aspx.cs      PwGestionarEnfermedadRegistro.aspx.cs      PwGestionarEnfermedad.aspx.cs
Web.PwGestionarEnfermedad
=====
if (ckbTodRaz.Checked == true)
{
    List<BERaza> SetLiRa = oBLRaza.ListarRaza();

    for (int i = 0; i < SetLiRa.Count; i++)
    {

        if (ckbMasculino.Checked == true)
        {

            string sRaz = Convert.ToString(SetLiRa[i].nIdRaza);
            string Cod = "67/" + sRaz + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;

            BEEEnfermedades obj = new BEEEnfermedades();
            obj.CodEnfermedad = Cod;
            obj.nidEnfermedadCabeecera = IdCE;
            obj.nIdUsuario = Convert.ToInt16(Session["nIdUsuario"]);

            List<BEConsultaIntencion> FSetLista = new List<BEConsultaIntencion>();
            List<BEConsultaIntencion> LisReg = DesJson<BEConsultaIntencion>(Convert.ToString(hdLista.Value));

            FSetLista = Cargar(Cargar(Cargar(LisReg, Con), Convert.ToInt16(SetLiRa[i].nIdRaza)), Eda), 67);
            int idEnf = oBLEnfermedades.Registrar(obj);
            oBLEnfermedadesDetalle.Registrar(FSetLista, idEnf);

        }
        if (ckbFemenino.Checked == true)
        {

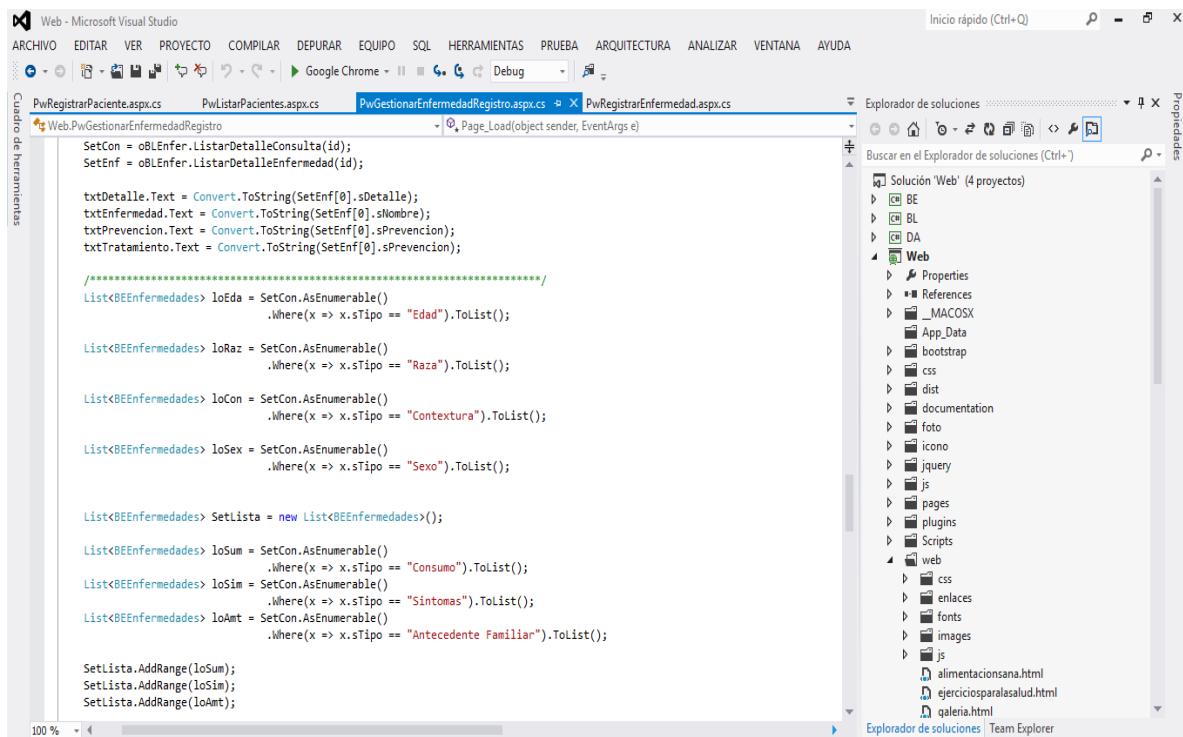
            string sRaz = Convert.ToString(SetLiRa[i].nIdRaza);
            string Cod = "68/" + sRaz + "/" + sEda + "/" + sCon + "/" + sSin;

        }
    }
}

```

Figura 47. Código del módulo gestionar enfermedad.

En la figura 48 visualizamos el código de registro de enfermedades.



The screenshot shows the Microsoft Visual Studio interface for a web application. The top menu bar includes: ARCHIVO, EDITAR, VER, PROYECTO, COMPILAR, DEPURAR, EQUIPO, SQL, HERRAMIENTAS, PRUEBA, ARQUITECTURA, ANALIZAR, VENTANA, AYUDA. The toolbar below has icons for file operations like New, Open, Save, Print, etc. The title bar says "Web - Microsoft Visual Studio". The main editor window displays the code for "PwGestionarEnfermedadRegistro.aspx.cs". The code handles various database queries to populate dropdown lists for gender, race, prevention, and other categories. The right side of the interface features the "Explorador de soluciones" (Solution Explorer) which lists project files like "Web", "Properties", "References", and "Content" (including CSS, JS, and images). The "Propiedades" (Properties) window is also visible on the right.

```

    SetCon = oBLEnfer.ListarDetalleConsulta(id);
    SetEnf = oBLEnfer.ListarDetalleEnfermedad(id);

    txtDetalle.Text = Convert.ToString(SetEnf[0].sDetalle);
    txtEnfermedad.Text = Convert.ToString(SetEnf[0].sNombre);
    txtPrevencion.Text = Convert.ToString(SetEnf[0].sPrevencion);
    txtTratamiento.Text = Convert.ToString(SetEnf[0].sPrevencion);

    ****
    List<BEEEnfermedades> loEda = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Edad").ToList();

    List<BEEEnfermedades> loRaz = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Raza").ToList();

    List<BEEEnfermedades> loCon = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Contextura").ToList();

    List<BEEEnfermedades> loSex = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Sexo").ToList();

    List<BEEEnfermedades> SetLista = new List<BEEEnfermedades>();

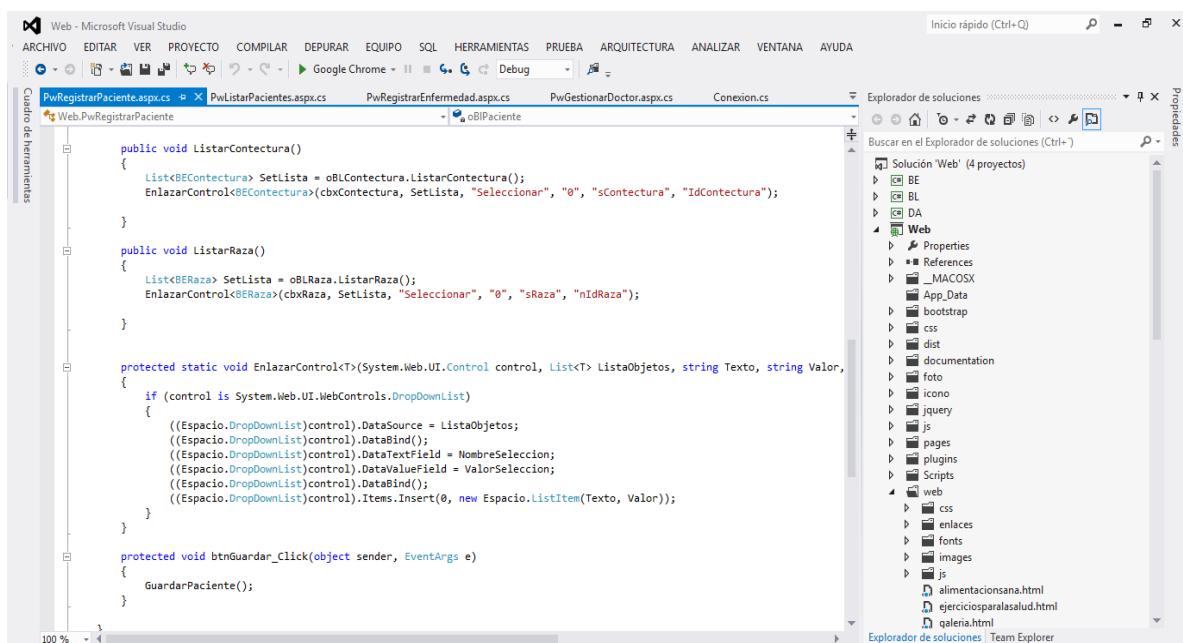
    List<BEEEnfermedades> loSum = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Consumo").ToList();
    List<BEEEnfermedades> loSim = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Sintomas").ToList();
    List<BEEEnfermedades> loAmt = SetCon.AsEnumerable()
        .Where(x => x.sTipo == "Antecedente Familiar").ToList();

    SetLista.AddRange(loSum);
    SetLista.AddRange(loSim);
    SetLista.AddRange(loAmt);

```

Figura 48. Código de registro de enfermedades.

En la figura 49 podemos ver el código fuente de registrar pacientes.



The screenshot shows the Microsoft Visual Studio interface for a web application. The top menu bar includes: ARCHIVO, EDITAR, VER, PROYECTO, COMPILAR, DEPURAR, EQUIPO, SQL, HERRAMIENTAS, PRUEBA, ARQUITECTURA, ANALIZAR, VENTANA, AYUDA. The toolbar below has icons for file operations like New, Open, Save, Print, etc. The title bar says "Web - Microsoft Visual Studio". The main editor window displays the code for "PwRegistrarPaciente.aspx.cs". The code defines methods for listing contexts and races, and handles the button click event for saving a patient. The right side of the interface features the "Explorador de soluciones" (Solution Explorer) which lists project files like "Web", "Properties", "References", and "Content" (including CSS, JS, and images). The "Propiedades" (Properties) window is also visible on the right.

