

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE

SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



TESIS

**Diseño e implementación de un sistema experto para el diagnóstico de
desnutrición en niños menores de 2 Años en el área de pediatría del
centro de salud Tupac Amaru – Chaupimarca**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Sistemas y Computación**

Autor: Bach. Hector Luis MEDRANO LLANOS

Asesor: Mg. Zenón Manuel LOPEZ ROBLES

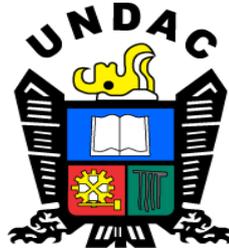
Cerro de Pasco – Perú – 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA

DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



TESIS

**Diseño e implementación de un sistema experto para el diagnóstico de
desnutrición en niños menores de 2 Años en el área de pediatría del
centro de salud Tupac Amaru – Chaupimarca**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Hebert Carlos CASTILLO PARESES

PRESIDENTE

Mg. Melquiades A. TRINIDAD MALPARTIDA

MIEMBRO

Mg. Oscar C. CAMPOS SALVATIERRA

MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación: A Dios que es el guía de mi camino, que me da vida y fortaleza.

A mis padres y hermanos que fueron parte de mi carrera profesional brindándome su apoyo incondicional para así poder culminar con mis estudios.

RECONOCIMIENTO

Agradecer a Dios por hacer posible el cumplir mis metas y seguir adelante en lo que me propongo.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a mis docentes de la Escuela de Sistemas y Computación quienes me apoyaron en mi formación profesional.

A mis padres y hermanos, quienes día a día fueron mi soporte y me impulsaron para poder lograr mis objetivos.

RESUMEN

La presente tesis consiste en diseñar e implementar un sistema experto en el área de pediatría del centro de salud TUPAC AMARU del distrito de Chaupimarca.

El cual cuenta con una aplicación desarrollada en JAVA y SQL Server 2008 R2, haciendo uso de un motor de reglas JESS que tiene la capacidad de razonar utilizando el conocimiento proporcionado en forma de reglas declarativas con el fin de que los usuarios puedan consultar y ser apoyo para la toma de decisiones.

El desarrollo del sistema experto se realizó identificando las deficiencias en los diferentes procesos al momento de diagnosticar la desnutrición, con el cual se obtuvo información relevante para la construcción de sistema experto.

La construcción del sistema experto fue para reducir el tiempo de diagnóstico, evitar el error humano, facilitar los procesos y/o actividades rutinarias, de tal manera que ayude a diagnosticar de manera rápida y eficaz la desnutrición en los niños menores de 2 años.

En conclusión, mediante la implementación del sistema experto en el área en pediatría del centro de salud TUPAC AMARU, se mejoró el diagnóstico de la desnutrición en los niños, incrementando la satisfacción de los usuarios y la del personal.

Palabras Clave: Eficacia, Sistema Experto, Jess, Base de Conocimiento.

ABSTRACT

This thesis consists in designing and implementing an expert system in the pediatric area of the TUPAC AMARU health center in the Chaupimarca district. Which has an application developed in JAVA and SQL Server 2008 R2, using a JESS rules engine that has the ability to reason using the knowledge provided in the form of declarative rules so that users can consult and be supported for decision making.

The development of the expert system was carried out by identifying the deficiencies in the different processes at the time of diagnosing malnutrition, with which relevant information was obtained for the construction of an expert system such as process diagram, knowledge base and database.

The construction of the expert system was to reduce the diagnosis time, avoid human error, facilitate the processes and / or routine activities, in such a way that it helps to quickly and efficiently diagnose malnutrition in children under 2 years.

In conclusion, through the implementation of the expert system in the area of pediatrics of the TUPAC AMARU health center, the diagnosis of malnutrition in children was improved, increasing the satisfaction of users and staff.

Keywords: Efficiency, Expert System, Jess, Knowledge Base.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro de salud TUPAC AMARU en el área de pediatría e a los niños menores de 2 años, para el diseño e implementación del sistema experto el cual permitirá al responsable mayor rapidez y un eficiente resultado al momento de diagnosticar la desnutrición en los niños.

Para la construcción del sistema experto se utilizó la metodología Buchanam la cual consta en la adquisición de conocimiento a través de una serie de etapas: Identificación, conceptualización, Formalización, Implementación, y Validación.

El objetivo del trabajo de investigación es diseñar e implementar un sistema experto para el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años, así poder brindar un resultado eficiente y rápido a la población.

Es así que presentamos el resultado de la investigación compuesto de V Capítulos:

En el CAPÍTULO I se consideró el PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA que contiene Determinación del Problema, Formulación del Problema, Objetivos que se deben cumplir para el desarrollo de la tesis, Justificación del Problema, Importancia y Alcance de la Investigación y Limitaciones.

En el CAPÍTULO II se estudia los antecedentes de la investigación que sirve como una referencia a la tesis que se va realizar como el MARCO TEÓRICO que contiene los Antecedentes, Bases Teórico – Científicas, Definición de Términos, Hipótesis, Identificación de Variables.

En el CAPÍTULO III se identifica que tipo de investigación se realiza, la METODOLOGÍA que se va emplear, Diseño de Investigación, Población y Muestra,

Métodos de la Investigación, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos, Tratamiento Estadístico de Datos.

En el CAPÍTULO IV se considera el diseño e implementación del sistema experto de acuerdo a la metodología Buchanam teniendo el modelado del sistema, arquitectura, la base de conocimiento, la base de datos y la interfaz gráfica.

En el CAPÍTULO V presentamos los RESULTADOS Y DISCUSIÓN contiene Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros, Presentación de Resultados, Prueba de Hipótesis, Discusión de Resultados.

Finalmente, se presenta la CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES para trabajos futuros relacionados al tema planteado.

EL AUTOR

INDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del Problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	3
1.3.1. Problema Principal	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Formulación de Objetivos	3
1.4.1. Objetivos Generales.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio	5
2.1.2. Nacional.....	5
2.1.3. Internacionales.....	6
2.2. Bases teóricas – científicas.....	6
2.2.1. Inteligencia Artificial.....	6
2.2.2. Sistemas Expertos.....	12
2.2.3. Metodologías para la construcción de un Sistema Experto.....	20
2.2.4. Arquitectura de desarrollo: MVC	32
2.2.5. Herramientas de desarrollo (Open Source)	34
2.3. Definición de términos básicos	42
2.4. Formulación de Hipótesis.....	45
2.4.1. Hipótesis general	45
2.4.2. Hipótesis específicas.....	45

2.5. Identificación de variables.....	46
2.5.1. Variables independientes	46
2.5.2. Variables dependientes	46
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	46

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación	47
3.2. Métodos de investigación.....	47
3.3. Diseño de investigación.....	48
3.4. Población y muestra	48
3.3.1. Población	48
3.3.2. Muestra	48
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.5.1. Técnicas	48
3.5.2. Instrumentos	48
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	49
3.7. Tratamiento estadístico de datos	49
3.7.1. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	49
3.8. Orientación ética.....	66

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	67
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	68
4.3. Prueba de hipótesis	81
4.4. Discusión de resultados	83

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.Niveles de Conocimiento de la IA	8
Figura 2.Test de Turing	10
Figura 3.Campos de la Inteligencia Artificial	12
Figura 4.Arquitectura de un sistema experto.....	17
Figura 5.Adquisición de Conocimiento.....	22
Figura 6.Adquisición de Conocimiento - BGM	29
Figura 7.Ciclo de vida del Patrón MVC.....	33
Figura 8.Módulo de Síntomas	50
Figura 9.Módulo de Diagnóstico y Tratamiento	51
Figura 10.Módulo de Paciente.....	51
Figura 11.Módulo Test de Paciente.....	52
Figura 12.Test de Desnutrición	52
Figura 13.Fig. N° 13: Red Bayesiana	54
Figura 14.Reglas de Inferencia.....	57
Figura 15.Módulo o Interfaz de registro de Paciente	63
Figura 16.Módulo o Interfaz de registro de síntoma	63
Figura 17.Módulo o Interfaz de Test de Paciente.....	64
Figura 18.Módulo o Interfaz de Detalle de Síntomas.....	65
Figura 19.Módulo o interfaz de Test de Desnutrición.....	65
Figura 20.Archivos del proyecto	66
Figura 21.: Gráfico circular de pregunta 1	69
Figura 22.Gráfico circular de la pregunta 2	70
Figura 23.Gráfico circular de pregunta 3	71
Figura 24.Gráfico circular de pregunta 4	72

Figura 25.Gráfico circular de pregunta 5	73
Figura 26.Gráfico circular de pregunta 6	74
Figura 27.: Gráfico circular de pregunta 7	75
Figura 28.Gráfico circular de pregunta 8	76
Figura 29.Gráfico circular de pregunta 9	77
Figura 30.Gráfico circular de pregunta 10	78
Figura 31.Captura de pantalla de síntomas de la desnutrición	79
Figura 32.Captura de pantalla de historial de Test de los pacientes.....	80
Figura 33.Captura de pantalla de reporte de registro de paciente.	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.Diferencia entre Experto humano y artificial	14
Tabla 2.Síntomas de Desnutrición.....	53
Tabla 3.Caso de uso Registrar Síntoma.....	57
Tabla 4.Caso de uso Buscar Síntoma	58
Tabla 5.Caso de uso Actualizar Síntoma.....	58
Tabla 6.Caso de uso Obtener Diagnostico	59
Tabla 7.Caso de uso Consultar Diagnostico.....	59
Tabla 8.Caso de uso Consultar Test	60
Tabla 9.Caso de uso Registrar Paciente	60
Tabla 10.Caso de uso Buscar Paciente	61
Tabla 11.Caso de uso Actualizar Paciente	61
Tabla 12.Modelo relacional de la Base de Datos	62
Tabla 13.Tabla de frecuencia de pregunta 1	68
Tabla 14.Tabla de frecuencia de pregunta 2.....	69
Tabla 15.Tabla de frecuencia de pregunta 3.....	71
Tabla 16.Tabla de frecuencia de pregunta 4.....	72
Tabla 17.Tabla de frecuencia de pregunta 5.....	73
Tabla 18.Tabla de frecuencia de pregunta 6.....	74
Tabla 19.Tabla de frecuencia de pregunta 7.....	75
Tabla 20.Tabla de frecuencia de pregunta 8.....	76
Tabla 21.Tabla de frecuencia de pregunta 9.....	77
Tabla 22.Tabla de frecuencia de pregunta 10.....	78

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del Problema

En la actualidad podemos visualizar constantemente el problema de desnutrición en los niños menores de 2 años, ya que es uno de los problemas de salud no resueltos a nivel mundial.

El cual es consecuencia de la exclusión social, económica, política y cultural en partes de la población, que viven en condiciones de pobreza, sin servicios mínimos como saneamiento básico, agua potable, acceso a salud, educación y carecen de seguridad alimentaria.

Continuamente los diferentes establecimientos de salud buscan como identificar el problema de desnutrición en los niños menores de 2 años y dar un posible diagnóstico y tratamiento.

Los establecimientos de salud necesitan tener un software para que les brinde una mayor rapidez y un eficiente diagnóstico así poder determinar los diferentes tratamientos sobre la desnutrición en niños menores de 2 años.

Es posible trasladar este planteamiento general al ámbito del área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru – Chaupimarca ya que no se escapa de esta realidad.

La Identificación de los casos de desnutrición en el Centro de Salud Tupac Amaru es deficiente, pues finalmente los responsables del área de pediatría no son capaces de determinar con rapidez y eficiencia los diagnósticos de desnutrición.

Viendo esa necesidad llevamos a cabo este proyecto de realizar una aplicación de un sistema experto haciendo uso de las tecnologías de información, con esta solución deseamos tener con mayor rapidez y eficiencia un diagnóstico de la desnutrición en los niños menores de 2 años en área de pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

1.2. Delimitación de la investigación

El siguiente trabajo de investigación fue desarrollado en la ciudad de Cerro de Pasco, específicamente en el distrito de Chaupimarca al interior del Centro de Salud Tupac Amaru, en el cual se observó la problemática como objeto de estudio para esta investigación.

La investigación ayudará al diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema Principal

¿De qué manera ayudará la implementación de un Sistema Experto para en el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca?

1.3.2. Problemas Específicos

- a) ¿De qué forma se puede mejorar el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años?
- b) ¿En qué medida el sistema experto será capaz de reducir la deficiencia existente al momento de diagnosticar desnutrición en niños menores de 2 años?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivos Generales

Diseñar e implementar un Sistema Experto que permita mejorar el diagnóstico de la desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Mejorar el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.
- b) Reducir la deficiencia existente al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.

1.5. Justificación de la investigación

El presente proyecto de investigación nos permitirá tener una mayor rapidez y eficacia acerca del diagnóstico de desnutrición en los niños menores de 2 años realizado por el área de pediatría y también, sobre de cómo debería dar un tratamiento a cada niño con desnutrición y así poder reducir pérdidas fatales de los niños menores por dicha enfermedad.

Actualmente los Centros de Salud necesitan de los Sistemas Expertos (SE) para identificar enfermedades con mayor rapidez y eficiencia. Por eso motivo se requiere implementar un Sistema Experto en el área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru para poder diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.

La implementación del Sistema Experto permitirá mejorar el proceso al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años dando mayor rapidez y brindando un determinado tratamiento para cada caso de desnutrición diagnosticada.

1.6. Limitaciones de la investigación

La mayor limitación detectada para la ejecución de la presente investigación es el acceso a la información, por el recelo que tienen algunos pediatras y enfermeras a compartir sus experiencias en su trabajo y el temor a la tecnología ya que perciben que pueden ser desplazados al implementar el Sistema Experto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.2. Nacional

a) **Chacaltana La Rosa, Harold** (2017). Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz (Tesis de Pregrado). Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Lima. El Autor establece como objetivo: 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 para optimizar el tiempo de respuesta del diagnóstico médico.

b) **Mendoza Cárdenas, Salomón - Cáceres Zárate, Jorge** (2016). Sistema Experto para la selección de postulantes en puestos de una agencia bancaria usando la metodología CommonKads (Tesis de Pregrado). Universidad

Nacional Mayor de San Marcos, Lima. El Autor establece como objetivo: Implementar un sistema Experto mediante la metodología CommonKADS que posea un conjunto de procesos de razonamiento y conocimientos requeridos por un experto en selección de personal, y que sirva de apoyo para la toma de decisiones dentro de la organización, realizando las pruebas que permitan comprobar la confiabilidad en el resultado arrojado por el sistema.

