

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



PROYECTO DE GRADO

**SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE
ENFERMEDADES BUCALES PREVENIBLES PARA EL
CONSULTORIO DENTAL “VIRGEN DE REMEDIOS”**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: MARIA ESTHER CONDORI VELASQUEZ

TUTOR METODOLÓGICO: M.SC. ALDO RAMIRO VALDEZ ALVARADO

ASESOR: LIC. MANUEL RAMIRO FLORES ROJAS

LA PAZ – BOLIVIA

2016



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



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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

Dedicatoria

A Dios porque siempre está presente en cada paso que doy y me llena de bendiciones.

A mis padres José y Arminda quienes me enseñaron a seguir un camino correcto.

A mis hermanas Gladys y Mónica que siempre me dieron su apoyo en todo momento.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de llegar hasta estas instancias y haber culminado una de tantas metas, por guiar mi camino y por darme fortaleza en todo momento.

A mi tutor M.SC. Aldo Ramiro Valdez Alvarado, que tuve la gran oportunidad de conocer, por los consejos, paciencia y ayuda que me brindó, para la culminación de mi proyecto de grado.

A mi asesor Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas, por el tiempo, la paciencia y comprensión que me dedicó en todo momento.

Al Dr. Javier Eloy Apaza Limachí, con quien surgió el tema y por el conocimiento brindado, supervisando y corrigiendo en todo el proceso de mi proyecto de grado.

A Paolo Ramos, Javier Borda, Christian Avendaño, Marco Ticona, Katerine Ramallo y Paola Gutierrez, mis mejores amigos quienes en distintas oportunidades, estuvieron para darme su ayuda y consejo a pesar de estar muy ocupados siempre me devolvieron una sonrisa y por saber que a pesar de las distancias siempre estaremos juntos, les deseo muchos éxitos en sus vidas.

Agradecer a todos mis amigos que pude conocer durante la carrera, ya que ellos me dieron la alegría, la comprensión y el apoyo.

Muchas gracias...

RESUMEN

Las enfermedades bucales prevenibles son de gran importancia ya que si no existe un cuidado preciso puede presentar graves consecuencias, siendo la boca un órgano muy importante que tiene varias funciones, es la vía de entrada de los alimentos y conecta con los sistemas digestivos y respiratorios. También su cuidado refleja belleza.

Pese a los síntomas que pueda llegar a tener una persona este no acude al médico odontólogo ya sea por factor tiempo, o dinero, lo cual esta persona llega a obtener la enfermedad.

La falta de cuidado y de información acerca de estas enfermedades lleva al desarrollo del proyecto denominado “Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Bucales Prevenibles para el Consultorio Dental Virgen de Remedios” que está basado en la metodología Buchanan, para la construcción del sistema experto se diseñó la base de conocimientos con la información proporcionada por el médico odontólogo, simulando el razonamiento que realiza el ser humano, además las incertidumbres son representadas a través de la lógica difusa, elaborando los conjuntos difusos de las preguntas que tienen varias respuestas posibles, las salidas que presentan son el diagnóstico y tratamiento en pacientes de 5 a 18 años de edad. En caso de que el paciente no tenga ningún síntoma existe un módulo de prevención de las enfermedades bucales.

Con una interfaz desarrollada de manera tal que el usuario pueda disponer de ella cuando sus necesidades específicas de diagnóstico requieran información, probando su funcionalidad con las normas ISO (ISO 9126).

Para el análisis de costo se emplea el modelo COCOMO, el mismo nos ayuda a estimar el esfuerzo, tiempo, gente y costos.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones para próximos adelantos.

SUMMARY

Preventable oral diseases are of great importance because if there is no precise care can have serious consequences, the mouth being a very important organ that has several functions, it is the entryway of food and connects with the digestive and respiratory systems. Also your care reflects beauty.

Despite the symptoms that a person may get, this person does not go to the dentist by either time factor, or money, which this person gets to get the disease.