```

    public void ListarContextura()
    {
        List<BERContextura> SetLista = oBLContextura.ListarContextura();
        EnlazarControl<BERContextura>(cbxContextura, SetLista, "Seleccionar", "0", "sContextura", "IdContextura");
    }

    public void ListarRaza()
    {
        List<BERRaza> SetLista = oBLRaza.ListarRaza();
        EnlazarControl<BERRaza>(cbxRaza, SetLista, "Seleccionar", "0", "sRaza", "nIdRaza");
    }

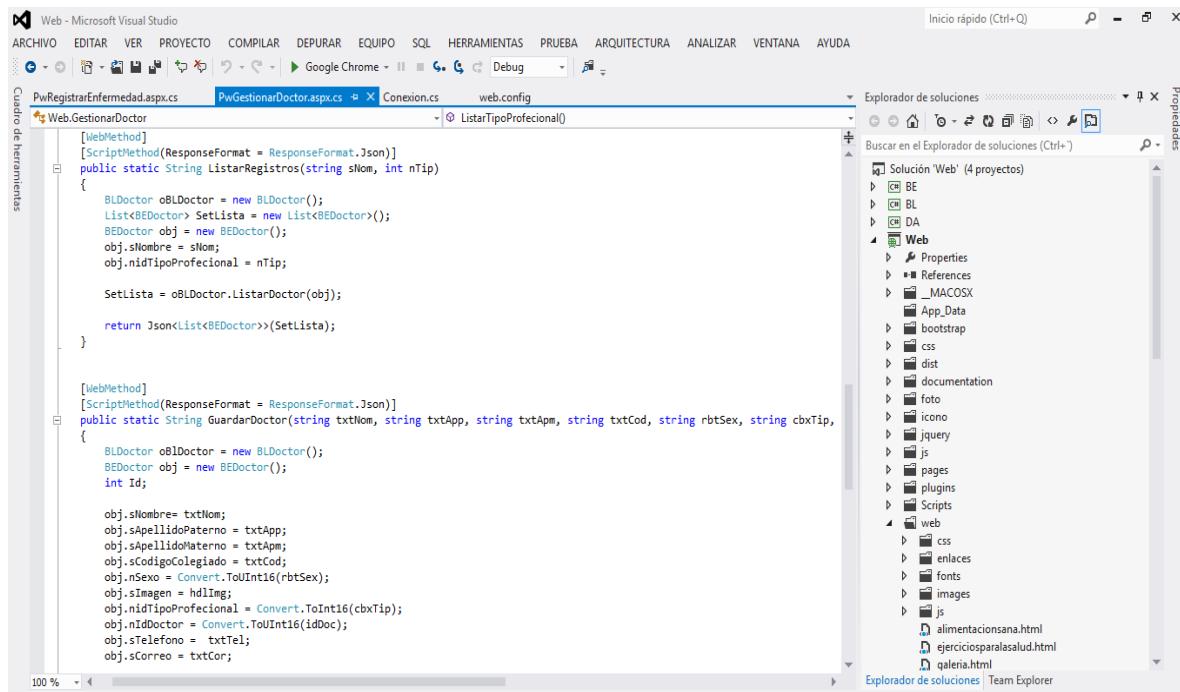
    protected static void EnlazarControl<T>(System.Web.UI.Control control, List<T> ListaObjetos, string Texto, string Valor,
    {
        if (control is System.Web.UI.WebControls.DropDownList)
        {
            ((Espacio.DropDownList)control).DataSource = ListaObjetos;
            ((Espacio.DropDownList)control).DataBind();
            ((Espacio.DropDownList)control).DataTextField = NombreSeleccion;
            ((Espacio.DropDownList)control).DataValueField = ValorSeleccion;
            ((Espacio.DropDownList)control).DataBind();
            ((Espacio.DropDownList)control).Items.Insert(0, new Espacio.ListItem(Texto, Valor));
        }
    }