2.1.3. Internacionales

a) **Becerra**, Rodolfo (2011). Sistemas Expertos para la realización de diagnóstico de trastornos neuromusculares con electromiografía (Tesis de Pregrado). Universidad del Aconcagua, Argentina. El autor establece como objetivo: Determinar la viabilidad de desarrollo de un Sistema Experto para la realización de diagnóstico de trastornos neuromusculares con electromiografía, Analizar que arquitectura debería tener el sistema experto para la implantación de un sistema de diagnóstico para enfermedades neuromusculares con electromiografía.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Inteligencia Artificial

Allan Mathison Turing (1950).” Una computadora puede ser llamada inteligente si logra engañar a una persona haciéndole creer que es un humano”

Charniak y McDermott, (1985). “El estudio de las facultades mentales a través del estudio de modelos computacionales”

Schalkoff (1990). “Un campo de estudio que busca explicar y emular el comportamiento inteligente en términos de procesos computacionales.”

De Ávila Ramos, Jorge. “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.”

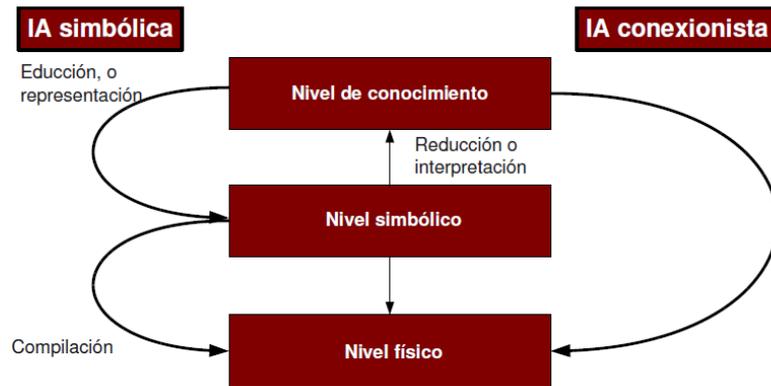
Criado Briz, José Mario. “Esta es una definición es muy completa e interesante, pero no es la única, para algunos otros autores, la Inteligencia Artificial es el estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas que, en estos momentos, hace mejor el hombre.”

Hurtado Vega, José de Jesús. “Para otros, la Inteligencia Artificial (IA) es una ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana, que sea capaz de aprender, reconocer y pensar.”

Niveles de conocimiento de la Inteligencia Artificial

- **IA clásica o simbólica:** Programable y basado en el supuesto del conocimiento explicable por procedimientos de manipulación de símbolos.
- **IA conexionista:** autoprogramable por aprendizaje y donde el conocimiento viene representado la propia estructura de la red neuronal.

Figura 1. Niveles de Conocimiento de la IA



Fuente: “Introducción a la Inteligencia Artificial”, Universidad de Nebrija.

Recuperado de <https://docplayer.es/2858727-Introduccion-a-la-inteligencia-artificial.html>

Tareas de la Inteligencia Artificial

- **Dominios Formales:** Donde se pretende solucionar problemas mediante modelos de búsquedas en un espacio de estados, ya sean modelos de tipo algorítmico o heurístico. Estos problemas pueden ser juegos o demostración de teoremas.
- **Dominios Técnicos:** Donde utilizaremos conocimiento científico-técnico, posiblemente educido de un experto e intentaremos solucionar problemas del tipo de diagnósticos médicos, robótica, Típicamente hablamos de Sistemas Expertos (SSEE).
- **Dominios Cognitivos:** Donde se intenta comprender el funcionamiento de nuestro cerebro y sus funciones cognitivas (razonar, oír, hablar, o incluso emocionarnos) emulando dichos procesos con modelos computacionales.

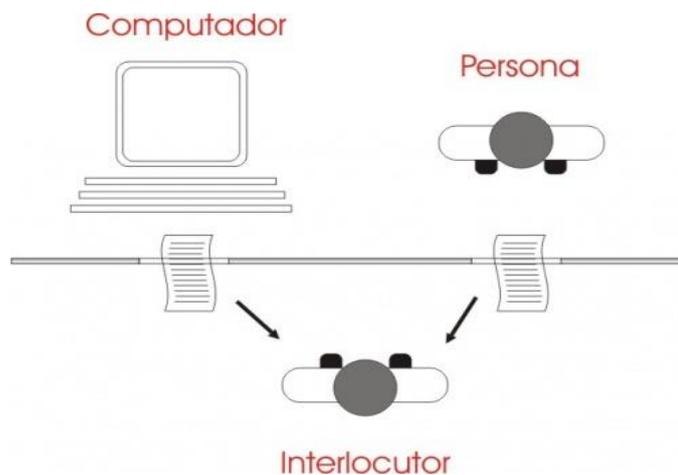
Características de la Inteligencia Artificial

- Distingue a los métodos de Inteligencia Artificial de los métodos numéricos es el uso de símbolos no matemáticos, aunque no es suficiente para distinguirlo completamente.
- Otros tipos de programas como los compiladores y sistemas de bases de datos, también procesan símbolos y no se considera que usen técnicas de Inteligencia Artificial.
- El comportamiento de los programas no es descrito explícitamente por el algoritmo, la secuencia de pasos seguidos por el programa es influenciado por el problema particular presente.
- El razonamiento basado en el conocimiento, implica que estos programas incorporan factores y relaciones del mundo real y del ámbito del conocimiento en que ellos operan.

Enfoques de la Inteligencia Artificial

- **Sistemas que actúan como un ser humano:** El Modelo es el hombre el cual el objetivo es construir un sistema que pase por humano con capacidades necesarias: Procesamiento de lenguaje natural, representación del conocimiento, razonamiento y aprendizaje.

Figura 2. Test de Turing



Fuente: "Test de Turing"

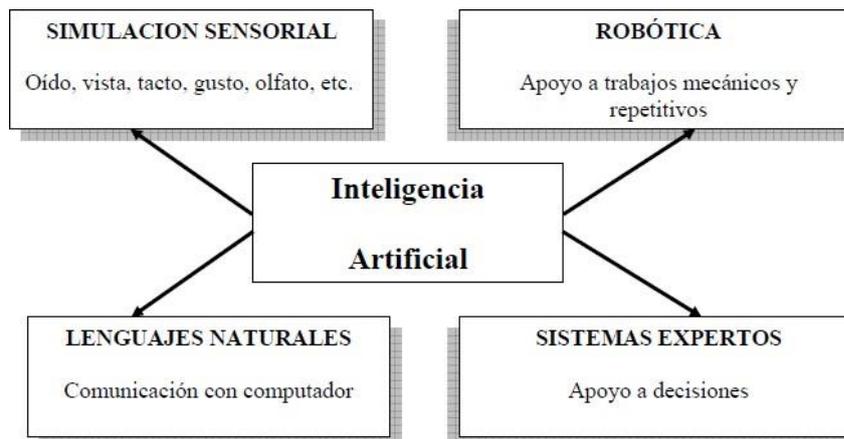
Recuperado de http://apuntes.santanderlasalle.es/filo1/test_de_turing/test_de_turing.htm

- **Sistemas que piensan como humanos:** Se intenta establecer una teoría sobre el funcionamiento de la mente (experimentación psicológica). A partir de la teoría se pueden establecer modelos computacionales, influencia de las neurociencias y de las ciencias cognitivas.
- **Sistemas que piensan racionalmente:** "El estudio de los cálculos que permiten percibir, razonar y actuar." (Winston, 1992). Piensan racionalmente en otras palabras lógicamente, intentan imitar el pensamiento lógico y racional humano.
- **Sistemas que actúan racionalmente:** Tratan de emular en forma racional el comportamiento humano, el pensamiento racional se fundamenta en la lógica como base de los programas inteligentes.

Campos de la Inteligencia Artificial

- **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.
- **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.
- **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.
- **Sistemas Expertos:** 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.

Figura 3. Campos de la Inteligencia Artificial



Fuente: “Campos de la Inteligencia Artificial”

Recuperado de <http://virtualbrainintelligence.blogspot.com/2016/08/principales-campos-de-accion-de-la.html>

2.2.2. Sistemas Expertos

Se puede decir que los Sistemas Expertos son el primer resultado operacional de la Inteligencia artificial, pues logran resolver problemas a través del conocimiento y raciocinio de igual forma que lo hace el experto humano.

Un Sistema Experto (SE), es básicamente un programa de computadora basado en conocimientos y raciocinio que lleva a cabo tareas que generalmente sólo realiza un experto humano; es decir, es un programa que imita el comportamiento humano en el sentido de que utiliza la información que le es proporcionada para poder dar una opinión sobre un tema en especial. Otros autores lo definen como sigue: un Sistema Experto es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupos de personas especialistas en un área particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas

específicos de ese área de manera inteligente y satisfactoria. La tarea principal de un SE es tratar de aconsejar al usuario.

Características de los Sistemas Expertos

- Utilizan normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados.
- Se obtienen conclusiones a través de deducciones lógicas.
- Capacidad de inferencia deductiva: Esto significa que los agentes no solo eran capaces de recuperar información almacenada en la base de datos sino hacer deducciones usando la información.
- Crecimiento dinámico: Porque los datos y las reglas están sujetas a constante revisión. Es decir, es fácil borrar o modificar los datos y las reglas que hacen las decisiones.
- La base de conocimiento tiene, en principio, un volumen muy grande, y los SE deben ser capaces de organizarlas y de poder tratar conocimientos inciertos o incompletos.
- Tienen un carácter declarativo. El programa se escribe bajo la forma de un conjunto de especificaciones, independientes unas de otras que es independiente de la naturaleza del conocimiento.
- Utilizan métodos empíricos (saber, hacer, experiencia.) que se apoyan en un conocimiento heurístico y que permitan encontrar la mejor solución y no la solución óptima.
- Habilidad para adquirir conocimiento.
- Capacidad para resolver problemas.

Ventajas de los sistemas expertos

- **Permanencia:** A diferencia de un experto humano un SE (sistema experto) no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.
- **Replicación:** Una vez programado un SE lo podemos replicar infinidad de veces.
- **Rapidez:** Un SE puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
- **Bajo costo:** A pesar de que el costo inicial pueda ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación el coste finalmente es bajo.
- **Entornos peligrosos:** Un SE puede trabajar en entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
- **Fiabilidad:** Los SE no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc.).

Tabla 1. Diferencia entre Experto humano y artificial

EXPERTO HUMANO	EXPERTO ARTIFICIAL
NO PERDURABLE	PERMANENTE
DIFÍCIL DE TRANSFERIR	FÁCIL
DIFÍCIL DE DOCUMENTAR	FÁCIL
IMPREDECIBLE	CONSISTENTE
CARO	ALCANZABLE
CREATIVO	NO INSPIRADO
ADAPTATIVO	NECESITA SER ENSEÑADO
EXPERIENCIA PERSONAL	ENTRADA SIMBÓLICA
ENFOQUE AMPLIO	ENFOQUE CERRADO
CONOCIMIENTO DEL SENTIDO COMUN	CONOCIMIENTO TÉCNICO

Fuente: “Sistema experto de diagnóstico médico del síndrome de Guillian Barré”, de Carlos Soto, Marlene, Tesis., 2002, Cap. 1 ”Teoría de Sistemas Expertos”.

Limitaciones de un sistema experto

- **Sentido Común:** Para un Sistema Experto no hay nada obvio. Por ejemplo, un sistema experto sobre medicina podría admitir que un hombre lleva 40 meses embarazado, a no ser que se especifique que esto no es posible ya que un hombre no puede gestar hijos.
- **Lenguaje natural:** Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un SE no podemos.
- **Capacidad de aprendizaje:** Cualquier persona aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, que un SE haga esto es muy complicado.
- **Perspectiva global:** Un experto humano es capaz de distinguir cuáles son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
- **Capacidad sensorial:** Un SE carece de sentidos.
- **Flexibilidad:** Un humano es sumamente flexible a la hora de aceptar datos para la resolución de un problema.
- **Conocimiento no estructurado:** Un SE no es capaz de manejar conocimiento poco estructurado.

Tareas de un sistema experto

- **Monitorización:** En el campo del mantenimiento predictivo los Sistemas Expertos se utilizan fundamentalmente como herramientas de diagnóstico.
- **Diseño:** Los SE en diseño ven este proceso como un problema de búsqueda de una solución óptima o adecuada.

- **Planificación:** Está compuesto por un simulador y un sistema de control. El efecto final es la ordenación de un conjunto de acciones con el fin de conseguir un objetivo global.
- **Control:** Un sistema de control participa en la realización de las tareas de interpretación, diagnóstico y reparación de forma secuencial.
- **Simulación:** Consiste en crear modelos basados en hechos, observaciones e interpretaciones sobre la computadora.
- **Instrucción:** El sistema detecta errores ya sea de una persona con conocimientos e identifica el remedio adecuado, es decir, desarrolla un plan de enseñanza que facilita el proceso de aprendizaje y la corrección de errores.
- **Recuperación de información:** Los Sistemas Expertos, con su capacidad para combinar información y reglas de actuación, han sido vistos como una de las posibles soluciones al tratamiento y recuperación de información.