The lack of care and information about these diseases leads to the development of the project called "Expert System for Diagnosis of Prevalent Oral Diseases for the Virgin Dental Clinic of Remedies" which is based on the Buchanan methodology, for the construction of the expert system. Designed the knowledge base with the information provided by the dentist, simulating the reasoning that the human being performs, in addition the uncertainties are represented through the fuzzy logic, elaborating the fuzzy sets of questions that have several possible answers, the exits Presented are diagnosis and treatment in patients 5 to 18 years of age.

In case the patient does not have any symptoms there is a module for the prevention of oral diseases. With an interface developed in such a way that the user can have it when their specific diagnostic needs require information, testing their functionality with ISO (ISO 9126) standards.

For the cost analysis the COCOMO model is used, it helps us to estimate the effort, time, people and costs.

Finally, the conclusions and recommendations for future developments are presented.

ÍNDICE

CAPÍTULO I

MARCO INTRODUCTORIO.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Antecedentes Institucionales	2
1.2.2. Antecedentes de Proyectos Similares	3
1.3. Planteamiento del Problema	4
1.3.1. Problema Central	4
1.3.2. Problemas Secundarios.....	4
1.4. Definición de Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo General.....	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Justificación.....	6
1.5.1. Justificación Económica.....	6
1.5.2. Justificación Social.....	6
1.5.3. Justificación Tecnológica	6
1.6. Alcances y Límites	7
1.6.1. Alcances	7
1.6.2. Límites	8
1.7. Aportes	8
1.7.1. Aporte Teórico.....	8
1.7.2. Aporte Práctico.....	8
1.8. Metodología.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	10
2.1. Introducción.....	10
2.2. Inteligencia Artificial.....	10

2.3. Sistemas Expertos.....	11
2.3.1 Arquitectura de un Sistema Experto.....	11
2.3.2. Ventajas e Inconvenientes de un Sistema Experto.....	14
2.3.2.1. Ventajas.....	14
2.3.2.2. Inconvenientes.....	15
2.4. Metodología Buchanan.....	15
2.4.1. Fases de la Metodología Buchanan.....	15
2.4.1.1. Fase de Identificación y Análisis.....	16
2.4.1.2. Fase de Conceptualización.....	16
2.4.1.3. Fase de Formalización.....	17
2.4.1.4. Fase de Implementación.....	17
2.4.1.5. Fase de Validación o Prueba.....	17
2.5. Lógica Difusa.....	18
2.5.1. ¿En qué situaciones es útil aplicar la lógica difusa?.....	18
2.5.2. Algunas aplicaciones de la lógica difusa.....	19
2.5.3. Teoría de conjuntos difusos.....	19
2.5.4. Conjuntos Clásicos.....	19
2.5.5. Conjuntos Difusos.....	20
2.5.6. Funciones de Pertenencia.....	20
2.5.7. El Controlador Difuso.....	21
2.5.8. Fusificación.....	22
2.5.9. Base de Conocimiento.....	22
2.5.10. Inferencia.....	22
2.5.11. Defusificación.....	23
2.6. Enfermedades Bucales Prevenibles.....	25
2.6.1. Higiene Bucodental.....	25
2.6.2. Tipos de Enfermedades Bucales.....	26
2.6.2.1. Caries.....	26

2.6.2.2. Gingivitis	28
2.6.2.3. Periodontitis.....	30
2.6.2.4. Halitosis.....	32
2.6.2.5. Maloclusión	34
CAPÍTULO III	
MARCO APLICATIVO	37
3.1. Introducción.....	37
3.2. Implementación de la Metodología Buchanan	38
3.2.1. Fase de Identificación y Análisis.....	38
3.2.2. Fase de Conceptualización	40
3.2.3. Fase de Formalización	42
3.2.3.1. Base de Conocimientos	43
3.2.3.2. Motor de Inferencia	45
3.2.3.3. Fusificación	45
3.2.3.4. Defusificación.....	55
3.2.4. Fase de Implementación	57
3.2.4.1. Descripción del Prototipo	57
3.2.5. Fase de Validación o Prueba	60
CAPÍTULO IV	
CALIDAD DE SOFTWARE	66
4.1. Introducción.....	66
4.2. Calidad de Software.....	66
4.3. Normas ISO	66
4.3.1. ISO 9126.....	67
4.3.1.1. Funcionalidad	67
4.3.1.2. Confiabilidad	70
4.3.1.3. Eficiencia.....	71
4.3.1.4. Usabilidad.....	71
4.3.1.5. Portabilidad.....	72