    protected void btnGuardar_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        GuardarPaciente();
    }

```

Figura 49. Código de registrar pacientes.

En la figura 50 visualizamos el código de gestionar doctor.

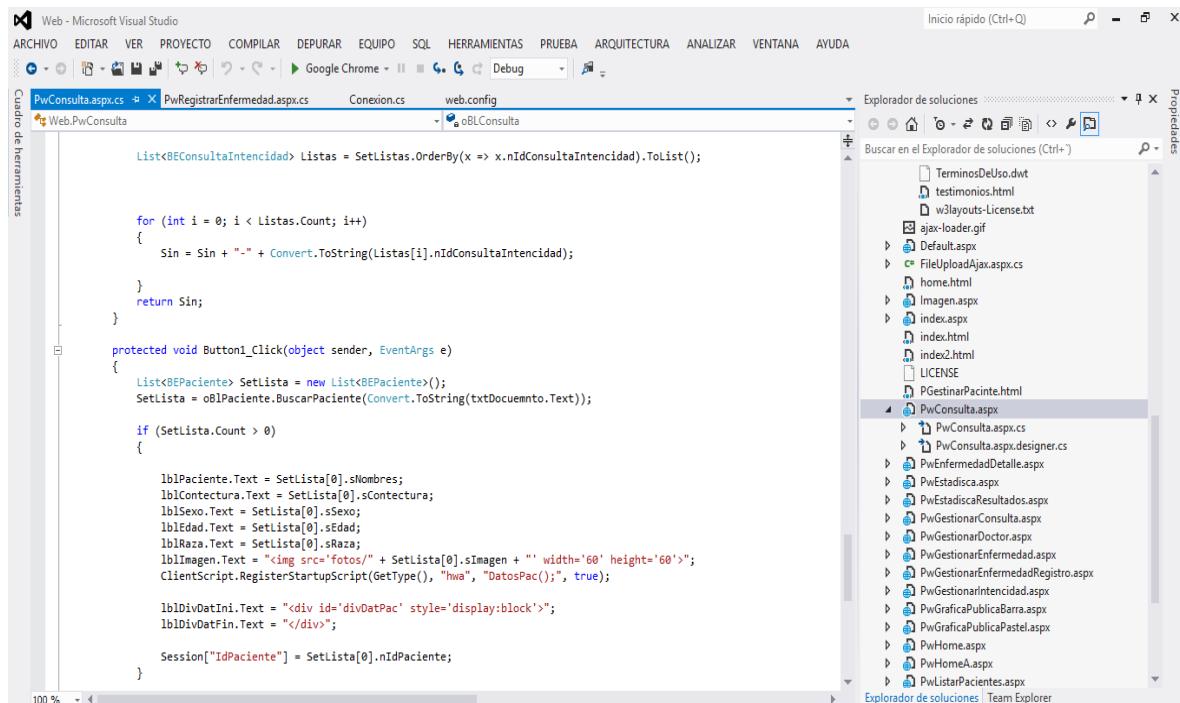


The screenshot shows the Microsoft Visual Studio interface with the following details:

- Menu Bar:** ARCHIVO, EDITAR, VER, PROYECTO, COMPILAR, DEPURAR, EQUIPO, SQL, HERRAMIENTAS, PRUEBA, ARQUITECTURA, ANALIZAR, VENTANA, AYUDA.
- Toolbar:** Includes icons for file operations like Open, Save, Print, and a browser icon for Google Chrome.
- Code Editor:** The active file is PwGestionarDoctor.aspx.cs. It contains two methods: `ListarRegistros` and `GuardarDoctor`. Both methods use `[WebMethod]` and `[ScriptMethod(ResponseFormat = ResponseFormat.Json)]`. The `ListarRegistros` method creates a `BLDoctor` object, initializes a list, adds a new `BEDoctor` object with `sNombre` and `nTip`, and then calls `oBLDoctor.ListarDoctor` on the list. The `GuardarDoctor` method creates a `BLDoctor` object, initializes a `BEDoctor` object with various properties set from form fields, and then calls `oBLDoctor.GuardarDoctor`.
- Solution Explorer:** Shows a solution with four projects: BE, BL, DA, and Web. The Web project contains a folder structure: Properties, References, MACOSX, App\_Data, bootstrap, css, dist, documentation, foto, icono, jquery, js, pages, plugins, Scripts, and web.
- Properties Window:** Shows general settings for the selected item.
- Task List:** Shows the current tasks: `Inicio rápido (Ctrl+Q)`, `PwGestionarDoctor.aspx.cs`, `Conexion.cs`, and `web.config`.
- Toolbars:** Includes standard Visual Studio toolbars for navigation and code editing.

Figura 50. Código de gestionar doctor.

En la figura 51 vemos el código de gestionar consulta.



The screenshot shows the Microsoft Visual Studio interface with the following details:

- Menu Bar:** ARCHIVO, EDITAR, VER, PROYECTO, COMPILAR, DEPURAR, EQUIPO, SQL, HERRAMIENTAS, PRUEBA, ARQUITECTURA, ANALIZAR, VENTANA, AYUDA.
- Toolbar:** Includes icons for file operations like Open, Save, Print, and a browser icon for Google Chrome.
- Code Editor:** The active file is PwConsulta.aspx.cs. It contains a `Button1_Click` event handler. This handler retrieves a list of `BEConsultaIntencidad` objects, sorts them by `nIdConsultaIntencion`, and then processes the first item in the list. It sets various labels (`lblPaciente`, `lblConiectura`, `lblSexo`, `lblEdad`, `lblRaza`, `lblImagen`) with values from the selected patient's details. It also displays the patient's photo in a `div` with ID `divDatPac`. Finally, it updates the session variable `["IdPaciente"]` with the patient's ID.
- Solution Explorer:** Shows a solution with files like `TerminosDeUso.dwt`, `testimonios.html`, `w3layouts-License.txt`, `ajax-loader.gif`, `Default.aspx`, `FileUploadAjax.aspx.cs`, `home.html`, `Imagen.aspx`, `index.aspx`, `index.html`, `index2.html`, `LICENSE`, `PGestinaPacinte.html`, `PvConsulta.aspx`, `PvConsulta.aspx.cs`, `PvConsulta.aspx.designer.cs`, `PvEnfermedadDetalle.aspx`, `PvEstadistica.aspx`, `PvEstadisticaResultados.aspx`, `PvGestionarConsulta.aspx`, `PvGestionarDoctor.aspx`, `PvGestionarEnfermedad.aspx`, `PvGestionarEnfermedadRegistro.aspx`, `PvGestionarIntencion.aspx`, `PvGraficaPublicaBarra.aspx`, `PvGraficaPublicaPastel.aspx`, `PvHome.aspx`, `PvHomeAspx`, and `PvListarPacientes.aspx`.
- Properties Window:** Shows general settings for the selected item.
- Task List:** Shows the current tasks: `Inicio rápido (Ctrl+Q)`, `PwConsulta.aspx.cs`, `Conexion.cs`, and `web.config`.
- Toolbars:** Includes standard Visual Studio toolbars for navigation and code editing.

Figura 51. Código de gestionar consulta.

## 5.6. Base de Datos

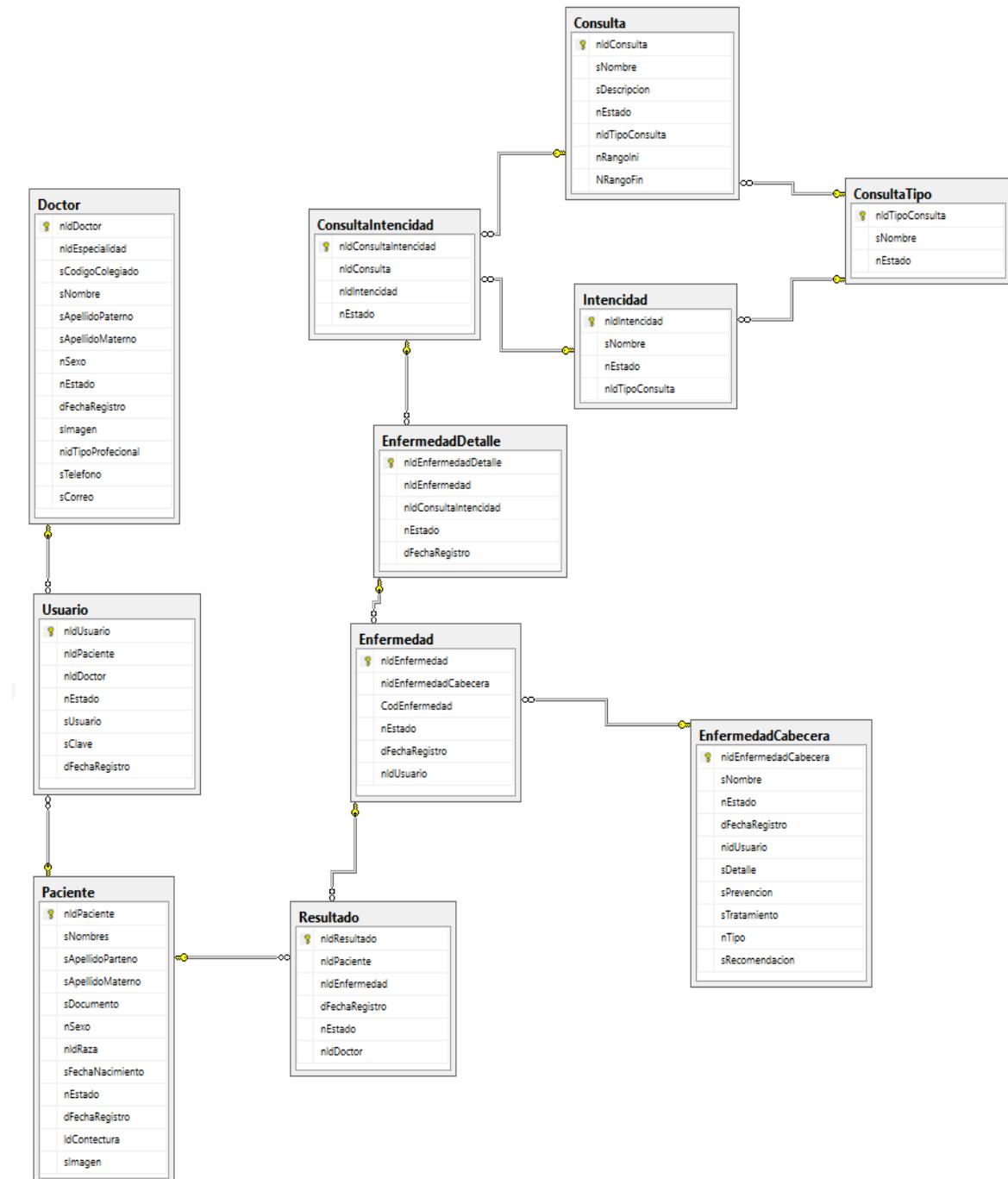


Figura 52. Base de datos principal del sistema.

## **Capítulo 6: Resultados**

En este capítulo se describen los resultados obtenidos luego de la implementación del Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias. Estos están divididos de acuerdo con los objetivos trazados al principio de la investigación, que hacen referencia a los siguientes indicadores:

- Nivel de Funcionalidad, eficienciabilidad, agilidad.
- Nivel de Fiabilidad. Fiabilidad (confiabilidad)
- Nivel Usabilidad, facilidad de uso, mantenibilidad y portabilidad (transportabilidad)
- Nivel de Portabilidad.

Se realizó esta agrupación con el fin de enfocar los resultados en los tres indicadores mencionados anteriormente.

### **6.1. Nivel de Funcionalidad**

Se obtuvo como resultado que el sistema implementado, cubrió con las necesidades planteadas durante la investigación, tanto del médico y el paciente. Con el sistema se cubrieron, en general, las siguientes necesidades:

- Clasificar las enfermedades en el sistema de acuerdo con la especialidad.
- Identificar los síntomas y niveles de las enfermedades respiratorias.
- Realizar consultas vía online/virtuales.
- Incrementar la eficiencia en la toma de decisiones.
- Acceso ágil a la información de los pacientes.
- Gestionar de forma flexible la implementación del sistema.
- Realizar historias clínicas automáticamente.

Al cubrir con estas necesidades, el sistema mejoró el proceso de consulta hacia los pacientes, capacitación del personal, y, en consecuencia, mejoró la capacidad de atención y aplicación (puesta en práctica).

### **6.2. Nivel de Fiabilidad**

Por lo que podemos decir que el sistema cumplió con el indicador de eficiencia y fiabilidad. La evaluación demostró los siguientes resultados:

- El tiempo de respuesta de la interfaz de usuario permite representar los resultados de los síntomas.
- El sistema satisfizo de manera eficiente a los especialistas, en las pruebas realizadas.
- La velocidad de carga de los contenidos de la interfaz (imágenes, textos, archivos) varía entre 1 a 3 segundos, en una conexión de internet de 1mb de velocidad.

### **6.3. Nivel de Usabilidad**

Se obtuvo como resultado que el sistema implementado presentó un alto nivel de usabilidad, desde la perspectiva tanto del médico especialista como del paciente participante, ya que ambas partes se apoyaron del sistema constantemente durante la implementación.

Se determinó que el sistema es muy usable por las siguientes características que presenta:

- El diseño de la interfaz del sistema permite a los usuarios la navegación clara e intuitiva entre sus interfaces y contenidos.
- Las fuentes utilizadas son legibles y el uso de colores son los adecuados en la presentación del contenido de las interfaces.
- El acceso al sistema puede darse por diferentes dispositivos electrónicos como desktops, laptops, móviles y tabletas.
- El sistema es ejecutado en diferentes sistemas operativos.
- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario fue mínimo.
- La tasa de errores cometidos por el usuario fue menor del 1% de las instrucciones totales ejecutadas en el sistema.
- El sistema proporciona mensajes de error informativos y orientados a usuario final.