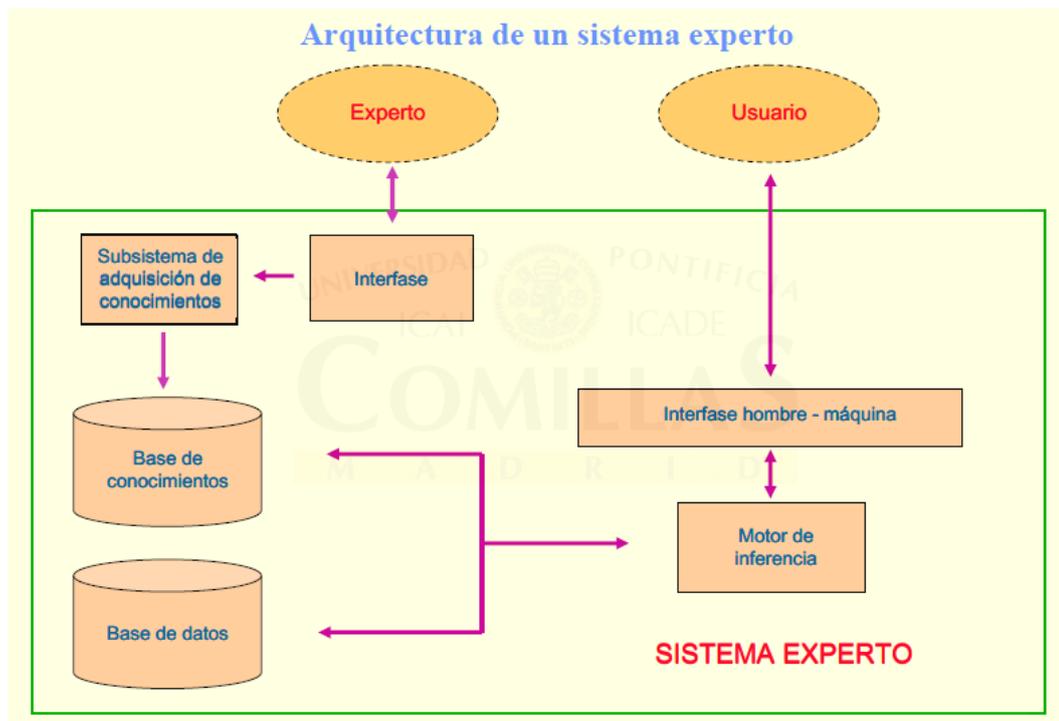
Arquitectura de un sistema experto

- **Base de Conocimiento:** Es una estructura de datos que contiene una gran cantidad de información sobre un tema en específico, generalmente introducida por un experto de dicho tema, sobre el cual se desarrolla una aplicación. Este conocimiento constituye una descripción de objetos a tener en cuenta y sus relaciones, casos particulares o excepciones y diferentes estrategias de resolución con sus condiciones de la aplicación.
- **Base de Hechos:** Es una memoria auxiliar que contiene a la vez los datos sobre la situación concreta en la cual se va a realizar la aplicación

(hechos iniciales que describen el enunciado del problema a resolver) y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del procedimiento de deducción.

- **Motor de Inferencia:** Es el núcleo del sistema experto, ya que ponen en acción los elementos de la base de conocimiento para construir los razonamientos, ejecuta las inferencias en el curso del proceso de resolución, bien sea por modificación o adjunción de los elementos de la base de hechos.
- **Interface de Usuario:** Es el que gobierna el diálogo entre el usuario y el sistema. Su objetivo es el de permitir un diálogo en un lenguaje cuasi-natural con la máquina, esta interface comunica al motor de inferencia las consultas del usuario y a este ultimo los resultados de la consulta.

Figura 4.Arquitectura de un sistema experto



Recuperado <https://sites.google.com/site/sistemasexpertos9/home/arquitectura-basica-de-los-s-e>

Tipos de Sistemas Expertos

Entre los tipos de sistemas experto más usados tenemos: basados en reglas, y los basados en probabilidad.

Los sistemas expertos basados en reglas se definen a partir de un conjunto de objetos que representan las variables del modelo considerado, ligadas mediante un conjunto de reglas, que representaran las relaciones entre las variables.

En cambio, la estructura de los sistemas expertos probabilísticos es más abstracta para la lógica humana. La base de conocimiento de estos sistemas lo compone un espacio probabilístico, y su motor de inferencia a través de métodos de cálculo de probabilidades condicionadas calcula la probabilidad de los sucesos aplicando diversas hipótesis de independencia.

También se clasifica a los tipos de Sistemas Expertos de acuerdo a la función que realizan, estos pueden ser:

- **Interpretación:** Infieren la descripción de situaciones por medio de sensores de datos. Estos sistemas expertos usan datos reales, con errores, con ruidos incompletos, etc. Ejemplos: medición de temperatura, reconocimiento de voz, análisis de señales, etc.
- **Predicción:** Infieren probables consecuencias de situaciones dadas. Algunas veces usan modelos de simulación para generar situaciones

que puedan ocurrir. Ejemplo: predecir daños a cosechas por algún tipo de insecto.

- **Diagnóstico:** Infiere 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: diagnóstico de enfermedades en base a síntomas.
- **Diseño:** 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. Ejemplo: Configuración de equipos de cómputo.
- **Planeación:** Diseñan un curso completo de acción, se descompone la tarea en un subconjunto de tareas. Ejemplo: transferir material de un lugar a otro, comunicaciones, ruteo, planificación financiera.
- **Monitoreo:** Comparan observaciones del comportamiento del sistema con el comportamiento standard, se compara lo actual con lo esperado. Ejemplo: Uso fraudulento de tarjetas de créditos.
- **Depuración:** Sugieren remedios o correcciones de una falla. Ejemplo: sugerir el tipo de mantenimiento a equipos dañados.
- **Reparación:** Sigue un plan para administrar un remedio prescrito. Se requiere planeación, revisión y diagnóstico.
- **Instrucción:** Diagnostican, revisan y reparan el comportamiento de un estudiante. Ejemplo: usar un modelo para la educación de un estudiante.

- **Control:** Governa en comportamiento del sistema, requiere interpretar una situación actual para predecir el futuro, diagnosticar las causas de los problemas que se pueden anticipar.

2.2.3. Metodologías para la construcción de un Sistema Experto

Varios autores han señalado que uno de los cuellos de botella más importantes en el proceso de construcción de un sistema informático basado en el conocimiento es el de la adquisición de conocimiento.

“En forma más sencilla, esta cuestión consiste en el problema de hacer que el experto diga lo que sabe y un problema complementario es darle forma automáticamente manipulable. Dentro de los métodos de adquisición de conocimiento se pueden citar los métodos basados en interacción humana tales como tareas familiares, entrevistas, tareas de proceso restringido y tareas de información limitada y los basados en técnicas de aprendizaje automático.”
(García Martínez, 1994).

Metodología Grover

La metodología de Grover [1983] se concentra en el 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). Tradicionalmente, la fase de adquisición de conocimiento (AC) en el desarrollo de un sistema experto ha tomado dos enfoques, en el primero, un modelo existente provisto para el nuevo dominio es usado para desarrollar una base de conocimientos, en el segundo método se forma un equipo donde el experto del dominio y el ingeniero de conocimiento intercambian opiniones

hasta construir un modelo del cuerpo de conocimiento y un sistema comparable en performance al especialista humano.

El ingeniero de conocimiento debe resolver el problema de la limitada disponibilidad de expertos en disciplinas donde el experto es único o indispensable y no puede ser separado de las tareas diarias. Estos expertos no pueden dedicar meses a desarrollar un sistema experto que podría ser utilizado para ayudar en el proceso de toma de decisiones.

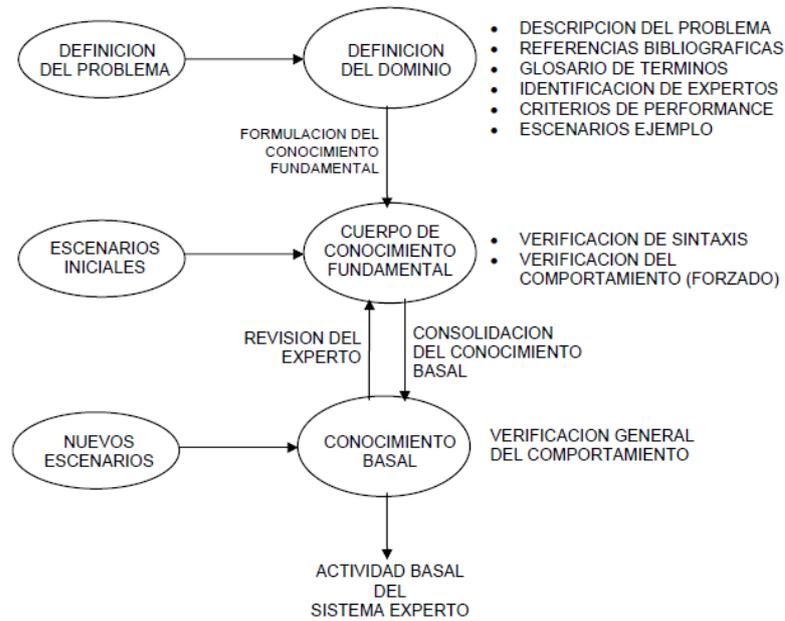
Esta técnica puede ser aplicada al caso más general de especificar soluciones de tareas de ingeniería de software de gran escala las cuales utilizan acercamientos heurísticos y algoritmos.

1. Ciclo de adquisición de conocimiento

Muchas técnicas de adquisición de conocimiento son intuitivas y de práctica ordinaria. Una innovación significativa es la producción de series de documentos de adquisición de conocimiento. La formulación de esta documentación es un sustituto parcial del experto y provee a los diseñadores de sistemas y usuarios, un medio de comunicación y referencia.

La metodología de adquisición de conocimiento para el dominio del problema que se presenta en esta sección tiene tres fases: definición del dominio, formulación fundamental del conocimiento y consolidación del conocimiento basal.

Figura 5. Adquisición de Conocimiento



Fuente: “Metodologías de educación de conocimiento para la

construcción de sistemas informáticos expertos” de Ramón GARCIA MARTINEZ, Bibiana ROSSI y Paola BRITOS.

2. Definición del dominio

Después que el problema es definido por el usuario, la primera fase de adquisición de conocimientos consiste en un cuidadoso entendimiento del dominio. El objetivo es la producción de un Manual de Definición de Dominios conteniendo:

- 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 y realistas.
- Descripción de escenarios de ejemplos razonables.

3. Formulación fundamental del conocimiento

Se revisan los escenarios seleccionados por el experto que satisfacen los siguientes cinco criterios de conocimiento “fundamental”: el más nominal, el más esperado, el más importante, el más arquetípico y el mejor entendido. Esta revisión forma una base para determinar la performance mínima, realizar el testeo y efectuar la corrección y determinar las capacidades del sistema experto que pueden ser expandidas y sujetas a experimentación. Esta base del conocimiento fundamental 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.

4. Consolidación del conocimiento basal

El último paso en ese proceso es el ciclo de “revisión y mejoramiento” del conocimiento educido. La actividad basal puede ser definida en el mismo sentido que la medicina: el menor nivel de actividad (comportamiento del sistema) esencial para el mantenimiento de funciones vitales. 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.

El conocimiento basal, entonces, es el 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.

Metodología Ideal

Este método fue desarrollado por Pazos [1996] en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid y consta de las siguientes fases:

Fase I. Identificación de la tarea

La fase I considera 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. Esta fase se subdivide en las siguientes etapas:

- 1. Plan de requisitos y adquisición de conocimientos:** Lo primero que debe hacer el ingeniero de conocimiento es tratar de identificar las necesidades del cliente describiendo para ello los objetivos del sistema. Estos objetivos pueden ser: Finalidades de carácter filosófico, Fines de carácter cualitativo y metas u objetivos a plazo fijo. Además, se debe determinar qué información se va obtener y suministrar funcionalidades a exigir. Los parámetros fundamentales de este plan son:

- ✓ Fines específicos y generales del sistema.

- ✓ Funcionamiento y rendimiento requeridos.
- ✓ Fiabilidad y calidad.
- ✓ Limitaciones de costo/tiempo.
- ✓ Requisitos de fabricación.
- ✓ Tecnología disponible.
- ✓ Competencia.
- ✓ Ampliaciones futuras.

2. Evaluación y selección de la tarea: Esta etapa, que conforma el «estudio de viabilidad», se lleva a cabo realizando la evaluación de la tarea, cuantificando dicha evaluación para ver qué grado de dificultad presenta la tarea. Existen, varias formas de llevar a cabo dicha evaluación. Esta etapa es fundamental para evitar a priori fallas.

3. Definiciones de las características de la tarea: Aquí, se establecen y, eventualmente, definen las características más relevantes asociadas con el desarrollo de la aplicación. En particular, se dan:

- ✓ Funcionales: tipos de información: (datos, noticias y conocimientos) que se van a tratar, operaciones a realizar sobre ellos, salidas deseadas.
- ✓ Operativos o de funcionamiento: estáticos que no varían con el tiempo, y dinámicos, que varían con el tiempo.
- ✓ De interfaz: de usuarios, con otros productos y sistemas.

- ✓ De soporte: plataforma de base requerida tanto hardware como software.

Fase II. Desarrollo de los prototipos

La fase II concierne al desarrollo de los distintos prototipos que permiten ir definiendo y refinando más rigurosamente las especificaciones del sistema, de una forma gradual hasta conseguir las especificaciones exactas de lo que se puede hacer y cómo realizarlo.

Para llevar a cabo estos prototipos hay, que realizar distintas etapas. existiendo ligeras diferencias entre las etapas del prototipo de demostración y los otros.

- 1. Concepción de la solución:** Esta etapa tiene como objetivo producir un diseño general del sistema prototipo. Inicialmente, el ingeniero de conocimiento y, el experto estudia las especificaciones parciales del sistema Y el plan del proyecto obtenidos en la fase anterior y, en base a ellos, producen un diseño general. Esta etapa engloba dos actividades principales: el desarrollo del diagrama de flujo de datos (DFD) y el diseño arquitectónico del sistema.
- 2. Adquisición de conocimientos y conceptualización de los conocimientos:** Aunque la adquisición de conocimientos es una actividad que impregna toda la ingeniería de conocimiento, desde que se inicia el estudio de viabilidad hasta que finaliza el uso del sistema experto desarrollado, es en esta etapa donde adquiere su mayor uso.

3. Formalización de los conocimientos: Esta etapa presenta dos actividades fundamentales:

- ✓ La selección de los formalismos para representar los conocimientos que conforman la conceptualización obtenido en la etapa anterior.
- ✓ La realización del diseño detallado del sistema experto.

La formalización o representación de los conocimientos, se encuentra ligada con los tipos de conocimientos más apropiados para su representación y las herramientas disponibles en su desarrollo.

4. Implementación: 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.

- ✓ **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.

- 5. Validación y Evaluación:** La fiabilidad de los resultados es, tal vez, el punto más sensible de todo sistema experto y por tanto su punto crítico. Es una de las tareas más difíciles dado que estos sistemas están contruidos para contextos en los que las decisiones son, en cierta medida, discutibles.
- 6. Definición de nuevos requisitos, especificaciones y diseño:** Como ya se ha mencionado, 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. que para ser construido deberá pasarse, de nuevo, por las etapas 1 a 5. Esta fase acaba con la obtención del sistema experto completo.

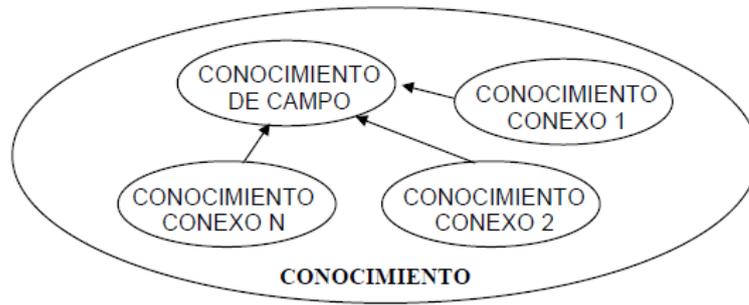
Metodología BGM

El método BGM desarrollado por Blanqué y García Martínez [García Martínez,1992] que se describe a continuación consta de 5 etapas:

Etapas 1: Adquisición de Conocimiento

Esta etapa consiste en pedirle al experto de campo que hable sobre el conocimiento involucrado, recordándole al experto que el ingeniero de conocimiento es lego en el tema.