CAPÍTULO V

ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO	74
5.1. Introducción.....	74
5.2. Método de COCOMO	74
5.3. Costo de Oportunidades.....	78
5.3.1. El Costo es lo que Sacrificamos para Obtener Algo	78
5.3.2. Costo de oportunidad (Renuncia) Beneficio (Decisión).....	79
5.4. Análisis de Costos	79
5.4.1. Gastos de Construcción del Sistema.....	79
5.4.2. Gastos Operacionales	80
5.4.3. Costo de Inversión	80
5.4.4. Valor actual Neto (VAN)	81
5.5. Análisis de Beneficios	83
5.5.1. Tasa Interna de retorno (TIR).....	83
5.5.2. Criterio de decisión.....	84

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones	86
BIBLIOGRAFÍA	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Componentes del Sistema Experto.....	12
Figura 2. 2. Fases de la Metodología de Buchanan	16
Figura 2. 3. Ejemplo de Conjuntos Difusos.....	20
Figura 2. 4. Función de Transferencia para un Conjunto Difuso Triangular	21
Figura 2. 5. Función de Transferencia para un Conjunto Difuso Trapezoidal	21
Figura 2. 6. Estructura de un Modelo Difuso	22
Figura 2. 7. Regla Tipo Si-Entonces Mamdani	23
Figura 2. 8. Regla Tipo Si-Entonces Sugeno	23
Figura 2. 9. Método Promedio Máximo	24
Figura 2. 10. Caries	27
Figura 2. 11. Gingivitis.....	29
Figura 2. 12. Periodontitis	31
Figura 2. 13. Halitosis	33
Figura 2. 14. Maloclusión.....	35
Figura 3. 1. Proceso de Desarrollo del Sistema Propuesto.....	37
Figura 3. 2. Elementos del Sistema	39
Figura 3. 3. Estructura del Sistema Experto SEDEB-P	39
Figura 3. 4. Arquitectura de un Sistema de Producción.....	42
Figura 3. 5. Sensibilidad Dental	46
Figura 3. 6. Higiene Dental	47
Figura 3. 7. Diente Careado.....	48
Figura 3. 8. Problema Nutricional	49
Figura 3. 9. Ventana de Bienvenida	58
Figura 3. 10. Ventana de Menú	59
Figura 3. 11. Terminología de Caries.....	59
Figura 3. 12. Motivo de Consulta.....	60
Figura 3. 13. Preguntas para el Diagnóstico.....	60

Figura 3. 14. Motivo de Consulta.....	61
Figura 3. 15. Prevención.....	61
Figura 3. 16. Prevención de las Enfermedades.....	62
Figura 3. 17. Motivo de consulta.....	62
Figura 3. 18. Preguntas para el Diagnóstico.....	63
Figura 3. 19. Síntomas.....	63
Figura 3. 20. Diagnóstico de las Enfermedades Bucales Prevenibles	64
Figura 3. 21. Enfermedad No Determinada.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1. Tipos de Enfermedades Bucales Prevenibles	41
Tabla 3. 2. Síntomas de Enfermedades Bucales Prevenibles	42
Tabla 3. 3. Variables de Posibles Causas de las Enfermedades Bucales Prevenibles	45
Tabla 3. 4. Sensibilidad Dental.....	47
Tabla 3. 5. Higiene Dental.....	48
Tabla 3. 6. Diente Careado	49
Tabla 3. 7. Problema Nutricional.....	50
Tabla 4. 1. Factor de Ponderación	68
Tabla 4. 2. Características Generales del Software	69
Tabla 4. 3. Comprobación de Usabilidad	72
Tabla 4. 4. Calidad de Software	73
Tabla 5. 1. Valor para la Variable KDLC	75
Tabla 5. 2. Ecuaciones del Modelo Básico de COCOMO	77
Tabla 5. 3. Gastos de Construcción del Sistema.....	80
Tabla 5. 4. Gastos Operacionales	80
Tabla 5. 5. Costo de Inversión.....	81
Tabla 5. 6. Valor Actual Neto.....	82



CAPÍTULO I

Podrán fallecer mi cuerpo y mi espíritu, pero Dios fortalece mi corazón; él es mi herencia eterna.