- El sistema posee un diseño “Responsive” a fin de garantizar la adecuada visualización en múltiples computadores personales, dispositivos tableta y teléfonos inteligentes.
- El sistema facilita la gestión de temas de apariencia, así como el cambio de posición de sus los bloques.
- El sistema debe permitir gráficamente la modificación de la distribución de contenido en las interfaces.

Todos estos resultados permitieron un aumento en el grado de satisfacción de la atención de los pacientes no sólo con respecto a estos resultados que consiguieron, sino también a los objetivos y al contenido de la implementación.

#### **6.4. Nivel de Portabilidad**

Una aplicación debe estar disponible para decenas de entornos de hardware distintos sin tener que ser implementada varias veces. Por lo que podemos decir, que el sistema cumplió con el indicador de portabilidad. La evaluación demostró los siguientes resultados:

- El sistema está disponible en los distintos navegadores web como Chrome, Firefox y Opera.
- El sistema está disponible en los distintos dispositivos con conexión a internet como smartphones, tabletas, Laptops, PC Desktop, etc.
- El sistema está disponible en la mayoría de sistemas operativos más usados, como Windows (desde su versión XP y posteriores), Android (desde su versión 4.0 y posteriores), IOS (Desde su versión 5.1 y posteriores) y distintas distribuciones Linux (CentOS, Ubuntu).

## **Conclusiones**

Tras la implementación del Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias, se logró determinar que éste tiene una gran influencia, puesto que hubo una mejora del proceso de atención de los pacientes, ya que, en general, hubo un incremento del nivel de satisfacción de los atendidos con respecto a éstas.

La funcionalidad del sistema experto para el apoyo del diagnóstico de enfermedades respiratorias influye satisfactoriamente en los procesos de eficiencia y eficacia, ya que llega a cubrir y satisfacer los requerimientos funcionales de sus usuarios.

La usabilidad del software de apoyo para el diagnóstico de enfermedades respiratorias influye satisfactoriamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje, a través de su navegabilidad intuitiva y la legibilidad y claridad de sus contenidos a la vista de sus usuarios.

La eficiencia del sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias influye satisfactoriamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en cuanto a la carga de contenidos y tiempos de respuesta de las peticiones de los médicos.

La portabilidad del sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias influye satisfactoriamente en los procesos de eficiencia y eficacia, en cuanto a la satisfacción de sus usuarios al disponer del sistema en distintos navegadores web y diversos dispositivos de hardware, características que describen a este indicador de calidad.

Gracias a los médicos neumólogos se pudo identificar y registrar síntomas y sus niveles para las enfermedades respiratorias; las cuales se registraron al sistema y permitieron incrementar la base de datos de enfermedades.

La interfaz gráfica interactiva con la que se interactúa el médico logra agilizar la atención y mejorar la eficiencia del seguimiento al tratamiento de los pacientes.

## **Recomendaciones**

Se recomienda extender la inclusión de más enfermedades, así como también, sus síntomas y niveles.

Se recomienda, extender la posibilidad de la atención vía online a sus pacientes, quienes no se encuentren en la ciudad de lima metropolitana.

Se recomienda, añadir un chat, en la versión online, como mecanismo de comunicación y consulta sincrónica entre los médicos y sus pacientes.

Se recomienda, implementar los módulos del área de neumología, a las demás especialidades, para así tener un sistema robusto y compacto en todo el nosocomio.

## **Abreviaturas**

SE	Sistemas Expertos.
IA	Inteligencia Artificial.
KADS	Knowledge Acquisition Design System.
OM	Organization Model.
PNP	Policía Nacional del Perú
OOP	Programación Orientada a Objetos.
ECU	Especificación de Caso de Uso.

## Referencias

- [1] .NET [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/w0x726c2\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/w0x726c2(v=vs.110).aspx)
- [2] [SE1] [SE2] Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos, rolston, David w.
- [3] [SE1] [SE2] Sistemas Expertos, NEBENDAHL, DIETER.
- [4] [SE2] "Visión Artificial y Procesamiento Digital", IVÁN GARCÍA
- [5] [SE3] "Sistemas Expertos - Principios y Programación", JOSEPH GIARRATANO-GARY RILEY.
- [6] A, Heber Iván Mejía; GARNIQUE, Luis Vives; CABRERA, Wilson Hebert Cruz. (2013) SISTEMA INTELIGENTE DE DIAGNÓSTICO MÉDICO DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS DE NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS. TZHOECOEN VOL. 5 N° 2.
- [7] Augmented Naive Bayesian networks. (1990) USA.
- [8] BARRIOS ARTEAGA, Yolanda; BELTRÁN MEJÍA, Darlis. (2012) Análisis comparativo en el desempeño de un sistema experto con programación procedimental y programación lógica. Tesis Doctoral.
- [9] Barrios Artega, Y., & Beltrán Mejía, D. (2012). Análisis Comparativo en el desempeño de un Sistema Experto Con Programación Procedimental y Programación Lógica.
- [10] Base de Datos de Recursos Humanos del MINSA y Gob. Regionales. (2013)
- [11] Bauer, & Klaus, &. (1988). Arquitectura y Funcionamiento de un Sistema.
- [12] BD [https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms187875\(v=sql.105\).aspx](https://technet.microsoft.com/es-es/library/ms187875(v=sql.105).aspx)
- [13] Bol. Epidemiol. (Lima) 24 (01) 2013
- [14] Bratko, I. (2001). Prolog Programming for Artificial Intelligence. Addison-Wesley, Tercera Edición.
- [15] Buchanan BG and Shortliffe EH (1969). Heuristic DENDRAL: A program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry. In B. Meltzer and D. Michie, Machine Intelligence, vol 4. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- [16] Buchanan BG and Shortliffe EH (1984). Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project Addison-Wesley. Reading. Massachusetts.
- [17] Buchanan, B. G., Feigenbaum, E. A. (1978) "DENDRAL and Meta-DENDRAL: Their Applications Dimension", Artificial Intelligence, 11, pp.
- [18] C. Iglesias. (1998) Definición de una Metodología para el desarrollo de Sistemas Multiagentes, Tesis Doctoral Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- [19] CANABAL MOSQUERA, L. (2010). SISTEMA EXPERTO DE AYUDA AL DIAGNÓSTICO DE HISTOPATOLOGÍA CARDIACA - SIDHIC. Tesis, Madrid.
- [20] Castillo, E., Gutiérrez, J. M., & Hadi, y. A. (s.f.). Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas.
- [21] Compendio Estadístico: (2013) Información de Recursos Humanos del Sector Salud, Perú

- [22] Cortez, V. C., Salazar, E. L., & Pancca, E. V. (2008). Análisis actual y prospectivo de la oferta y demanda de médicos en el Perú 2005-2011. Current and prospective analysis of physician supply and demand in Peru.
- [23] Datos extraídos de la dirección ejecutiva de tecnología y comunicaciones PNP 2015