Figura 6. Adquisición de Conocimiento - BGM



Fuente: “Metodologías de educación de conocimiento para la construcción de sistemas informáticos expertos” de Ramón GARCIA MARTINEZ, Bibiana ROSSI y Paola BRITOS.

Etapas 2: Enunciación de Conceptos

En esta etapa se debe tomar nota de los conceptos más frecuentemente utilizados. Esto se logra observando la recurrencia del experto de campo sobre determinadas ideas, en esta etapa, la experiencia ha demostrado la conveniencia de mostrar una lista de tales conceptos al experto de campo y que él realice una clasificación del tipo:

- Conceptos primarios y secundarios.
- Conceptos primarios, vinculantes y secundarios.

Etapas 3: Parametrización de Conceptos

Parametrizar los conceptos involucrados. Estos parámetros suelen estar asociados a valores tales como:

- Presencia / Ausencia
- Mucho / Poco / Nada
- Alto / Bajo / Medio
- Verdadero / Falso
- Valores de confianza

- Valores Estadísticos, Probabilísticos
- Resultados numéricos de expresiones aritméticas o lógicas.

Etapa 4: Planteo de Causalidades

Establecer relaciones de causalidad entre los conceptos mencionados y redactar las reglas asociadas. Una de las reglas que suelen aparecer con más frecuencia en el trabajo del ingeniero de conocimiento.

Etapa 5: Verificación

Verificar la aceptabilidad de las reglas con el experto de campo. Esto se realizará usando casos de testeo que sean considerados típicos, se compararán los resultados con los dados para esos mismos casos por los expertos humanos, y en base a esa comparación, se decidirá si modificar, eliminar, o aceptar las reglas involucradas.

Se usarán casos de testeo típicos para generar grupos adicionales de casos, variando ciertos aspectos de los primeros. Se verificará la aplicabilidad del modelo, corriendo el prototipo, o el sistema experto en paralelo con expertos humanos (diferentes de aquellos con los cuales se realizó el sistema) en situaciones reales, y se llevarán estadísticas acerca de su comportamiento, tratando de detectar posibles problemas conceptuales a partir del análisis de las respuestas.

Metodología Buchanan

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

característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el ingeniero de conocimiento y el experto del área.

1. Identificación

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

2. Conceptualización

- Los conceptos se toman en cuenta con sumo interés, pues el Experto del área es quien conoce en detalle los fundamentos particulares del tema a investigar.

3. Formalización

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

4. Implementación

- Se formaliza el conocimiento obtenido del experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.

5. Testeo

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

2.2.4. Arquitectura de desarrollo: MVC

La Arquitectura de Software es el diseño global de la estructura y la interacción entre las distintas partes de la aplicación. Cuando desarrollamos software, tenemos que planear la estructura general de nuestra aplicación para mejorar la organización, la sostenibilidad y la flexibilidad.

El patrón MVC divide la aplicación en tres partes diferenciadas: el Modelo, la Vista y el Controlador. Veamos en más detalle en qué consiste cada una de estas partes:

- **El Modelo:** Gestiona los datos de la aplicación. En nuestra aplicación, el modelo se encargará de guardar la información de todos los marcadores que el usuario haya añadido. El modelo no conocerá nada de la vista o el controlador. Su tarea es guardar y gestionar la información.
- **La Vista:** Representa el estado actual del Modelo, sin estar en contacto con él. La vista es la parte "tonta" de la aplicación, su tarea es mostrar la información al usuario.
- **El Controlador:** Es el enlace entre el modelo y la vista. Se encarga de "avisar" al modelo cuando el usuario manipule la vista. En nuestra aplicación, el controlador será responsable de gestionar los cambios que el usuario lleve a cabo, como añadir o eliminar un marcador.

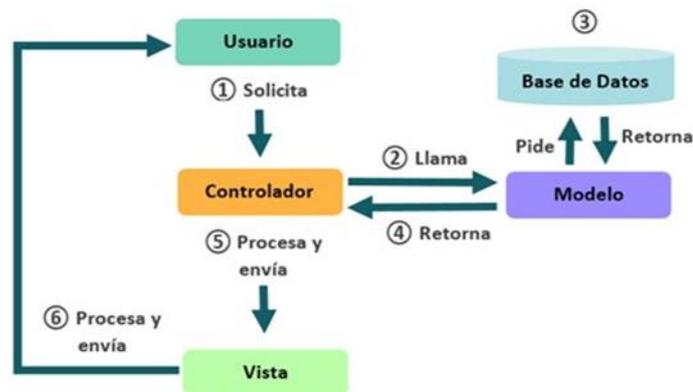
El patrón MVC favorece la escalabilidad de la aplicación. La escalabilidad es el potencial de un sistema para adaptarse y permitir su crecimiento. Cuando contamos con una base sólida y estructurada, es más sencillo añadir nuevas

funcionalidades. Sabemos exactamente en qué parte de la aplicación tenemos que añadir el código y cómo organizarlo. (Domínguez, P., 2018).

Ciclo de vida del MVC

- El usuario realiza una petición.
- El controlador captura la petición del usuario.
- El controlador llama al modelo.
- El modelo interactúa con la base de datos, y retorna la información al controlador.
- El controlador recibe la información y la envía a la vista.
- La vista procesa la información recibida y la entrega de una manera visualmente entendible al usuario.

Figura 7. Ciclo de vida del Patrón MVC



Fuente: Recuperado de “Modelo Vista Controlador”, de Gómez, R. (11,2015), Recuperado de

<http://rodrigogr.com/blog/modelo-vista-controlador/>

Ventajas de MVC

- a) La separación del Modelo y la Vista, lo cual logra separar los datos, de su representación visual.
- b) Facilita el manejo de errores.

- c) Permite que el sistema sea escalable si es requerido.
- d) Es posible agregar múltiples representaciones de los datos.

Desventajas de MVC

- a) La cantidad de archivos que se deben mantener incrementa considerablemente.
- b) La curva de aprendizaje es más alta que utilizando otros modelos.
- c) Su separación en capas, aumenta la complejidad del sistema. (Gómez, 2015).

2.2.5. Herramientas de desarrollo (Open Source)

a) NetBeans

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Existe además un número importante de módulos para extenderlo.

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos.

Un módulo es un archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las APIs de NetBeans y un archivo especial (manifest file) que lo identifica como módulo.

Da soporte a las siguientes tecnologías, entre otras: Java, PHP, Groovy, C/C++, HTML5. Además, puede instalarse en varios sistemas operativos: Windows, Linux, Mac OS.

Características principales

- Buen **editor de código, multilenguaje**, con el habitual coloreado y sugerencias de código, acceso a clases pinchando en el código, control de versiones, localización de ubicación de la clase actual, comprobaciones sintácticas y semánticas, plantillas de código.
- Simplifica la **gestión de grandes proyectos** con el uso de diferentes vistas, asistentes de ayuda, y estructurando la visualización de manera ordenada, lo que ayuda en el trabajo diario.
- **Optimización de código**: por su parte el **Profiler** nos ayuda a optimizar nuestras aplicaciones e intentar hacer que se ejecuten más rápido y con el mínimo uso de memoria.
- **Acceso a base de datos**: desde el propio Netbeans podemos conectarnos a distintos sistemas gestores de bases de datos, como pueden ser Oracle, MySql y demás, y ver las tablas, realizar consultas y modificaciones, y todo ello integrado en el propio IDE.

b) Eclipse

Eclipse es un entorno de desarrollo integrado, de Código abierto y Multiplataforma. Mayoritariamente se utiliza para desarrollar lo que se conoce como Aplicaciones de Cliente Enriquecido, entorno de desarrollo integrado, opuesto a las aplicaciones Cliente-liviano, entorno de desarrollo integrado basadas en navegadores. como parte de Eclipse (y que son usados también para desarrollar el mismo Eclipse).

Ventajas de Eclipse

- El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Eclipse emplea módulos (en inglés plug-in) para proporcionar toda su funcionalidad al frente de la Plataforma de Cliente rico, a diferencia de otros entornos monolíticos donde las funcionalidades están todas incluidas, las necesite el usuario o no.
- Este mecanismo de módulos es una plataforma ligera para componentes de software. Adicionalmente a permitirle a Eclipse extenderse usando otros lenguajes de programación como son C/C++ y Python, permite a Eclipse trabajar con lenguajes para procesado de texto como LaTeX, aplicaciones en red como Telnet y Sistema de gestión de base de datos.
- La arquitectura plug-in permite escribir cualquier extensión deseada en el ambiente, como sería Gestión de la configuración. Se provee soporte para Java y CVS en el SDK de Eclipse.
- La definición que da el proyecto Eclipse acerca de su Software es: "una especie de herramienta universal - un IDE abierto y extensible para todo y nada en particular".

c) Java

“Java es un lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems. Hay muchas aplicaciones y sitios web que no funcionarán a menos que tenga Java instalado y cada día se crean más. Java es rápido, seguro y fiable”.

Java sirve para **crear aplicaciones y procesos** en una gran diversidad de dispositivos. Se base en programación orientada a objetivos, permite ejecutar un mismo programa en diversos sistemas operativos y ejecutar el código en sistemas remotos de manera segura.

Su ámbito de aplicación es tan amplio que Java **se utiliza tanto en móviles como en electrodomésticos**. Muchos programadores también utilizan este lenguaje para crear pequeñas aplicaciones que se insertan en el código HTML de una página para que pueda ser ejecutada desde un navegador.

Diferencia entre Java y JavaScript

- La principal diferencia es que JavaScript es un lenguaje de programación basado en objetos, mientras que Java es un lenguaje orientado a objetos.
- En Java las variables tienen un tipo determinado que no se puede cambiar, mientras que en JavaScript una misma variable puede ser modificada, permitiendo una gran flexibilidad.
- Java permite hacer de todo con un gran control ya que es un lenguaje potente y robusto, quizás algo pesado también. JavaScript no permite hacer todo lo que permiten otros lenguajes, es más ligero que Java y más ágil, siendo menos robusto.
- Java tiene variables definidas que no se pueden cambiar, JavaScript puede ser cambiante, dándole flexibilidad.

d) Framework

Un framework, entorno de trabajo o marco de trabajo es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

En el desarrollo de software, un entorno de trabajo es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

e) Jess

Jess es un motor de reglas y un entorno de secuencias de comandos escrito completamente en lenguaje Oracle™ Java™ por Ernest Friedman-Hill en Sandia National Laboratories en Livermore, CA. Con Jess, puede crear un software Java que tenga la capacidad de "razonar" utilizando el conocimiento que proporciona en forma de reglas declarativas. Jess es pequeño, ligero y uno de los motores de reglas más rápidos disponibles. Su potente lenguaje de secuencias de comandos le da acceso a todas las API de Java. Jess incluye un entorno de desarrollo con todas las funciones basado en la galardonada plataforma Eclipse.

Jess usa una versión mejorada del algoritmo Rete para procesar las reglas. Rete es un mecanismo muy eficiente para resolver el difícil problema de

coincidencia de muchos a muchos (véase, por ejemplo, "Rete: Un algoritmo rápido para el problema de coincidencia de muchos patrones / patrones de muchos objetos", Charles L. Forgy, Inteligencia Artificial 19 (1982).

Características de Jess

- Soporte de lenguaje de reglas XML nativo Jess 7 tiene su propio lenguaje de reglas XML declarativo llamado "JessML", que está diseñado para ser fácil de transformar en otros lenguajes de reglas XML, así como en el lenguaje de reglas Jess. Se incluyen herramientas para leer, escribir y transformar JessML.
- Prevención de bucles de reglas ¡Los problemas con los bucles de reglas son cosa del pasado! Jess 7 te da el poder de lidiar con ellos de una manera clara y sensata.
- Nuevas características del lenguaje de reglas Los nuevos elementos condicionales como "forall" y "acumular" le permiten expresar conceptos poderosos con facilidad.
- Informe de errores mejorado El desarrollo es más fácil que nunca con mensajes de error más amigables que lo ayudan a enfocarse en su dominio problemático.

f) SQL Server

SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) de Microsoft que está diseñado para el entorno empresarial. SQL Server se ejecuta en T-SQL (Transact -SQL), un conjunto de extensiones de programación de Sybase y Microsoft que añaden varias

características a SQL estándar, incluyendo control de transacciones, excepción y manejo de errores, procesamiento fila, así como variables declaradas.

El código original de SQL Server ha sido desarrollado por Sybase; a finales de 1980, Microsoft, Sybase y Ashton-Tate colaboraron para producir la primera versión del producto, SQL Server 4.2 para OS/2. Posteriormente, tanto Sybase como Microsoft ofrecieron productos de SQL Server. Sybase cambió después el nombre de su producto a Adaptive Server Enterprise.

Características de SQL Server

- Soporte de transacciones.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.

Ventajas de SQL Server

- **Simplicidad de uso:** la principal característica que deben tener las bases de datos es la facilidad de uso porque se debe trabajar con gran cantidad de información y la simplicidad es el mejor aliado. Al trabajar con una interfaz que pertenece a Microsoft, el uso de SQL Server será familiar para los usuarios.
- **Seguridad:** un pilar fundamental en las bases de datos es la seguridad de la información que se almacena allí. Por lo general se

trata de datos sensibles a los cuales no deben tener acceso personas desconocidas. SQL Server integra herramientas que permiten encriptar los datos para evitar ataques externos o de algún malware o virus. También permite proteger los datos de usuarios registrados para su uso, activando el uso de alertas en el caso de violaciones de políticas establecidas previamente.

- **Permite trabajar con diferentes formatos:** no solamente se puede trabajar con números o datos en forma de texto sino también con otros formatos como imágenes, vídeos o música.
- **Almacenamiento en la nube:** Windows SQL permite trabajar con datos almacenados en la nube, algo que en la actualidad es fundamental para poder acceder a la información desde cualquier dispositivo. Esto evita el uso de servidores físicos para trabajar y permite una mejor gestión de los datos.