- [24] David W, Rolston, Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos, McGraw-Hill, (1993) Bogotá-Colombia
- [25] DIREJESAN. (2015). DIREJESAN PNP. Dirección de Jefes de Sanidad: <https://www.pnp.gob.pe/direcciones/dirsal/directorio.html>
- [26] E. Castillo; J. M. Gutiérrez; A. S. Hadi. (1996) Sistemas expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. Academia de Ingeniería, España.
- [27] F. T. de Dombal, J. R. Leaper, J. R. Staniland, A. McCann y J. Horrocks. (1972) Computer-aided diagnosis of acute abdominal pain. British Medical Journal.
- [28] Framework [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh425099(v=vs.110).aspx)
- [29] Framework [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/zw4w595w\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/zw4w595w(v=vs.110).aspx)
- [30] G. A. Gorry y G. O. Barnett. (1968) Experience with a model of sequential diagnosis. Computers and Biomedical Research.
- [31] G. A. Gorry. (1973) Computer-assisted clinical decision-making. Methods of Information in Medicine.
- [32] GRISALES, Viviana, et al. (2014) PREVALENCIA DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS AGUDAS EN MENORES DE 5 AÑOS HOSPITALIZADOS EN ASSBASALUD DE LA CIUDAD DE MANIZALES ENTRE LOS AÑOS 2004-2006.
- [33] H. R. Warner, A. F. Toronto, L. G. Veasy y R. Stephenson. (1961) A mathematical approach to medical diagnosis: Application to congenital heart disease. Journal of the American Medical Association.
- [34] HOPGOOD Adian. (1997) Knowledge Based Systems for Engineers and Scientists. Editorial CRC. Primera edición. Londres.
- [35] <http://arantxa.ii.uam.es/~dcamacho/logica/recursos/3848.0.prolog.pdf>
- [36] [http://www.app.minsa.gob.pe/bsc/detalle\\_indbsc.asp?lcind=19&lcobj=4&lcper=1&lcfreg=2/3/2016](http://www.app.minsa.gob.pe/bsc/detalle_indbsc.asp?lcind=19&lcobj=4&lcper=1&lcfreg=2/3/2016)
- [37] [http://www.app.minsa.gob.pe/bsc/detalle\\_indbsc.asp?lcind=64&lcobj=1&lcper=1&lcfreg=30/9/2016](http://www.app.minsa.gob.pe/bsc/detalle_indbsc.asp?lcind=64&lcobj=1&lcper=1&lcfreg=30/9/2016)
- [38] <http://www.minsa.gob.pe/estadisticas/estadisticas/Mortalidad/Macros.asp?00>
- [39] <https://www.pnp.gob.pe/direcciones/dirsal/directorio.html>
- [40] Jiménez Builes. (2006) Modelo de Planificación usando Razonamiento Basado en Casos de Sistema Multiagentes para Entornos Integrados de Sistemas, Tesis Doctoral Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- [41] José Domingo Carrillo Verdun. (1987) Metodología para el desarrollo de Sistemas Expertos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid-España.
- [42] Kulikowsky y Weiss. (1971) "CASNET: Causal Association Network "
- [43] Lederberg, J. (1987) "How DENDRAL Was Conceived and Born." ACM Symposium on the History of Medical Informatics, National Library of Medicine.

- [44] Lindsay, R. K. (1980) "Applications of Artificial Intelligence for Organic Chemistry: The DENDRAL project", McGraw-Hill Publishing.
- [45] Maglio P. y Christopher C. (2003) Attentive agents, Communications of the ACM, v. 46, n. 3, pp. 47-51.
- [46] Marlene Carlos Soto. (2002) Sistemas Expertos de Diagnóstico Medico del Síndrome de Guillian Barre, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Tesis de Licenciado en Computación, Lima-Perú.
- [47] Millan J. (2003) Adaptative Brain Interfaces, Communications of the ACM, v. 46, n. 3, pp. 74-80.
- [48] MS SQL Server <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>
- [49] MS VS [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd547188\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd547188(v=vs.100).aspx)
- [50] Muñoz, E., & Espinoza, J., & & Rivera, L. (2014). Un sistema basado en redes neuronales artificiales para diagnóstico de anemia ferropénica. Vol. 9(1), 35-53.
- [51] MUÑOZ, Edison; ESPINOZA, Jorge; RIVERA, Luis. (2014) Un sistema basado en redes neuronales artificiales para diagnóstico de anemia ferropénica. Revista de investigación de Sistemas e Informática, vol. 9, no 1, p. 35-43.
- [52] OPS Perú. (2013) Indicadores básicos de salud OPS.
- [53] PRIETO, Melvin Ricalde Castro. (2009) Correlación clínica, radiológica y funcional respiratoria en los pacientes que acuden al Servicio de Neumología para descarte de enfermedad ocupacional respiratoria en el Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión.
- [54] Quiroga, W. A., Arciniegas, & Ruiz, V. H., & & Montoya, D. M. (2013). Neumonía adquirida en la comunidad por Staphylococcus aureas resistente a penicilina y sus complicaciones: descripción de un caso. 19(2).
- [55] Red Nacional de Epidemiología (RENACE) – DGE – MINSA 2015
- [56] Rev Perú Med Exp Salud Pública. 2011; 28(2): 180
- [57] Revista Cubana de Informática Médica 2012:4(2)199-212
- [58] Rolston, & W, &. D. (1993). Funcionamiento del Sistema Experto.
- [59] Sánchez y Beltrán Juan Pablo. (1997) Sistemas Expertos: Una metodología de programación. Macrobit. Primera Edicion. México.
- [60] Schubert G. (2002) Knowledge Engineering and Management, TheCommonKADS Methodology. The MIT Press, EEUU.
- [61] Shumin Z. (2003) What's in the eyes for attentive inputs, Communications of the ACM, v. 46, n. 3, pp. 34-39.
- [62] Sistema de Salud de Perú; Jacqueline Elizabeth Alcalde Rabanal MSP, Oswaldo Lazo González PhD, Gustavo Nigenda PhD.
- [63] Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica DGE/MINSA 2015
- [64] Solano Sánchez, R., & & Hernández Zambrano, J. (2012). Diseño y construcción de una plataforma web que permita diseñar, integrar y simular sistemas expertos basados en reglas.
- [65] Solano Sánchez, Rodolfo; Hernández Zambrano, j. O. S. E. (2012) Diseño y construcción de una plataforma web que permita diseñar, integrar y simular sistemas expertos basados en reglas. Tesis doctoral.

- [66]** TAPIA CASTILLO JACKELINE, Sistema Experto Para El Apoyo Del Proceso De Orientación Vocacional Para Las Carreras De Ingeniería En La Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- [67]** TELLO Ernest. (2002) Object Oriented Programming for Artificial Intelligence. Addison Wesley. Tercera edición. New York.
- [68]** Tesis doctoral Técnicas de Inteligencia Artificial e Ingeniería del Software para un Sistema Inteligente de Monitorización de Apneas.
- [69]** Tesis para obtener el Título de Ingeniero de Sistemas, Sistema Experto para la Toma de Decisiones Gerenciales utilizando la metodología CommonKADS. Caso: Manufacturas Kukuli S.A.C. Luis Angel Camacho Colan. 2013.
- [70]** Tomas León Quintanar. (2007) Sistemas expertos y sus aplicaciones. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- [71]** Turban, S., & Aronson, y. (2001). Sistemas Basados en Conocimientos.
- [72]** Vanessa Fernández. (2003) Método CommonKADS para el desarrollo de un Sistema Experto en ambiente, Artículo científico, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- [73]** Visual Studio [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/52f3sw5c\(v=vs.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/52f3sw5c(v=vs.90).aspx)