Ediciones y servicios

- **Enterprise:** Contempla todas las características (deshabilitadas en otras ediciones). Es el tipo de versión con más privilegios existente en el mercado.
- **Developer:** Una edición con las mismas características que la Enterprise, con el fin de ser instalada solamente en ambiente de desarrollo y no en producción. Si se desarrolla para una edición Standard hay que tener en cuenta las características deshabilitadas para esta versión.
- **Standard:** Una versión limitada según la configuración del servidor y sus características, diseñada para servidores inferiores.

- **Express:** Una versión gratuita que posibilita la creación de bases de datos limitadas con características básicas, con el fin de apoyar aplicaciones que necesiten una solución simple para almacenamiento de una cantidad limitada de datos, o usuarios que sus recursos y necesidades son limitados.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Aplicación

Es simplemente un programa informático creado para llevar a cabo o facilitar una tarea en un dispositivo informático.

2.3.2. Conocimiento

Es la capacidad del hombre para comprender por medio de la razón la naturaleza, cualidades y relaciones de las cosas.

2.3.3. Arquitectura de información

El estudio de la organización de la información con el objetivo de permitir al usuario encontrar su vía de navegación hacia el conocimiento y la comprensión de la información.

2.3.4. Conocimiento

Denominamos al conjunto de datos, ya procesados y ordenados para su comprensión, que aportan nuevos conocimientos a un individuo o sistema sobre un asunto, materia, fenómeno o ente determinado.

2.3.5. Inferencia

Es la capacidad racional que tiene un individuo de obtener información o conclusiones que no han sido manifestada de manera explícita, esta se puede dar de manera escrita, oral o en cualquier forma de comunicación.

2.3.6. Eficiencia

Es la relación que existe entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos con el mismo.

2.3.7. Eficaz

Que produce el efecto esperado, que va bien para determinada cosa.

2.3.8. Base de Datos

Se define una base de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de una empresa o negocio en particular.

2.3.9. Api

Es un conjunto de definiciones y protocolos que se utiliza para desarrollar e integrar el software de las aplicaciones. API significa interfaz de programación de aplicaciones.

2.3.10. Groovy

Groovy es un lenguaje muy versátil, permitiendo usarse para desarrollar aplicaciones web, aplicaciones de escritorio, aplicaciones móviles para Android o incluso usándolo como lenguaje de scripting.

2.3.11. Profiler

Es un tratamiento automatizado de datos personales que consiste en utilizar estos datos personales para evaluar ciertos aspectos de la persona (interesado) en cuestión, y analizar o predecir sus intereses, comportamiento y otros atributos.

2.3.12. IDE

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, o sea, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica.

2.3.13. DDL

Las sentencias DDL se utilizan para crear y modificar la estructura de las tablas, así como otros objetos de la base de datos.

2.3.14. DML

Las sentencias de lenguaje de manipulación de datos (DML) son utilizadas para gestionar datos dentro de los schemas.

2.3.15. Empírico

Que está basado en la experiencia y en la observación de los hechos.

2.3.16. Eventos

Suceso que ocurre en un sistema.

2.3.17. Flujogramas

Se llama flujograma o como también se le denomina diagrama de flujo, a una representación visual de una línea de pasos de acciones que involucran un

proceso determinado. En otras palabras, el flujograma radica en representar de forma gráfica diversos hechos.

2.3.18. Retrospectiva

Hace referencia a “observar hacia atrás”. Retrospectivo, por lo tanto, es aquello que tiene en cuenta un desarrollo o un trabajo que se realizó en el pasado.

2.3.19. SQL

Acrónimo de Structured Query Language (entendida en español como Lenguaje de Consulta Estructurado), la cual identifica a un tipo de lenguaje vinculado con la gestión de bases de datos de carácter relacional que permite la especificación de distintas clases de operaciones entre éstas.

2.3.20. Schema

Puede referirse a una representación visual de una base de datos, a un conjunto de reglas que rige una base de datos, o bien, a todo el conjunto de objetos que pertenecen a un usuario en particular.

2.4. Formulacion de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El Diseño e implementación de un Sistema Experto permitirá mejorar el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El diseño e implementación de un Sistema Experto mejorará el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.

- b) Con el diseño e implementación de un Sistema Experto se reducirá la deficiencia existente al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variables independientes

Diseño e implementación de un sistema experto.

2.5.2. Variables dependientes

Diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el área de pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

X: Diseño e implementación de un sistema experto.

Y: Diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el área de pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
<u>Variable Independiente: X</u>	Sistema basado en la computadora que es capaz de resolver problemas complejos en dominios específicos, mostrando un nivel de desempeño comparado con el de los expertos humanos	Sistema contenedor de toda la información útil para dar solución a la problemática	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de recolección de información • Proceso de búsqueda de información
<u>Variable Dependiente: Y</u>	La desnutrición constituye un síndrome inespecífico producto de la inadecuada utilización de los nutrientes.	Diagnosticar eficientemente la desnutrición de los niños.	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción del usuario • Facilidad de información. • Facilidad de resultados

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es: Descriptiva – Correlacional - Aplicada, debido a que se aborda un problema en concreto con el objeto de encontrar soluciones o respuestas que puedan aplicarse en contextos o situaciones específicas y para lo cual es de suma importancia la descripción de sus características más relevantes con respecto a su comportamiento.

3.2. Métodos de investigación

Para la presente investigación se empleó el método hipotético deductivo o de contrastación de hipótesis, ya que las teorías científicas nunca pueden considerarse verdaderas, sino a lo sumo «no refutadas». Por lo tanto, tiene un carácter predominante intuitivo y necesita, no solo para ser rechazado sino para imponer su validez, la contrastación de sus conclusiones.

3.3. Diseño de investigación

El tipo de diseño es: No Experimental de corte Transversal, porque la investigación se realiza en un solo tiempo sin manipular deliberadamente las variables y observando el fenómeno tal como se da en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

3.4. Población y muestra

3.3.1. Población

La población lo conforma el personal de planta y usuarios del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca, los cuales hacen una cantidad de 95 personas al momento que se realizó la investigación.

3.3.2. Muestra

Para la muestra se consideró el personal de planta y usuarios involucrados en el área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca, los cuales hacen una cantidad de 48 personas.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos e información en la presente investigación se han hecho uso de las siguientes técnicas e instrumentos de investigación:

3.5.1. Técnicas

- a) Entrevistas.
- b) Análisis de Documentos.
- c) Observación.

3.5.2. Instrumentos

- a) Cuestionarios.

- b) Documentos Bibliográficos.
- c) Ficha de Observación

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para realizar el procesamiento y análisis de datos e información, que sea de fácil entendimiento, se ha optado por trabajar con el programa Ms. Excel a fin de clasificarlos, registrarlos, tabularlos, analizarlos y consolidarlos.

3.7. Tratamiento estadístico de datos

Para el análisis cuantitativo se realizó la estadística de tipo descriptiva que serán resumidas en gráficos ilustrativos y tablas.

3.7.1. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Aplicando la metodología Buchanan

En este capítulo se detallará las soluciones para optimizar y automatizar de la mejor manera el diagnóstico de desnutrición en los niños menores de 2 años, enfocando los procesos en los puntos más críticos sin perder la esencia de operatividad del centro de salud Tupac Amaru.

1) Identificación

Problema

Ya que se cuenta con poco personal debidamente capacitada en el diagnóstico de desnutrición infantil en los niños menores de 2 años, lo que ocasiona la ausencia de un diagnóstico rápido y eficiente de la desnutrición infantil.

Este tipo de enfermedades es una problemática cotidiana en la mayoría de los centros de salud del Perú.

Solución

Se propone desarrollar un sistema experto basado en reglas que sirva de apoyo a dichos especialistas en atención primaria con el fin de lograr un diagnóstico rápido y eficiente y así evitar posibles complicaciones o incluso la muerte.

Familiarización con el dominio

Para familiarizarse con el problema y dominio se realizaron entrevistas al experto para validar la información encontrada y enriquecer la misma.

Una vez identificados el problema y el dominio se pasa a identificar las tareas del sistema experto.

Tareas del Sistema Experto

- Permitir ingresar los síntomas relacionados a la desnutrición para crear la base de conocimiento.

Figura 8. Módulo de Síntomas



The screenshot shows a web application window titled "Modulo Sintomas". It features a form with the following fields and controls:

- Id de Sintoma:** A text input field with an "Agregar" button to its right.
- Nombre de Sintoma:** A text input field with a "Buscar" button to its right.
- Descripcion de Sintoma:** A larger text area with an "Actualizar" button to its right.
- Id de Enfermedad:** A dropdown menu with the text "Seleccione" and a downward arrow, with a "Mostrar Todos" button to its right.

Below the form is a table with four columns labeled "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4". The table is currently empty.

Fuente: Elaboración propia

- Brindar un diagnóstico y un tratamiento de la desnutrición identificada.

Figura 9. Módulo de Diagnóstico y Tratamiento

The screenshot shows a software window titled "Detalle Sintoma". It contains a form with the following elements:

- Input field for "Dni"
- Input field for "Test"
- Input field for "Diagnostico"
- Input field for "Tratamiento"
- "Buscar" button
- "Resultad..." button
- A table with four columns: "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4".

Fuente: Elaboración propia

- Permitir el ingresar un nuevo niño para crear la base de datos.

Figura 10. Módulo de Paciente

The screenshot shows a software window titled "Modulo Paciente". It contains a form with the following elements:

- Input field for "Nro de Dni"
- Input field for "Apellido Paterno"
- Input field for "Apellido Materno"
- Input field for "Nombres"
- Dropdown menu for "Sexo" with the text "Seleccione"
- Input field for "Fecha de Nacimiento"
- "Agregar" button
- "Buscar" button
- "Actualizar" button
- "MostrarTodo" button
- A table with four columns: "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4".

Fuente: Elaboración propia

- Brindar detalladamente la información de los Test realizados por los niños.

Figura 11. Módulo Test de Paciente

The screenshot shows a software window titled "Test Paciente". It features four input fields on the left: "Dni", "Apellido Paterno", "Apellido Materno", and "Nombres". To the right of these fields are three buttons: "Buscar", "Resultados", and "Detalles". Below the input fields is a table with four columns labeled "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4". The table has three rows, with the first row being a header and the subsequent two rows being empty.

Fuente: Elaboración propia

- Realizar un Test de desnutrición con los síntomas almacenados en la base de conocimiento.

Figura 12. Test de Desnutrición

The screenshot shows a software window titled "Test de Desnutrición". It has a blue header bar with the text "TEST DE DESNUTRICION" in white. Below the header, the word "Pregunta" is displayed. There are two radio button options: "Si" (with a small icon next to it) and "No". A "Siguiente" button is located at the bottom right of the form area.

Fuente: Elaboración propia

2) Conceptualización

En esta fase se procederá a la adquisición del conocimiento del sistema experto; en este caso se necesita información cualitativa del modelo basados en reglas que utilizaremos.

Información cualitativa del modelo (variables)

a) Variables objetivo:

- La desnutrición (D)

b) Variables de observación: Síntomas de presentación

Tabla 2. Síntomas de Desnutrición

Nro.	Descripción	Variable	Rango
1	Diagnóstico de la desnutrición de niños menores a 2 años	Desnutrición de Niños (DN)	<ul style="list-style-type: none">• Desnutrición Aguda Leve (DAL)• Desnutrición Aguda Moderada (DAM)• Desnutrición Aguda Grave (DAG)
2	Edad	ED	7 días < 8 meses y 8 meses < 2 años
3	Peso	PE	Bajo, Muy Bajo, Extremadamente Bajo
4	Enfermedades Prevalentes	ENP	Si, No
5	Desnutrición en el Pasado	DSP	Si, No
6	Puede Beber o Alimentarse	BOA	Si, No
7	Tiene moníalisis oral	MO	Si, No
8	Emaciación	EM	Si, No
9	Presenta Edema	ED	Si, No
10	Palidez Palmar	PP	Si, No

Fuente: Elaboración propia

3) Formalización

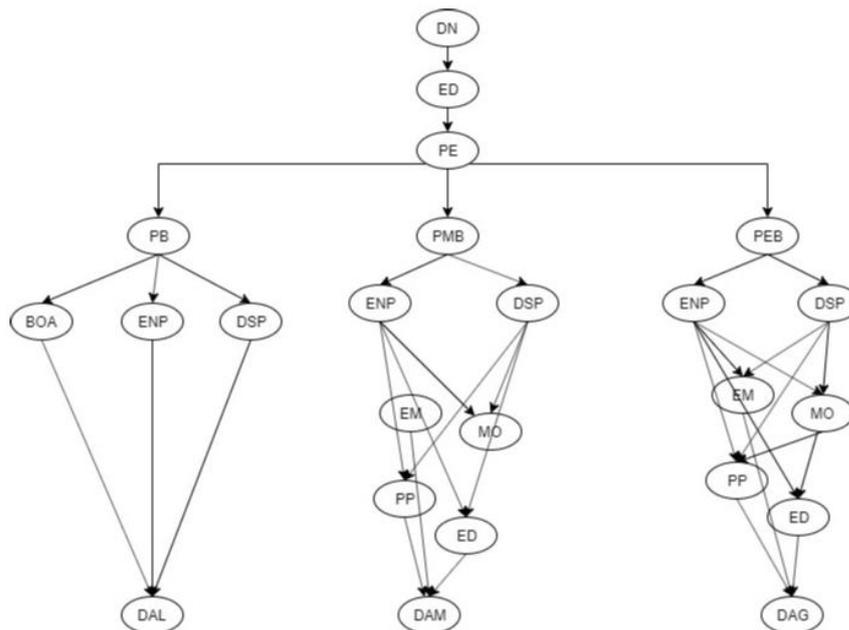
Se construyo el modelo gráfico de acuerdo a los síntomas identificados de la sección anterior utilizando la red bayesiana. Haciendo uso de la red bayesiana se hará la presentación de la base de conocimiento.

La inferencia se llevará a cabo haciendo uso del algoritmo de propagación de evidencia para redes con forma de árbol.

También se identificará las reglas de inferencia a partir del árbol bayesiana.

Para la construcción de la base de conocimiento y motor de inferencia.