- [74]** Weiss, Solomon M. Casimir A. Kulikowski and Saul Amarel. (1978) A Model-Based Method for Computer-Aided Medical Decision-Making. Artificial Intelligence. Vol 11.

## Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio

### **Manual de Usuario - Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio**

Elaborado Por:

**Chacaltana La Rosa, Harold Anderson.**

Año 2017

# **+ Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio**

## **Introducción**

### **Propósito del Documento**

El presente documento está dirigido a entregar las pautas necesarias para la ejecución del Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio. El sistema permite realizar diagnósticos médicos enfocados a la especialidad de neumología.

La gestión del soporte en cualquier ámbito de los sistemas de información (tanto si se trata de soporte interno o para usuarios externos), requiere del uso de herramientas apropiadas que nos permitan hacer un seguimiento de los procesos y tareas, realizar acciones de control o reporting, así como documentar adecuadamente las acciones realizadas.

El propósito de este Manual es facilitar al usuario la ejecución de las diferentes pantallas de captura y consulta de la información que se administra en el Sistema Web.

## **Implementación del Sistema**

### **a) Requerimientos del Hardware.**

Contar con:

- Computadora
- Una red de acceso local (LAN) o de preferencia WAN (Internet)

### **b) Requerimientos del Software.**

- Sistema Operativo Windows 7 o superior.
- Navegador Google Chrome o Internet Explorer, Netscape u otro.
- Permiso de acceso por parte de DIREJESAN (Dirección de Jefatura de Sanidad)

En este punto se visualiza todo lo concerniente al ingreso del Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias.

## **Catálogo de botones**

A continuación, mostraremos una leyenda de todos los botones y su uso dentro del sistema.

<b>Elementos del Sistema</b>	<b>Descripción</b>
	El botón sistema permite el ingreso a la plantilla de logeo del sistema experto.
<b>Ingresar</b>	El botón ingresar permite el acceso al sistema experto.
<b>Volver</b>	El botón volver permite regresar a la página anterior.
<b>Salir</b>	El botón salir permite cerrar la sesión del médico tratante.
<b>En línea</b>	Muestra el estatus del médico tratante, en línea o desconectado.
	Botón de tareas múltiples.
	Botón de búsqueda de médicos.
<b>Nuevo</b>	El botón nuevo nos permite realizar un nuevo registro. (paciente, medico, enfermedad)
	Este botón nos permite extraer los datos (historia clínica, enfermedades, síntomas) en un formato Excel.

	Este botón nos permite visualizar las observaciones del médico.
Página : <b>10</b>	Este botón nos permite escoger entre la cantidad de registros en páginas que se desea ver (10;50;100)
	Este botón nos permite editar. (Datos del paciente, medico, enfermedad)
	Este botón nos permite eliminar. (Datos del paciente, medico, enfermedad)
	Este botón nos permite guardar los cambios realizados.
	Este botón nos permite realizar búsqueda de pacientes.
	Este botón nos permite cancelar las modificaciones realizadas.
<b>Raza</b>	Esta opción nos permite escoger la raza del paciente.
	Seleccionar
<b>Contextura</b>	Esta opción nos permite escoger la contextura del paciente.
	Seleccionar
	Este botón permite ingresar las recomendaciones médicas.
	Este botón nos permite guardar nuevas enfermedades.
	Este botón nos permite cerrar sin guardar.
	Este botón nos permite regresar.
	Este botón nos permite editar consumo y síntomas.
	Este botón nos permite registrar nuevos consumos y síntomas.
	Nivel de consumo o de síntoma.
<input type="radio"/> Leve	
<input type="radio"/> Mucho	Nivel de consumo o de síntoma.
<input type="radio"/> Excesivo	Nivel de consumo o de síntoma.
<input type="checkbox"/> Gripe	Opción de síntomas.
	Esta opción nos permite guardar los datos del médico.
<b>Función</b>	Esta opción nos permite escoger la especialidad del personal tratante.
	Seleccionar

## Ingresando al Sistema

Hacer doble clic sobre la aplicación: Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio.

Inmediatamente después, el sistema mostrará una interfaz gráfica, en el cual el sistema solicita usuario y contraseña, datos que serán creados únicamente por el Médico General del Hospital Central PNP Luis N. Sáenz.

En la siguiente imagen 2, se muestra la interfaz que solicita los datos, usuario y clave, del especialista; la cual le fue otorgada por el Médico general, para dar inicio al sistema.

En la imagen 1. Cuando se acceda a la aplicación, se encontrará con el siguiente panel principal (debajo se aclaran los elementos que lo conforman):

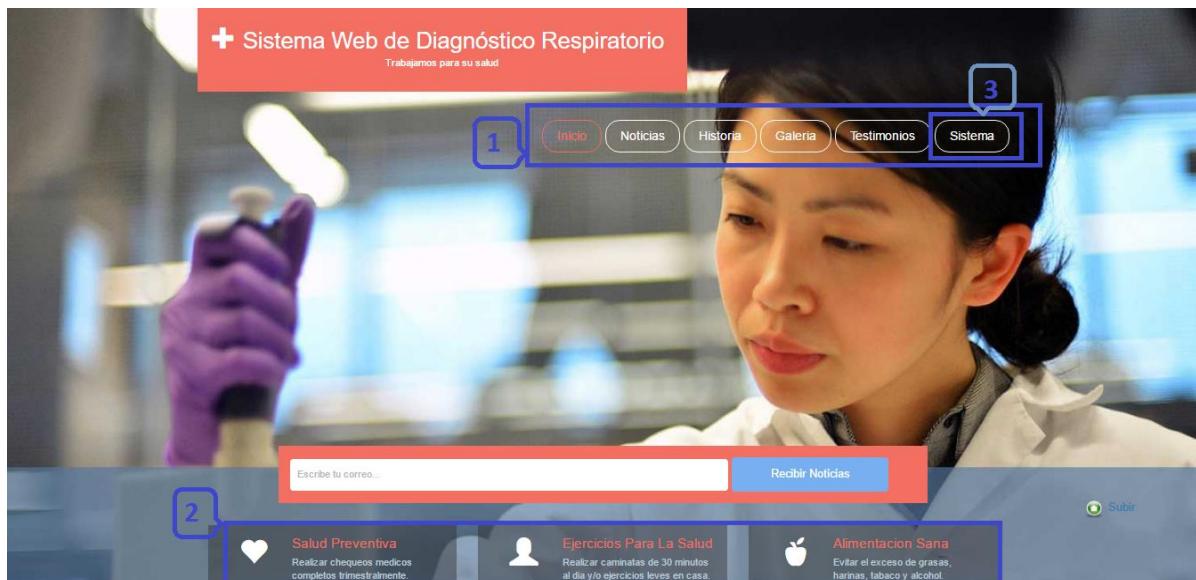


Imagen 1. Pantalla Principal

**1)** Opciones multiples de la interfaz web del sistema web de diagnóstico respiratorio.

Entre las opciones encontramos:

- Inicio.
- Noticias.
- Historia.
- Galería.
- Testimonio.
- Sistema.

**2)** En el espacio 2, encontramos pestañas multiples, con boletines medicos.

**3)** En el menú principal, entre las opciones multiples, la opción SISTEMA, permite el acceso al logeo del especialista.

## Sistema Web de Diagnóstico Respiratorio



Imagen 2. Solicitud de inicio de sesión del especialista.

En caso de que la contraseña o usuario no sean los correctos se muestra un mensaje de error, solicitando intentar de nuevo o comunicarse con la dirección de jefatura de sanidad. Como se muestra en la Imagen 3.



Imagen 3. Error al iniciar sesión.

En la Imagen 4. se muestra un logeo exitoso de uno de los especialistas.

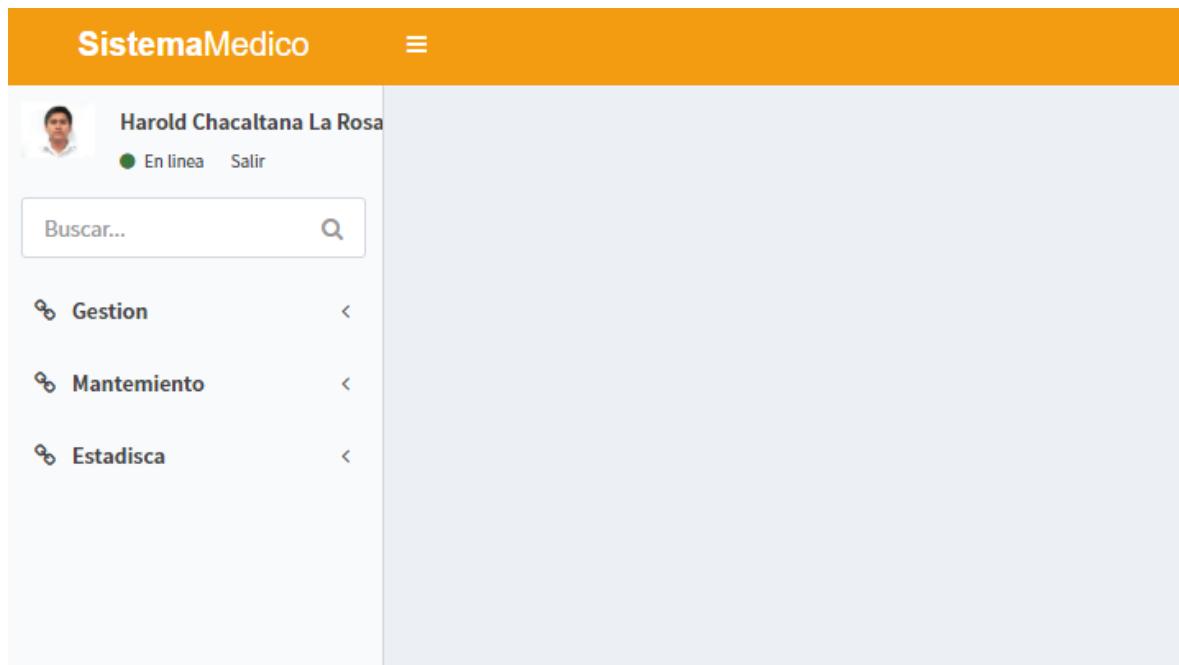


Imagen 4. Inicio de Sesión exitoso.

En la Imagen 5. Se detalla las funciones del menú principal.

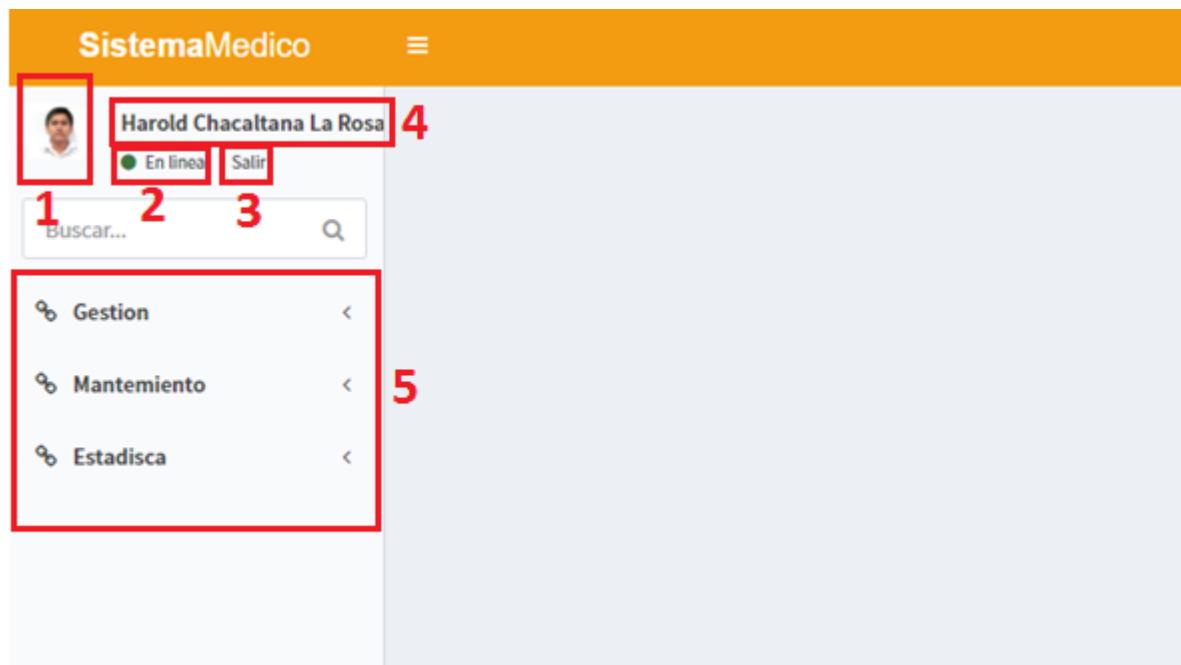


Imagen 5. Detalles del Menú Principal

El menú principal de la aplicación le ofrece las siguientes opciones:

- 1) Foto del médico, especialista o enfermero tratante.
- 2) Muestra el estado del profesional conectado, realizando un seguimiento de las horas en las que estuvo realizando consultas, y el intervalo de tiempo entre ellas.
- 3) Esta opción permite desconectarse, cerrar sesión o salir del software.
- 4) Muestra los datos del médico en cuestión.
- 5) Menú principal de la aplicación que le guiará en el proceso de diseño y gestión de una evaluación médica.

El orden ha sido propuesto para facilitar la labor al especialista tanto en el diseño como en la implementación para la atención.

El menú principal de la aplicación le ofrece las siguientes opciones:

- a) Gestión: En esta opción desplegable del menú principal, al darle un clic, se deslizan dos opciones:

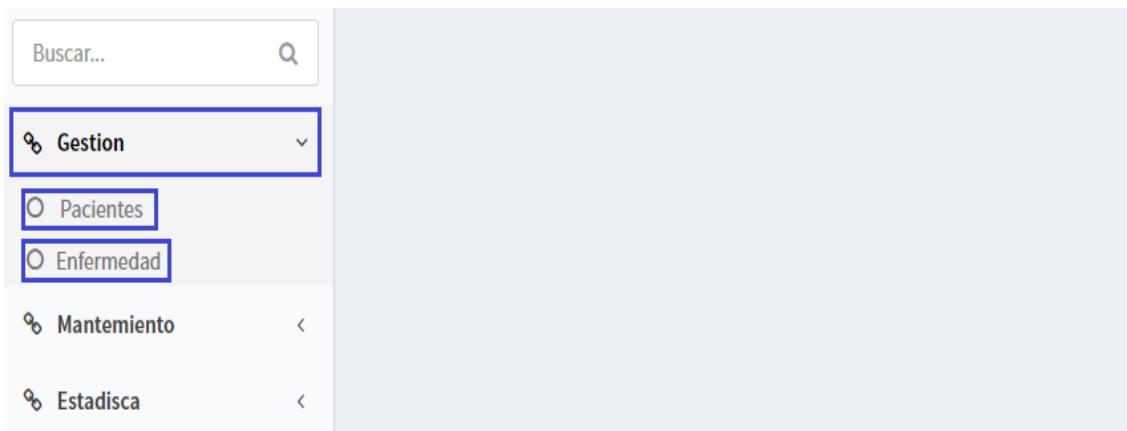


Imagen 6. Detalle de la opción Gestión.

- Pacientes: En esta opción, se puede realizar las siguientes funciones:
  - Búsqueda de pacientes.
  - Extraer historias clínicas.
  - Registrar pacientes nuevos.
  - Eliminar registros de pacientes.
  - Modificar datos de los pacientes.
  - Realizar consultas médicas de los pacientes.
  - Ingresar síntomas médicos.
  - Ingresar recomendaciones médicas.