Figura 13.Fig. N° 13: Red Bayesiana



Fuente: Elaboración propia

Reglas de Inferencia

- Regla 1 **SI** (Edad <= 8meses **and** PB **and** Si BOA **and** No MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAL

- Regla 2 **SI** (Edad >= 8meses **and** PB **and** Si BOA **and** No MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAL
- Regla 3 **SI** (Edad <= 8meses **and** PB **and** No ENP **and** Si BOA **and** No MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAL
- Regla 4 **SI** (Edad >= 8meses **and** PB **and** No DSP **and** Si BOA **and** No MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAL
- Regla 5 **SI** (Edad <= 8meses **and** PMB No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 6 **SI** (Edad >= 8meses **and** PMB No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 7 **SI** (Edad <= 8meses **and** PMB **and** Si DSP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 8 **SI** (Edad >= 8meses **and** PMB **and** Si DSP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 9 **SI** (Edad <= 8meses **and** PMB **and** Si ENP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 10 **SI** (Edad >= 8meses **and** PMB **and** Si ENP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 11 **SI** (Edad <= 8meses **and** PMB **and** Si DSP No BOA **and** No MO **and** Si EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 12 **SI** (Edad >= 8meses **and** PMB **and** Si DSP No BOA **and** No MO **and** Si EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 13 **SI** (Edad <= 8meses **and** PMB **and** Si ENP No BOA **and** No MO **and** Si EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM

- Regla 14 **SI** (Edad >= 8meses **and** PMB and Si ENP No BOA **and** No MO **and** Si EM **and** No ED **and** No PP) **THEN** DAM
- Regla 15 **SI** (Edad <= 8meses **and** PEB and Si ENP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 16 **SI** (Edad >= 8meses **and** PEB and Si DSP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 17 **SI** (Edad >= 8meses **and** PEB and Si ENP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 18 **SI** (Edad <= 8meses **and** PEB and Si ENP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 19 **SI** (Edad >= 8meses **and** PEB and Si DSP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 20 **SI** (Edad <= 8meses **and** PEB and Si DSP No BOA **and** Si MO **and** No EM **and** Si ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 21 **SI** (Edad <= 8meses **and** PEB and Si ENP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** No ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 22 **SI** (Edad >= 8meses **and** PEB and Si ENP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** No ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 23 **SI** (Edad >= 8meses **and** PEB and Si DSP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** No ED **and** Si PP) **THEN** DAG
- Regla 24 **SI** (Edad <= 8meses **and** PEB and Si DSP No BOA **and** Si MO **and** Si EM **and** No ED **and** Si PP) **THEN** DAG

Figura 14.Reglas de Inferencia

	Edad	Peso	Enfermedades Prevalentes / Desnutrición en el pasado		Beber o Alimentarse	Monialisis	Emaciación	Edema	Palidez Palmar	Diagnostico
Regla 1	<= 8 meses	PB	x	x	SI	NO	NO	NO	NO	DAL
Regla 2	>= 8 meses	PB	x	x	SI	NO	NO	NO	NO	DAL
Regla 3	<= 8 meses	PB	ENP	NO	SI	NO	NO	NO	NO	DAL
Regla 4	>= 8 meses	PB	DSP	NO	SI	NO	NO	NO	NO	DAL
Regla 5	<= 8 meses	PMB	x	x	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 6	>= 8 meses	PMB	x	x	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 7	<= 8 meses	PMB	DSP	SI	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 8	>= 8 meses	PMB	DSP	SI	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 9	<= 8 meses	PMB	ENP	SI	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 10	>= 8 meses	PMB	ENP	SI	NO	SI	NO	NO	NO	DAM
Regla 11	<= 8 meses	PMB	DSP	SI	NO	NO	SI	NO	NO	DAM
Regla 12	>= 8 meses	PMB	DSP	SI	NO	NO	SI	NO	NO	DAM
Regla 13	<= 8 meses	PMB	ENP	SI	NO	NO	SI	NO	NO	DAM
Regla 14	>= 8 meses	PMB	ENP	SI	NO	NO	SI	NO	NO	DAM
Regla 15	<= 8 meses	PEB	ENP	SI	NO	SI	SI	SI	SI	DAG
Regla 16	>= 8 meses	PEB	DSP	SI	NO	SI	SI	SI	SI	DAG
Regla 17	>= 8 meses	PEB	ENP	SI	NO	SI	NO	SI	SI	DAG
Regla 18	<= 8 meses	PEB	ENP	SI	NO	SI	NO	SI	SI	DAG
Regla 19	>= 8 meses	PEB	DSP	SI	NO	SI	NO	SI	SI	DAG
Regla 20	<= 8 meses	PEB	DSP	SI	NO	SI	NO	SI	SI	DAG
Regla 21	<= 8 meses	PEB	ENP	SI	NO	SI	SI	NO	SI	DAG
Regla 22	>= 8 meses	PEB	ENP	SI	NO	SI	SI	NO	SI	DAG
Regla 23	>= 8 meses	PEB	DSP	SI	NO	SI	SI	NO	SI	DAG
Regla 24	<= 8 meses	PEB	DSP	SI	NO	SI	SI	NO	SI	DAG

Fuente: Elaboración propia

4) Implementación

Especificación de los casos de uso del Sistema Experto

- Registrar Síntoma

Tabla 3.Caso de uso Registrar Síntoma

Caso de uso	Registrar Síntoma	
Código	CU01	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario registrar nuevos síntomas (base de conocimiento) para mejorar un mejor diagnóstico de la desnutrición. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe de estar logueado. • El usuario accede a las opciones del Sistema. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos del síntoma quedan registrados. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón agregar del módulo Síntoma.
	2.	El sistema muestra un formulario de registro.
	3.	El usuario ingresa el código de síntoma, nombre, descripción, luego hace clic en el botón agregar.
	4.	El sistema guarda el síntoma.
Performance	Alta	
Frecuencia	Poco Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Buscar Síntoma

Tabla 4.Caso de uso Buscar Síntoma

Caso de uso	Buscar Síntoma	
Código	CU02	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario consultar los síntomas del sistema con sus respectivos atributos. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe de estar logueado. • El usuario accede a las opciones del Sistema. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón buscar e ingresa el código del síntoma a buscar.
	2.	El sistema muestra una tabla con el síntoma ingresado.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Actualizar Síntoma

Tabla 5.Caso de uso Actualizar Síntoma

Caso de uso	Actualizar Síntoma	
Código	CU03	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario modificar los síntomas del sistema con sus respectivos atributos. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar CU02. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos del síntoma quedan actualizados. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario busca el síntoma a modificar o actualizar, modifica los campos que se requiere modificar.
	2.	El usuario hace click en el botón Actualizar del módulo Síntoma.
	3.	El sistema muestra una tabla con el síntoma modificado o actualizado.
Performance	Alta	
Frecuencia	Poco Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Obtener Diagnostico (Realizar Test)

Tabla 6.Caso de uso Obtener Diagnostico

Caso de uso	Obtener Diagnostico	
Código	CU04	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario realizar el diagnostico al paciente, mediante las elecciones de los síntomas que presente el paciente. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe de estar logueado. • El usuario accede a las opciones del Sistema. • Debe existir por lo menos un síntoma registrado. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón realizar Test.
	2.	El sistema muestra una ventana para iniciar el test.
	3.	El usuario elige los síntomas del paciente.
	4.	El sistema muestra el resultado del diagnóstico.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Consultar Diagnostico

Tabla 7.Caso de uso Consultar Diagnostico

Caso de uso	Consultar Diagnostico	
Código	CU05	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario consultar el diagnóstico del paciente mostrando un tratamiento. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar CU04. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón buscar e ingresa el dni del paciente a buscar dentro del módulo Detalle.
	2.	El sistema muestra los resultados del diagnóstico y síntomas del paciente, brindando un tratamiento.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Consultar Test

Tabla 8.Caso de uso Consultar Test

Caso de uso	Consultar Test	
Código	CU06	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario consultar los test realizados por el paciente 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar CU04. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón buscar e ingresa el dni del paciente a buscar dentro del módulo Test Paciente.
	2.	El sistema muestra una tabla con la cantidad de test realizados por el paciente.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Registrar Paciente

Tabla 9.Caso de uso Registrar Paciente

Caso de uso	Registrar Paciente	
Código	CU07	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario registrar nuevos pacientes (base de datos) para mejorar un mejor diagnóstico de la desnutrición. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe de estar logueado. • El usuario accede a las opciones del Sistema. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos del paciente quedan registrados. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón agregar del módulo Paciente.
	2.	El sistema muestra un formulario de registro.
	3.	El usuario ingresa el dni de paciente, apellidos, nombres, sexo, fecha de nacimiento y luego hace clic en el botón agregar.
	4.	El sistema guarda el paciente.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Buscar Paciente

Tabla 10.Caso de uso Buscar Paciente

Caso de uso	Buscar Paciente	
Código	CU08	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario consultar los pacientes del sistema con sus respectivos atributos. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe de estar logueado. • El usuario accede a las opciones del Sistema. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario hace click en el botón buscar e ingresa el dni del paciente a buscar.
	2.	El sistema muestra una tabla con el paciente ingresado.
Performance	Alta	
Frecuencia	Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

- Actualizar Paciente

Tabla 11.Caso de uso Actualizar Paciente

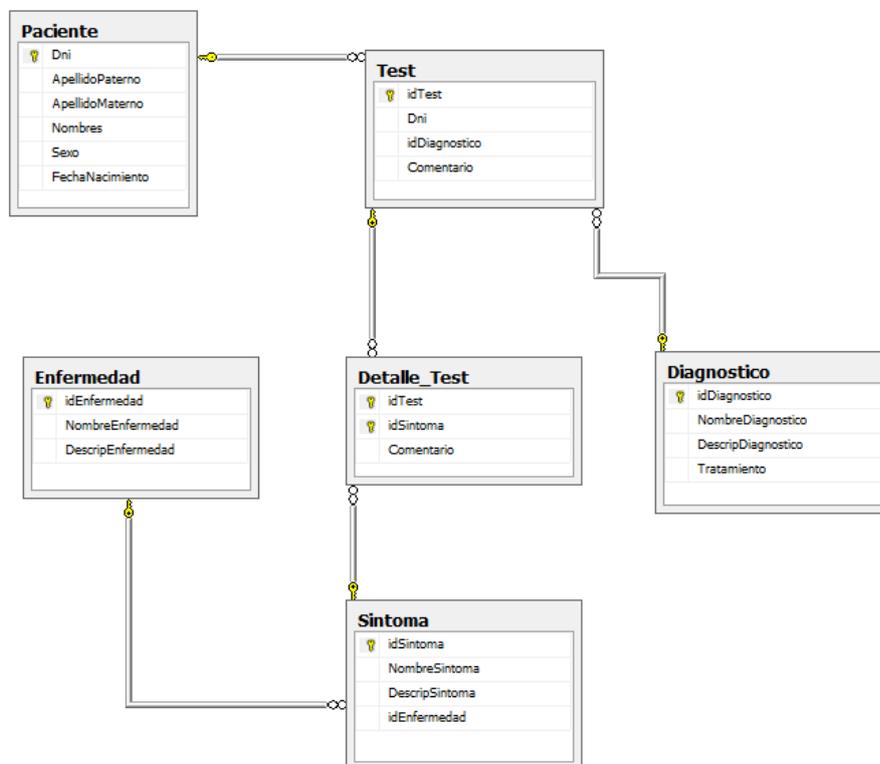
Caso de uso	Actualizar Síntoma	
Código	CU09	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir al usuario modificar la información del paciente del sistema con sus respectivos atributos. 	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar CU08. 	
Post condiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Los datos del paciente quedan actualizados. 	
Actores	Usuario	
Flujo Principal	1.	El usuario busca el paciente a modificar o actualizar, modifica los campos que se requiere modificar.
	2.	El usuario hace click en el botón Actualizar del módulo Paciente.
	3.	El sistema muestra una tabla con el la información del paciente modificado o actualizado.
Performance	Alta	
Frecuencia	Poco Frecuente	
Prioridad	Alta	

Fuente: Elaboración propia

Modelamiento de Base de Datos para el Sistema experto.

- Tabla Paciente
- Tabla Enfermedad
- Tabla Síntoma
- Tabla Diagnostico
- Tabla Test
- Tabla Detalle_test

Tabla 12. Modelo relacional de la Base de Datos



Fuente: Elaboración propia

5) Testeo

Para el Testeo del Sistema Experto se desarrolló la interfaz de la aplicación que se ha considerado incluirlo a la metodología empleada para el desarrollo del Sistema Experto con el fin de alcanzar el objetivo a medida que sea, usable, intuitivo, que contribuyan a generar una experiencia de

usuario. Por lo descrito, se ha de mantener un estudio constante de los usuarios finales en cada iteración del proyecto.

1. Módulo o Interfaz de registro de paciente

Mediante esta interfaz se realizará el registro de un nuevo paciente.

Figura 15. Módulo o Interfaz de registro de Paciente

The screenshot shows a web application window titled "Modulo Paciente". It contains several input fields for patient registration: "Nro de Dni" (78568987), "Apellido Paterno" (PALACIN), "Apellido Materno" (LLANOS), "Nombres" (Elias Josue), "Sexo" (M), and "Fecha de Nacimiento" (2014-05-08). There are four buttons: "Agregar", "Buscar", "Actualizar", and "MostrarTodo". Below the form is a table with four columns labeled "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4".

Fuente: Elaboración propia

2. Módulo o Interfaz de registro de Síntoma

Mediante esta interfaz se realizará el registro de los Síntomas.

Figura 16. Módulo o Interfaz de registro de síntoma

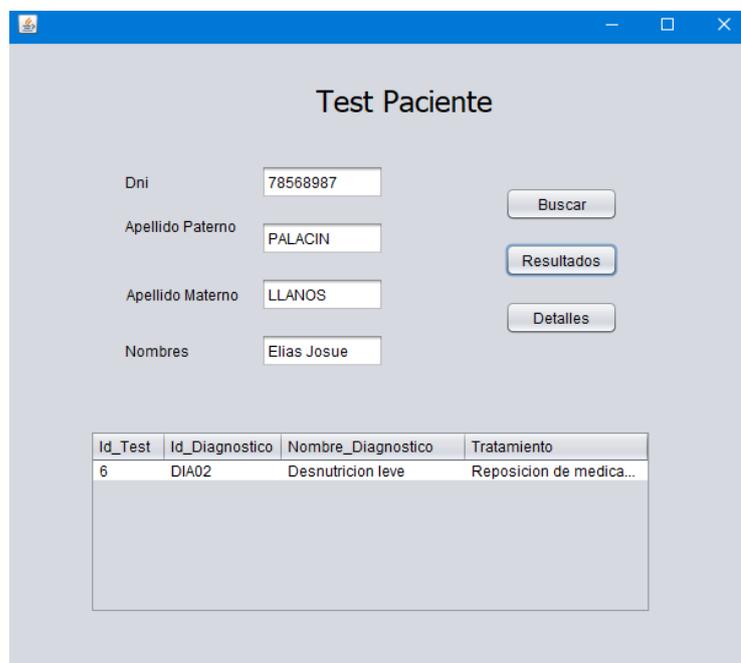
The screenshot shows a web application window titled "Modulo Sintomas". It contains several input fields for symptom registration: "Id de Sintoma" (SIN04), "Nombre de Sintoma" (Emaciacion), "Descripcion de Sintoma" (Se trata de un adelgazamiento patológ...), and "Id de Enfermedad" (ENF01). There are four buttons: "Agregar", "Buscar", "Actualizar", and "Mostrar Todos". Below the form is a table with four columns labeled "Title 1", "Title 2", "Title 3", and "Title 4".