  - Ingresar seguimientos de los tratamientos.
  - Guardar historias clínicas.
  - Modificar y eliminar historias clínicas.
  - Registrar atención, recomendaciones, tratamiento etc.

SistemaMedico																																																																									
 Harold Chacaltana La Rosa <input type="button" value="En linea"/> <input type="button" value="Salir"/>	<input type="text" value="Buscar..."/> <input type="button" value="Buscar"/>																																																																								
<b>Gestion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Pacientes</li> <li><input type="radio"/> Enfermedad</li> <li><input checked="" type="radio"/> Mantenimiento</li> <li><input type="radio"/> Estadistica</li> </ul>																																																																									
<b>Referencia</b> Nombre de paciente: <input type="text"/> <input type="button" value="Buscar"/>																																																																									
Página : 10 <input type="button" value="Nuevo"/>	<input type="checkbox"/> Detallado <input type="button" value="Imprimir"/>																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Foto</th> <th>Nombre</th> <th>Ape Pat</th> <th>Ape Mat</th> <th>Documento</th> <th>edad</th> <th>Sexo</th> <th>Contextura</th> <th>Raza</th> <th> </th> <th> </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>Jose Luis</td> <td>Merino</td> <td>Paucar</td> <td>08089435</td> <td>57</td> <td>Hombre</td> <td>Obeso</td> <td>Meztizo</td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>Angel</td> <td>Diaz</td> <td>Paucar</td> <td>08086458</td> <td>54</td> <td>Hombre</td> <td>Grueso</td> <td>Meztizo</td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>ana</td> <td>quispe</td> <td>nicho</td> <td>08087174</td> <td>61</td> <td>Mujer</td> <td>Grueso</td> <td>Meztizo</td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>karen</td> <td>paredes</td> <td>rio</td> <td>08800564</td> <td>20</td> <td>Mujer</td> <td>Delgado</td> <td>Meztizo</td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>Lucia</td> <td>paredes</td> <td>malcon</td> <td>4464313121</td> <td>27</td> <td>Mujer</td> <td>Delgado</td> <td>Meztizo</td> <td><input type="button" value="Edit"/></td> <td><input type="button" value="Delete"/></td> </tr> </tbody> </table>		Nº	Foto	Nombre	Ape Pat	Ape Mat	Documento	edad	Sexo	Contextura	Raza			1		Jose Luis	Merino	Paucar	08089435	57	Hombre	Obeso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	2		Angel	Diaz	Paucar	08086458	54	Hombre	Grueso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	3		ana	quispe	nicho	08087174	61	Mujer	Grueso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	4		karen	paredes	rio	08800564	20	Mujer	Delgado	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>	5		Lucia	paredes	malcon	4464313121	27	Mujer	Delgado	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>
Nº	Foto	Nombre	Ape Pat	Ape Mat	Documento	edad	Sexo	Contextura	Raza																																																																
1		Jose Luis	Merino	Paucar	08089435	57	Hombre	Obeso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>																																																														
2		Angel	Diaz	Paucar	08086458	54	Hombre	Grueso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>																																																														
3		ana	quispe	nicho	08087174	61	Mujer	Grueso	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>																																																														
4		karen	paredes	rio	08800564	20	Mujer	Delgado	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>																																																														
5		Lucia	paredes	malcon	4464313121	27	Mujer	Delgado	Meztizo	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Delete"/>																																																														

Imagen 7. Detalle de la opción Pacientes.

En la imagen 8, se muestra la interfaz de registro de un paciente nuevo.

SistemaMedico												
 Harold Chacaltana La Rosa <input type="button" value="En linea"/> <input type="button" value="Salir"/>	<input type="text" value="Buscar..."/> <input type="button" value="Buscar"/>											
<b>Gestion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Pacientes</li> <li><input type="radio"/> Enfermedad</li> <li><input checked="" type="radio"/> Mantenimiento</li> <li><input type="radio"/> Estadistica</li> </ul>												
<b>Registrar Paciente</b>												
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Guardar"/>												
<table> <tr> <td rowspan="2"></td> <td><b>Nombres</b> <input type="text" value="Nombre"/></td> <td><b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Apellido Paterno"/></td> <td><b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Apellido Materno"/></td> </tr> <tr> <td><b>Documento</b> <input type="text" value="00000000"/></td> <td><b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="06/12/2016"/> <input type="button" value="Calendario"/></td> <td><b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>Raza</b> <input type="button" value="Seleccionar"/></td> <td><b>Contextura</b> <input type="button" value="Seleccionar"/></td> </tr> </table>			<b>Nombres</b> <input type="text" value="Nombre"/>	<b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Apellido Paterno"/>	<b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Apellido Materno"/>	<b>Documento</b> <input type="text" value="00000000"/>	<b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="06/12/2016"/> <input type="button" value="Calendario"/>	<b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem			<b>Raza</b> <input type="button" value="Seleccionar"/>	<b>Contextura</b> <input type="button" value="Seleccionar"/>
	<b>Nombres</b> <input type="text" value="Nombre"/>		<b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Apellido Paterno"/>	<b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Apellido Materno"/>								
	<b>Documento</b> <input type="text" value="00000000"/>	<b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="06/12/2016"/> <input type="button" value="Calendario"/>	<b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem									
		<b>Raza</b> <input type="button" value="Seleccionar"/>	<b>Contextura</b> <input type="button" value="Seleccionar"/>									

Imagen 8. Registro de Paciente Nuevo.

En la Imagen 9, se aprecia la interfaz de edición de consulta al paciente, aquí se realiza las correcciones de los datos del paciente, también se realiza las consultas médicas.

SistemaMedico												
 Harold Chacaltana La Rosa <input type="button" value="En linea"/> <input type="button" value="Salir"/>	<input type="text" value="Buscar..."/> <input type="button" value="Buscar"/>											
<b>Gestion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Pacientes</li> <li><input type="radio"/> Enfermedad</li> <li><input checked="" type="radio"/> Mantenimiento</li> <li><input type="radio"/> Estadistica</li> </ul>												
<b>Registrar Paciente</b>												