Fuente: Elaboración propia

3. Módulo o Interfaz de Test de Paciente

Mediante esta interfaz se buscará al Paciente para visualizar el Diagnostico.

Figura 17. Módulo o Interfaz de Test de Paciente



The screenshot shows a web application window titled "Test Paciente". It contains a search form with the following fields and values:

- Dni: 78568987
- Apellido Paterno: PALACIN
- Apellido Materno: LLANOS
- Nombres: Elias Josue

There are three buttons on the right side of the form: "Buscar", "Resultados", and "Detalles". Below the form is a table with the following data:

Id_Test	Id_Diagnostico	Nombre_Diagnostico	Tratamiento
6	DIA02	Desnutricion leve	Reposicion de medica...

Fuente: Elaboración propia

4. Módulo o Interfaz de Detalle de Síntomas

Con este formulario se visualizará los síntomas de los pacientes realizados por él Test.

Figura 18. Módulo o Interfaz de Detalle de Síntomas

Detalle Sintoma

Dni: 78568987

Test: 6

Diagnostico: Desnutricion leve

Tratamiento: Reposicion de medicamentos

Buscar

Resultad...

Id_Sintoma	Nombre_Sintoma	Descrip_Sintoma
SIN04	Emaciacion	Se trata de un adelgazamiento p...
SIN05	Puede Beber o Alimentarse	Acción de ingerir alimentos gene...

Fuente: Elaboración propia

5. Módulo o interfaz de Test de Desnutrición

Mediante esta interfaz se realizará el test de desnutrición del paciente para determinar el diagnóstico.

Figura 19. Módulo o interfaz de Test de Desnutrición

Test de Desnutricion

TEST DE DESNUTRICION

¿El niño puede Beber o Alimentarse si/no?

Si No

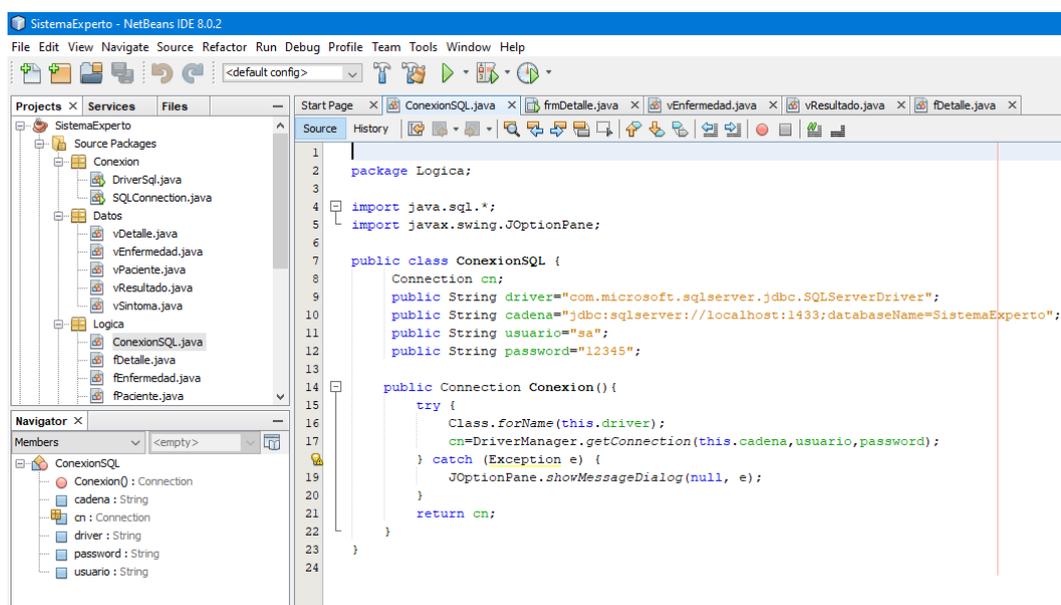
Siguiete

Fuente: Elaboración propia

Herramientas de desarrollo empleadas

En el desarrollo del Sistema Experto se aplicó el uso de NetBeans IDE 8.0.2, Eclipse, Jess y SQL Server 2008R2; herramientas que nos facilitaron el diseño y prototipado de la interfaz de la aplicación, sobre todo aprovechando las características del NetBeans por su el buen editor de código y ser multilenguaje.

Figura 20. Archivos del proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.8. Orientación ética

El centro de Salud Tupac Amaru ha permitido realizar el trabajo de investigación con la finalidad de mejorar el diagnóstico de la desnutrición, la aplicación del sistema es de uso sencillo por el personal administrativo y técnico.

La biografía utilizada para sostener el marco teórico se ha respetado a los autores por sus aportes realizados.

CAPÍTULO IV

RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El Centro de Salud Tupac Amaru está ubicado en distrito de Chaupimarca-Pasco.

a) Datos Generales

Establecimiento: Tupac Amaru.

Clasificación: Centro de Salud o Centro Médico.

Tipo: Sin Internamiento

Categoría: I-3

Dirección: Jr. José Carlos Mariátegui S/N – Chaupimarca

Ubigeo: 190101

Horario: 8:00-20:00 horas

DISA: Pasco

Red: Pasco

Micro Red: Pasco

Unidad Ejecutora: Salud Pasco

b) Misión y Visión

Misión

Satisfacer las necesidades de salud de nuestra población ofreciéndole servicios de atención primaria y comunitaria con calidad y eficiencia.

Visión

Queremos ser los referentes de salud de nuestra población, aportando calidad, confianza y seguridad en nuestros servicios de salud que reciben todos los ciudadanos que atendemos a lo largo de su vida.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

En el siguiente análisis e interpretación, se presenta los datos obtenidos de las encuestas realizadas a los trabajadores y usuarios del centro de salud Tupac Amaru - Chaupimarca, donde se obtiene información relevante respecto a como se viene ejecutando la atención dentro del centro de salud.

1. ¿Usted cómo usuario o paciente registra información de atención constantemente?

Tabla 13. Tabla de frecuencia de pregunta 1

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	34	70,8	70,8	70,8
	A veces	14	29,2	29,2	100,2
	Total	48	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 21.: Gráfico circular de pregunta 1



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 13 de frecuencias ¿Usted cómo usuario o paciente registra información de atención constantemente?, el 70.8% de los encuestados responden que Siempre registran información de atención constantemente y un 29.2% responden que A veces realizan tal registro.

b) **Interpretación.** Un alto porcentaje de los encuestados siempre realizan el registro de información de atención constantemente.

2. ¿Considera eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados?

Tabla 14. Tabla de frecuencia de pregunta 2

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	8	16,7	16,7	16,7
	No	40	83,3	83,3	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Gráfico circular de la pregunta 2



Fuente: Elaboración propia

- a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 14 de frecuencias ¿Considera eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados?, el 16.7% de los encuestados responden que Si consideran eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados y el 83.3% responden que No lo consideran eficiente.
- b) **Interpretación.** Un alto porcentaje de los encuestados no consideran eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados.

3. ¿Logra con facilidad conocer los síntomas de la desnutrición?

Tabla 15. Tabla de frecuencia de pregunta 3

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	A veces	10	20,8	20,8	20,8
	Nunca	38	79,2	79,2	79,2
	Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Gráfico circular de pregunta 3



Fuente: Elaboración propia

- a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 15 de frecuencias ¿Logra con facilidad conocer los síntomas de la desnutrición?, el 20.8% de los encuestados responden que A veces logran con facilidad conocer los síntomas de la desnutrición y un 79.2% responden que Nunca logran conocer con facilidad dichos síntomas.
- b) **Interpretación.** La mayoría de los encuestados nunca logran conocer con facilidad los síntomas de la desnutrición.

4. ¿Obtiene con facilidad información de los diagnósticos realizados?

Tabla 16. Tabla de frecuencia de pregunta 4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	10	20,8	20,8	20,8
	A veces	16	33,3	33,3	54,2
	Nunca	22	45,8	45,8	100,0
	Total	48	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Gráfico circular de pregunta 4



Fuente: Elaboración propia

- a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 16 de frecuencias ¿Obtiene con facilidad información de los diagnósticos realizados?, el 20.8% de los encuestados responden Siempre obtienen con facilidad información de los diagnósticos realizados, un 33.3% responden que A veces obtienen con facilidad información de los diagnósticos realizados y un 45.8% responden que Nunca obtienen con facilidad dicha información.
- b) **Interpretación.** Un alto porcentaje de los encuestados nunca logran obtener con facilidad información de los diagnósticos realizados.

5. ¿Crees Ud. que se revisan constantemente los diagnósticos y resultados históricos del paciente?

Tabla 17. Tabla de frecuencia de pregunta 5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	11	22,9	22,9	22,9
	No	37	77,1	77,1	100,0
	Total	8	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Gráfico circular de pregunta 5



Fuente: Elaboración propia

- a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 17 de frecuencias ¿Crees Ud. que se revisan constantemente los diagnósticos y resultados históricos del paciente?, el 22.9% de los encuestados responden que Si se revisan constantemente los diagnósticos y resultados históricos de los pacientes y el 77.1% responden que No revisan constantemente dicho historial.

b) **Interpretación.** La mayoría de los encuestados creen que no se revisa constantemente los históricos de los pacientes.

6. ¿Consideras eficiente el control de atención y servicios a los pacientes?

Tabla 18. Tabla de frecuencia de pregunta 6

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Si	9	18,8	18,8	18,8
No	39	81,2	81,2	100,0
Total	48	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Gráfico circular de pregunta 6



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 18 de frecuencias ¿Consideras eficiente el control de atención y servicios a los pacientes?, el 18.8% de los encuestados Si consideran eficiente el control de atención y servicios a pacientes, y el 81.2% No consideran eficiente el control de atención y servicios de los pacientes.

b) **Interpretación.** La mayoría de los encuestados no consideran eficiente el control de atención y servicios a los pacientes.

7. ¿La atención es lenta y deficiente?

Tabla 19. Tabla de frecuencia de pregunta 7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	33	68,8	68,8	68,8
	No	15	31,2	31,2	100,0
Total		8	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 27.: Gráfico circular de pregunta 7



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 19 de frecuencias ¿La atención es lenta y deficiente?, el 68.8% de los encuestados consideran que, Si la atención es lenta y deficiente, y el 31.2% de los encuestados responden No a dicha pregunta.

b) **Interpretación.** La mayoría de los encuestados considera que a veces la atención al cliente es lenta.

8. ¿Hay o hubo pérdida de información con respecto a los diagnósticos o resultados de los pacientes?

Tabla 20. Tabla de frecuencia de pregunta 8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	30	62,5	62,5	62,5
	No	18	37,5	37,5	100,0
Total		48	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Gráfico circular de pregunta 8



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 20 de frecuencias ¿Hay o hubo pérdida de información con respecto a los diagnósticos o resultados de los pacientes?, el 62.5% de los encuestados responden que Si hay o hubo

pérdida de información con respecto a los diagnósticos o resultados y el 37.5% responden que No hay o hubo dichas pérdidas.

b) **Interpretación.** Un alto porcentaje de los encuestados manifiestan que existen pérdida de información por lo que la atención es lenta y deficiente.

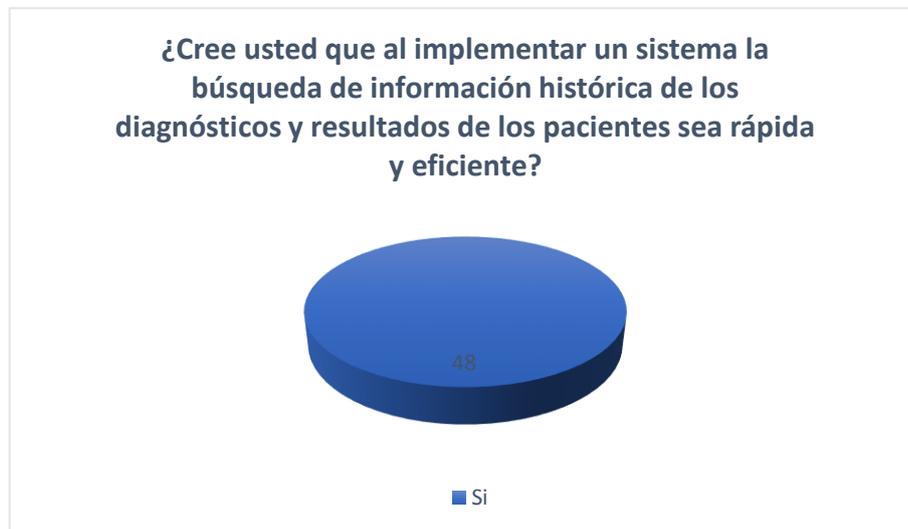
9. ¿Cree usted que al implementar un sistema la búsqueda de información histórica de los diagnósticos y resultados de los pacientes sea rápida y eficiente?

Tabla 21. Tabla de frecuencia de pregunta 9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	48	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Gráfico circular de pregunta 9



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 21 de frecuencias ¿Cree usted que al implementar un sistema la búsqueda de información histórica de los diagnósticos y resultados de los pacientes sea rápida y

eficiente?, el 100% de los encuestados responden que al implementar un sistema la búsqueda de información histórica será rápida y eficiente.

b) **Interpretación.** La totalidad de los encuestados manifiestan que al implementar un sistema la búsqueda de información será rápida y eficiente.

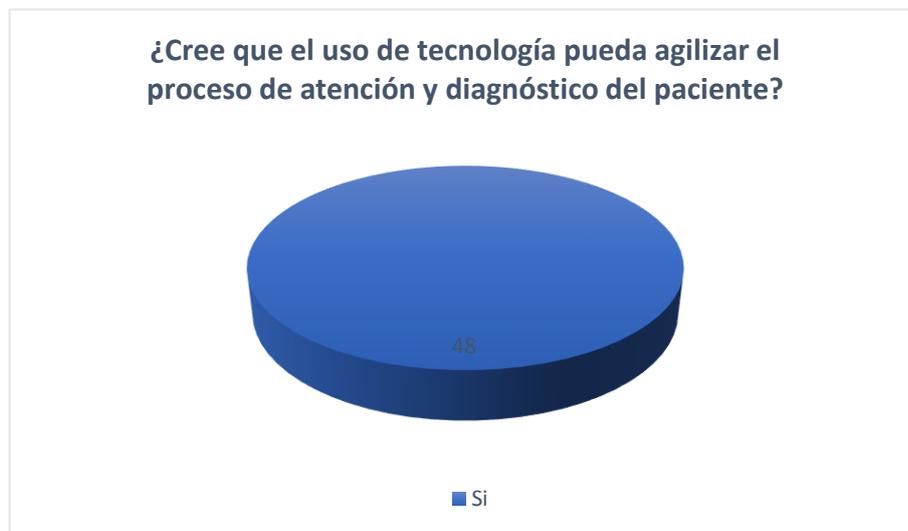
10. ¿Cree que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico del paciente?

Tabla 22. Tabla de frecuencia de pregunta 10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	8	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Gráfico circular de pregunta 10



Fuente: Elaboración propia

a) **Análisis.** Tomando en cuenta el porcentaje de la tabla 22 de frecuencias ¿Cree que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico del paciente?, el 100% de los encuestados responden que Si

creen que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico.

- b) **Interpretación.** La totalidad de los encuestados creen que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico del paciente.

Presentación de resultados

En contra parte al ítem anterior se presentan los resultados generados por el Sistema Experto después de haber sido implementado.

Figura 31. Captura de pantalla de síntomas de la desnutrición

Id_Sintoma	Nombre_Sintoma	Descrip_Sintoma	Id_Enf...
SIN01	Palidez Palmar	Es una pérdida anormal del color de la ...	ENF01
SIN02	Enfermedades Prevalentes	Son aquellas que, por factores ambient...	ENF01
SIN03	Edema	Asociados con frecuencia a signos cutá...	ENF01
SIN04	Emaciacion	Se trata de un adelgazamiento patológi...	ENF01
SIN05	Puede Beber o Alimentarse	Acción de ingerir alimentos generalme...	ENF01

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Captura de pantalla de historial de Test de los pacientes.

The screenshot shows a window titled "Test Paciente" with a search form and a table of results. The search form includes fields for Dni (78568987), Apellido Paterno (PALACIN), Apellido Materno (LLANOS), and Nombres (Elias Josue). There are buttons for "Buscar", "Resultados", and "Detalles". The table below has columns for Id_Test, Id_Diagnostico, Nombre_Diagnostico, and Tratamiento.

Id_Test	Id_Diagnostico	Nombre_Diagnostico	Tratamiento
6	DIA02	Desnutricion leve	Reposicion de medic...

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Captura de pantalla de reporte de registro de paciente.

The screenshot shows a window titled "Modulo Paciente" with a registration form and a table. The form includes fields for Nro de Dni (78568987), Apellido Paterno (PALACIN), Apellido Materno (LLANOS), Nombres (Elias Josue), Sexo (M), and Fecha de Nacimiento (2014-05-08). There are buttons for "Agregar", "Actualizar", "Buscar", and "MostrarTodo". The table below has columns for Dni, A_Paterno, A_Materno, Nombres, Sexo, and Nacimiento.

Dni	A_Paterno	A_Materno	Nombres	Sexo	Nacimiento
78568987	PALACIN	LLANOS	Elias Josue	M	2014-05-08

Fuente: Elaboración propia

4.3. Prueba de hipótesis

En este caso no usamos la estadística para contrastar la hipótesis, partimos de la implementación del sistema experto donde se logra obtener información fundamental y con la cual se puede demostrar que efectivamente se mejora el diagnóstico de la desnutrición en los niños menores de 2 años.

¿Usted cómo usuario o paciente registra información de atención constantemente?

Con la implementación del módulo o interfaz de registro paciente (Fig. N° 15) se registra constantemente la información de atención a los pacientes, de una manera rápida y dinámica, y estas se almacenan en nuestra base de datos del sistema.

¿Considera eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados?

Con la implementación del sistema experto, la atención y diagnóstico de desnutrición es más rápida y eficiente, puesto que antes de la implementación del sistema era lenta.

¿Logra con facilidad conocer los síntomas de la desnutrición?

Los síntomas de la desnutrición se logran conocer fácilmente después de la implementación del módulo o interfaz de Síntomas (Fig. N° 16), que permite brindar los detalles de los síntomas.

¿Obtiene con facilidad información de los diagnósticos realizados?

Al contar con una base de datos, se almacena los test realizados y diagnósticos de cada paciente, donde se puede mostrar los resultados de cada paciente (Fig. N° 32).

¿Cree Ud. que se revisan constantemente los diagnósticos y resultados históricos del paciente?

Mediante la base de datos se puede consultar constantemente el historial de diagnósticos y resultados de los pacientes (Fig. N° 32) y así evitar retrasos al momento de brindar dicha información.

¿Consideras eficiente el control de atención y servicios a los pacientes?

Con la implementación de los módulos o interfaces del sistema experto el usuario especialista puede interactuar con mayor rapidez y eficiencia el control de atención y servicios de los pacientes.

¿La atención es lenta y deficiente?

Con la interacción del sistema experto y el usuario especializado, los procesos para el diagnóstico de la desnutrición serán rápidos y eficientes.

¿Hay o hubo pérdida de información con respecto a los diagnósticos o resultados de los pacientes?

Con la base de datos del sistema se podrá evitar pérdidas de información de los diagnósticos y resultados de los Test realizados de los pacientes.

¿Cree usted que al implementar un sistema la búsqueda de información histórica de los diagnósticos y resultados de los pacientes sea rápida y eficiente?

Con la interfaz del Test de Paciente (Fig. N° 32), podemos consultar la información histórica de los diagnósticos y resultados de los test realizados de los pacientes de manera rápida y eficiente.

¿Cree que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico del paciente?

Como se ha podido demostrar la implementación de un sistema experto de este tipo agiliza el proceso de diagnóstico de desnutrición, puesto que se reemplaza el trabajo manual rutinario por un trabajo automatizado.

4.4. Discusión de resultados

Realizado el análisis e interpretación de la encuesta efectuada al personal y usuario que conforma nuestra muestra, los resultados proporcionados una vez implementada el sistema experto, permiten dar respuesta a la pregunta de investigación y validar la hipótesis propuesta.

Como se propuso en la hipótesis general de investigación, los resultados evidencian que la implementación del sistema experto mejora el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru – Chaupimarca.

CONCLUSIONES

- ✓ Con la implementación del sistema experto, se mejoró el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el área de pediatría del centro de salud Tupac Amaru, incrementando la satisfacción de los usuarios involucrados.
- ✓ Con el uso de la metodología Buchanan nos permitió construir el sistema experto, ya que con dicha metodología se interactuó directamente con el experto del área teniendo una correcta documentación sobre la investigación.
- ✓ La arquitectura del sistema experto nos ofrece una mayor escalabilidad, ya que el experto en conocimiento puede seguir agregando más casos de síntomas identificados dentro de la base de conocimiento y así tener diagnósticos más precisos en futuros diagnósticos.
- ✓ Con la implementación del sistema experto, se logró mejorar el rendimiento del usuario especializado al momento de diagnosticar la desnutrición y la satisfacción del usuario final.

RECOMENDACIONES

- ✓ Brindar capacitaciones al personal quienes estarán a cargo del manejo del Sistema Experto, para un adecuado y eficiente manejo del mismo.
- ✓ Registrar la información completa y detallada de los pacientes para brindarles una atención eficiente.
- ✓ Registrar con veracidad las respuestas de los pacientes al momento de realizar el Test de diagnóstico, y así tener un diagnóstico veraz, rápido y eficiente.
- ✓ Realizar copias de seguridad o respaldos de información para evitar pérdidas de información de los pacientes.
- ✓ Realizar periódicamente evaluaciones y así medir el grado de satisfacción de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

DE ÁVILA Ramos, Jorge. Sistemas Expertos. Recuperado de http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/sist_expe/

CRIADO Briz, José Mario (2002). Introducción a los Sistemas Expertos. Recuperado de www.ingenieroseninformatica.org/recursos/tutoriales/sist_exp/index.php.

HURTADO Vega, José de Jesús. Inteligencia Artificial. Recuperado de <http://www.itlp.edu.mx/publica/boletines/inteligencia.html>

PARSAYE, Kamran, Mark Chignell, Setrag Khoshafian y Harry Wong. Intelligent Databases.

DE MIGUEL González, Luis Javier. “Técnicas de mantenimiento predictivo industrial basadas en Sistemas Expertos”. Recuperado de <http://www.cartif.es/mantenimiento/expertos.html>

DE ÁVILA Ramos, Jorge. Utilización de C en Inteligencia Artificial. Recuperado de http://www.lafacu.com/apuntes/informatica/sist_expe/

CRIADO Briz, José Mario. Sistemas Expertos.

ROLSTON, David W (1998). Principios de inteligencia artificial

BENCHIMOL, Guy, **Pierre** Levine y Jean Charles **Plomerol**. Op. cit9

HUERTAS Camilo (2017). Metodologías para el desarrollo de Sistemas Expertos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/camiloahuertas5/metodologias-para-el-desarrollo-de-los-sistemas-expertos-74294030>

DELGADO Linda, **CORTEZ** Augusto y **IBÁÑEZ** Esteban (2105). Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. “Aplicación de Metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con reyes bayesianas para apoyo al diagnóstico de la Tetralogía de Fallot en el Perú”. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81642256016>

CARLOS SOTO, Marlene (2002). “Teoría de Sistemas Experto”, Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/carlos_sm/cap1.pdf

“Introducción a la Inteligencia Artificial”, Universidad de Nebrija. Recuperado de <https://docplayer.es/2858727-Introduccion-a-la-inteligencia-artificial.html>

“Campos de la Inteligencia Artificial” Recuperado de <http://virtualbrainintelligence.blogspot.com/2016/08/principales-campos-de-accion-de-la.html>

“Metodologías de educación de conocimiento para la construcción de sistemas informáticos expertos” de Ramón **GARCIA MARTINEZ**, Bibiana **ROSSI** y Paola **BRITOS**. Recuperado de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/rgm/articulos/R-ITBA-26-metodologias.pdf>

Gómez, R. (2015). “Modelo Vista Controlador”, Recuperado de <http://rodrigogr.com/blog/modelo-vista-controlador/>

Margaret Rouse (2015).”SQL SERVER”, Recuperado de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-Server>

FUENTES ELECTRÓNICAS

<https://www.jessrules.com/>

https://www.ecured.cu/Eclipse,_entorno_de_desarrollo_integrado

https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE DESNUTRICIÓN EN NIÑOS MENORES DE 2 AÑOS EN EL ÁREA DE PEDIATRÍA DEL CENTRO DE SALUD TUPAC AMARU - CHAUPIMARCA”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	JUSTIFICACION
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿De qué manera ayudará la implementación de un Sistema Experto para en el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué forma se puede mejorar el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años? • ¿En qué medida el sistema experto será capaz de reducir la deficiencia existente al momento de diagnosticar desnutrición en niños menores de 2 años? 	<p>OBJETIVOS GENERALES</p> <p>Diseñar e implementar un Sistema Experto que permita mejorar el diagnóstico de la desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años. • Reducir la deficiencia existente al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años 	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>El Diseño e implementación de un Sistema de Experto permitirá mejorar el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru – Chaupimarca.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • El diseño e implementación de un Sistema Experto mejorará el proceso interno al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años. • Con el diseño e implementación de un Sistema Experto se reducirá la deficiencia existente al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Diseño e implementación de un sistema experto.</p> <p>VARIABLES DEPENDIENTES</p> <p>Diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru – Chaupimarca.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACION</p> <p>La investigación es de tipo correlacional toda vez que se establece un grado de asociación, es decir propone que el cambio de una variable influye en la otra.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.</p> <p>Para fines del estudio se aplicó el diseño de investigación <u>No experimental</u> sin manipular deliberadamente las variables, en la categoría <u>transeccional</u>, ya que la información se capturo en un solo momento, para su posterior análisis.</p>	<p>El presente proyecto de investigación nos permitirá tener una mayor rapidez y eficacia acerca del diagnóstico de desnutrición en los niños menores de 2 años realizado por el área de pediatría y también, sobre de cómo debería dar un tratamiento a cada niño con desnutrición y así poder reducir perdidas fatales de los niños menores por dicha enfermedad.</p> <p>Actualmente los Centros de Salud necesitan de los Sistemas Expertos (SE) para identificar enfermedades con mayor rapidez y eficiencia. Por eso motivo se requiere implementar un Sistema Experto en el área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru para poder diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años.</p> <p>La implementación del Sistema Experto permitirá mejorar el proceso al momento de diagnosticar la desnutrición en niños menores de 2 años dando mayor rapidez y brindando un determinado tratamiento para cada caso de desnutrición diagnosticada.</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y

COMPUTACIÓN

CUESTIONARIO

TÍTULO DE LA TESIS: “Diseño e implementación de un sistema experto para el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 Años en el área de pediatría del centro de salud Tupac Amaru – Chaupimarca”

TESISTA : Bach. Hector Luis MEDRANO LLANOS

FECHA : 16 – 18 de setiembre del 2019.

MUESTRA : 48 personas entre trabajadores y usuarios.

INSTRUCCIONES: Marque una alternativa como respuesta:

1. ¿Usted cómo usuario o paciente registra información de atención constantemente?
 - a) Siempre
 - b) A veces
 - c) Nunca

2. ¿Considera eficiente el uso de formatos físicos para las atenciones y resultados de los diagnósticos realizados?
 - a) Si
 - b) No

3. ¿Logra con facilidad conocer los síntomas de la desnutrición?

a) Siempre

b) A veces

c) Nunca

4. ¿Obtiene con facilidad información de los diagnósticos realizados?

a) Siempre

b) A veces

c) Nunca

5. ¿Cree Ud. que se revisan constantemente los diagnósticos y resultados históricos del paciente?

a) Si

b) No

6. ¿Consideras eficiente el control de atención y servicios a los pacientes?

a) Si

b) No

7. ¿La atención es lenta y deficiente?

a) Siempre

b) A veces

c) Nunca

8. ¿Hay o hubo pérdida de información con respecto a los diagnósticos o resultados de los pacientes?

a) Si

b) No

9. ¿Cree usted que al implementar un sistema la búsqueda de información histórica de los diagnósticos y resultados de los pacientes sea rápida y eficiente?

a) Si

b) No

10. ¿Cree que el uso de tecnología pueda agilizar el proceso de atención y diagnóstico del paciente?

a) Si

b) No