<input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Guardar"/>												
<table> <tr> <td rowspan="2"></td> <td><b>Nombres</b> <input type="text" value="Jose Luis"/></td> <td><b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Merino"/></td> <td><b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Paucar"/></td> </tr> <tr> <td><b>Documento</b> <input type="text" value="08089435"/></td> <td><b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="20/10/1959"/> <input type="button" value="Calendario"/></td> <td><b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><b>Raza</b> <input type="button" value="Meztizo"/></td> <td><b>Contextura</b> <input type="button" value="Obeso"/></td> </tr> </table>			<b>Nombres</b> <input type="text" value="Jose Luis"/>	<b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Merino"/>	<b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Paucar"/>	<b>Documento</b> <input type="text" value="08089435"/>	<b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="20/10/1959"/> <input type="button" value="Calendario"/>	<b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem			<b>Raza</b> <input type="button" value="Meztizo"/>	<b>Contextura</b> <input type="button" value="Obeso"/>
	<b>Nombres</b> <input type="text" value="Jose Luis"/>		<b>Apellido Paterno</b> <input type="text" value="Merino"/>	<b>Apellido Materno</b> <input type="text" value="Paucar"/>								
	<b>Documento</b> <input type="text" value="08089435"/>	<b>Fecha Nacimiento</b> <input type="text" value="20/10/1959"/> <input type="button" value="Calendario"/>	<b>Sexo</b> <input checked="" type="radio"/> Mas <input type="radio"/> Fem									
		<b>Raza</b> <input type="button" value="Meztizo"/>	<b>Contextura</b> <input type="button" value="Obeso"/>									
<b>Resultados</b>												
<input type="button" value="Nuevo"/>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>Enfermedad</th> <th>Fecha</th> <th>Doctor</th> <th>Detalle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Neoplasias Pulmonares</td> <td>20/10/2016</td> <td>Harold Chacaltana La Rosa</td> <td>           Se ha establecido que el tabaco y posiblemente la contaminación atmosférica, constituyen un factor causal del cáncer de pulmón         </td> </tr> </tbody> </table>		N	Enfermedad	Fecha	Doctor	Detalle	1	Neoplasias Pulmonares	20/10/2016	Harold Chacaltana La Rosa	Se ha establecido que el tabaco y posiblemente la contaminación atmosférica, constituyen un factor causal del cáncer de pulmón	
N	Enfermedad	Fecha	Doctor	Detalle								
1	Neoplasias Pulmonares	20/10/2016	Harold Chacaltana La Rosa	Se ha establecido que el tabaco y posiblemente la contaminación atmosférica, constituyen un factor causal del cáncer de pulmón								

Imagen 9. Modificación de datos del paciente y nueva consulta

En la Imagen 10, el personal tratante, ingresa de forma manual las recomendaciones que se le brindara al paciente, dicha ficha se adjuntara en su historial clínico.

The screenshot shows a medical software interface titled 'SistemaMedico'. On the left, there's a sidebar with a user profile picture of 'Harold Chacaltana La Rosa' and navigation links for 'Gestion', 'Pacientes', 'Enfermedad', 'Mantenimiento', and 'Estadistica'. The main area is titled 'Registro de Pacientes' and shows a 'Registrar Paciente' form. A modal window titled 'Recomendacion' is open, containing a 'Detalle' text area with the placeholder 'Se ha establecido que el tabaco y posiblemente la contaminación atmosférica, constituyen un factor causal del cáncer de pulmón' and a 'Guardar' button. Below the form, there's a 'Resultados' section with a table showing one record: '1 Neoplasias Pulmonares' on 20/10/2016 by 'Harold Chacaltana La Rosa'.

Imagen 10. Recomendaciones del personal tratante.

En la Imagen 11, apreciamos las opciones múltiples que ayudan al médico tratante a diagnosticar la posible enfermedad que sufre el paciente.

The screenshot shows a 'Consulta' (Consultation) screen. It has two main sections: 'Consumo' (Consumption) and 'Sintomas que padece' (Symptoms). The 'Consumo' section contains a list of items with checkboxes: Frutas, Verduras, Carnes, Tabaco, and Alcohol. The 'Sintomas que padece' section contains a large list of symptoms with checkboxes: Dolor Abdominal, Gripe, Fiebre, Catarro, Pérdida de Peso, Irritación e Inflamación de la Garganta, Dificultad al Respirar, Sibilancias, Respiraciones Rápidas, Convulsiones, Tos Persistente, Ronquera, Expectoración con Sangre, Tos con Flema, Moco y Flema Amarilla, resfrio, Contusión, Estornudo, and Dolor de Cabeza.

Imagen 11. Consulta de síntomas.

- Enfermedad: En esta opción se puede realizar las siguientes acciones:
  - Búsqueda de enfermedades.
  - Registro de nuevas enfermedades.
  - Modificaciones de síntomas.
  - Edición de enfermedades.

Imagen 12. Registro de enfermedades.

En la Imagen 13, se muestra la función de búsqueda de enfermedades.

En la Imagen 13, se muestra la función de búsqueda de enfermedades.

Imagen 13. Búsqueda de enfermedades.

En la Imagen 14. Se aprecia el registro de las enfermedades al igual que sus síntomas y niveles.

Imagen 14. Registro de enfermedades.

**b) Mantenimiento:** Esta alternativa está habilitada únicamente para el Medico General. Ya que, teniendo los privilegios de administrador, puede crear usuarios.  
(Médicos y Técnicos)

En la Imagen 15, se muestra el despliegue de la opción Mantenimiento.

Imagen 15. Mantenimiento.

En la Imagen 16, se aprecia el despliegue de la opción Doctor, aquí el Medico General(Administrador), puede crear nuevos usuarios (médicos a usar el sistema).

N	Foto	Cod Med	Nombre	Ape Pat	Ape Mat	Sexo	Funcion
1		44258	Jose Luis	Berrocal	Guerrero	Masculino	Medico
2		36584	Liliana	Venegas	Ramirez	Femenino	Medico
3		03421	Javier	Salvador	Rodriguez	Masculino	Medico
4		44980	Harold	Chacaltana	La Rosa	Masculino	Medico

Imagen 16. Mantenimiento-Doctor.

Imagen 17. Registro de Médicos.

En la Imagen 18, se muestra la opción de editar a un médico, especialista o enfermero.

Imagen 18. Actualización de datos de los Médicos.

En la Imagen 19, se aprecia la pestaña de consulta, en la cual se puede registrar síntomas y sus niveles de intensidad, así como la eliminación de las mismas.

Nº	Nombre	Tipo		
1	Dolor de Cabeza	Sintomas		
2	Estornudo	Sintomas		
3	Contusion	Sintomas		
4	resfrio	Sintomas		
5	Moco y Flema Amarilla	Sintomas		
6	Tos con Flema	Sintomas		
7	Expectoración con Sangre	Sintomas		
8	Ronquera	Sintomas		
9	Tos Persistente	Sintomas		

Imagen 19. Mantenimiento-Consulta

En la Imagen 20, se detalla el registro de síntomas, consumo, etc. Y el detalle de cada uno.

Imagen 20. Registro de Síntomas, Consumos, etc.

c) Estadística: En la siguiente imagen 21, se aprecia una estadística de las enfermedades más consultadas entre los pacientes.

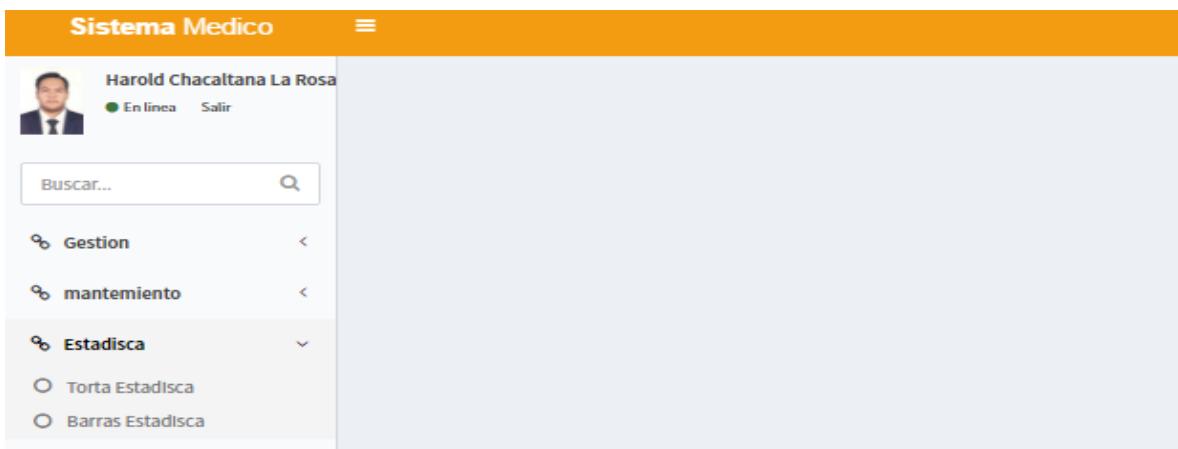


Imagen 21. Estadística de enfermedades consultadas.



Imagen 22. Estadística de barras.

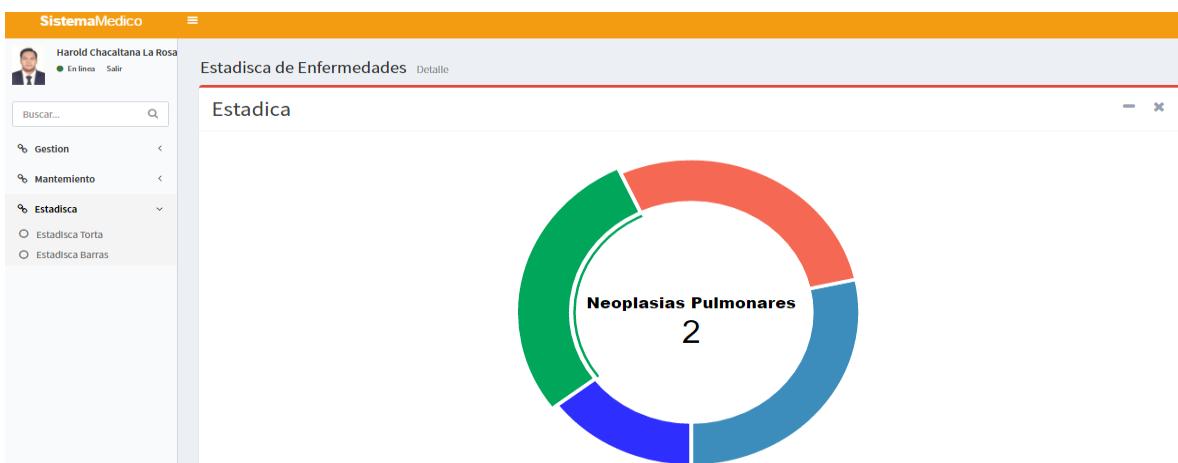


Imagen 23. Estadística en cake.