Salmos 73:26

MARCO INTRODUCTORIO

1.1. Introducción

En la actualidad la tecnología va avanzando sin medida, por cual se hace necesario implementar sistemas de información, que estén dirigidos al fortalecimiento de las diferentes entidades para la toma de decisiones y acondicionarse lo mejor posible a las variaciones tecnológicas en continuo cambio.

La problemática de los sistemas expertos en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, es una de las más interesantes y abordadas en el campo de la Inteligencia Artificial, cobrando una elevada importancia en nuestros días haciendo posible su desarrollo más fácil y rápido a un bajo costo.

Técnicamente un Sistema Experto, contiene una base de conocimientos que incluye la experiencia acumulada de expertos humanos y un conjunto de reglas para aplicar ésta base de conocimientos en una situación particular que se le indica al programa. Cada vez el sistema mejora con adiciones a la base de conocimientos o al conjunto de reglas.

La calidad de la atención Odontológica brindada en los consultorios dentales y en los servicios de salud se han convertido actualmente en una necesidad para todo profesional en salud, así mismo cada médico odontólogo requiere de un diagnóstico automatizado que pueda ayudar tanto al paciente como al odontólogo en el tiempo y costo que se invierte en ellas. Cada odontólogo se preocupa por el cuidado de los dientes en sus pacientes, además que su cuidado refleja belleza. Las enfermedades bucales pueden afectar a los dientes y muelas, las encías, las mucosas, la lengua o los labios. Las principales y más frecuentes son infecciosas, es decir, producidas por bacterias, virus u hongos, aunque también las hay crónicas, como el cáncer de boca o las causadas por accidentes.

El funcionamiento adecuado de la boca es fundamental, ya que cualquier problema afecta de forma integral, impidiendo también una adecuada digestión y con ello la nutrición.

En el caso del consultorio dental “Virgen de Remedios” ubicado en la ciudad de El Alto, tiene la necesidad de utilizar todos los medios posibles que estén a su alcance, es por eso que se brinda para la aplicación de las herramientas, en el desarrollo de sistemas expertos que comprende amplio conocimiento específico a partir del campo de interés.

El sistema experto proporcionara un diagnóstico para la detección de las enfermedades bucales dando un tratamiento y prevención a dicha enfermedad.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes Institucionales

En este acápite se describirán los antecedentes del consultorio dental en cuanto a la información que se recabo.

El consultorio dental “Virgen de Remedios” atendida por el Doctor Javier Eloy Apaza Limachi, ubicado en la ciudad de El Alto, realiza sus funciones desde el 2013 hasta la fecha como cirujano dental en las especialidades de endodoncia, periodoncia, operatoria dental, prótesis dental, ortopedia y ortodoncia contando con todos los elementos que requiere un consultorio dental. Ejercitando así también sus conocimientos como protesista dental desde el año 2005 hasta la fecha.

El consultorio dental cuenta con un ambiente confortable para el paciente y el medico que transmite tranquilidad, además vale la pena describir que la atención dental puede darse en distintos ámbitos y a diversas personas que requieran de una atención por parte del odontólogo.

Así mismo el consultorio dental tiene registrado el historial de sus pacientes, en un cuaderno, donde esta detallado el nombre del paciente y el tipo de consulta que realiza, en caso de que sean pacientes que deban tener algún tratamiento el medico odontólogo

programa fechas en las que el paciente debe volver al consultorio para su próxima revisión, las cuentas se muestran solamente en la factura donde se muestra el detalle de consulta para su respectiva cancelación del tipo de consulta.

1.2.2. Antecedentes de Proyectos Similares

Por lo que se toma como referencia en algunos sistemas de información en el área de la medicina que ayudan a dar el diagnóstico y tratamiento de alguna enfermedad determinada se puede mencionar las siguientes tesis.

“Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de la fiebre reumática”, realizado por Choquehuanca Alanoca Carla Daniela, UMSA Carrera de Informática en el año 2015, es un trabajo de tesis donde se ha desarrollado la simulación del sistema experto, el mismo que servirá de apoyo a los profesionales de la salud y niños que padecen de fiebre Reumática permitiendo realizar el diagnóstico y tratamiento sugerido de la enfermedad, la construcción de la simulación del sistema experto fue desarrollado en Visual Basic 6.0 y se diseñan los casos de prueba que permiten verificar los resultados obtenidos por el experto humano Dr. Eugenio Coca considerándose a niños entre 5 a 15 años que hayan asistido a consulta médica en el hospital Japonés en la ciudad de El Alto.

Entre otras de las tesis consultadas se tiene el “Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades reumáticas del tejido conectivo basado en lógica difusa” desarrollado por Cinthya de la Rosa Mecía Rojas, UMSA Carrera de Informática en el año 2015, que tiene como objetivo Desarrollar un Sistema experto para mejorar el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades reumáticas del tejido conectivo, la metodología empleada método científico, método para el desarrollo que se maneja es el método Buchanan, utilizando la herramienta para el prototipo SWI PROLOG utilizado para aplicaciones web semántica.

Por último la tesis de grado “Sistema Experto para la detección y tratamiento oportuno de la hernia de disco”, efectuado por Ramos Velasquez Griselda Isabel, UMSA Carrera de

Informática en la gestión 2014, que pretende implementar un prototipo del sistema experto para el diagnóstico de la HD para pacientes que tengan 30 a 50 años de edad, su implementación se realiza en lenguaje de programación SWI-Prolog aplicando lógica difusa en la interpretación de conocimiento.

Cada uno de las tesis mencionados anteriormente surgen de la necesidad de dar un diagnóstico concreto para el paciente que lo solicita, además de dar algún tratamiento al tipo de enfermedad que pueda padecer el paciente, en los trabajos mencionados cada uno utiliza diversas herramientas, con la metodología Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento.

1.3. Planteamiento del Problema

1.3.1. Problema Central

A continuación se realizará una descripción de la situación problemática del presente proyecto.

¿Cómo ayudar al odontólogo del consultorio dental Virgen de Remedios a diagnosticar las enfermedades bucales prevenibles?

1.3.2. Problemas Secundarios

De esta lista se determinaron relaciones de causa efecto y se diseñó un árbol de problemas (Véase Anexo A).

- La falta de educación e información en cuanto al diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades bucales, incrementa una cantidad de pacientes.
- Las personas no tienen hábitos para visitar al médico odontólogo para una revisión general de sus dientes, lo cual causa que estas personas puedan padecer alguna enfermedad.

- Falta de tiempo del médico odontólogo para atender a todos los pacientes en espera, lo que causa inquietud en el paciente por falta de algún diagnóstico que se le pueda proporcionar.
- Desconcierto de los pacientes con respecto a los tipos de enfermedades bucales prevenibles, lo que ocasiona errores al buscar al especialista adecuado.
- Costo elevado de consulta al médico odontólogo, por lo que los pacientes dejan el tratamiento que se les indicó.

1.4. Definición de Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema experto para diagnosticar y brindar un tratamiento de las enfermedades bucales prevenibles para el consultorio dental Virgen de Remedios.

1.4.2. Objetivos Específicos

Se da a conocer los objetivos específicos que se desean lograr en el presente proyecto, diseñando el respectivo árbol de objetivos (Véase Anexo B).

- Brindar información sobre los tipos de enfermedades bucales prevenibles que existen
- Desarrollar una interfaz que permita comunicarse con el usuario de manera entendible y confiable, para que el paciente pueda consultar en cualquier momento que visite el consultorio dental.
- Reducir la demora de espera de los pacientes hacia el médico odontólogo
- Orientar a los pacientes sobre qué tipo de tratamiento debe seguir con respecto a la enfermedad que pueda tener

- Facilitar a los pacientes un diagnóstico adecuado para reducir los gastos, brindándole información sobre el tratamiento que debe seguir

1.5. Justificación

1.5.1. Justificación Económica

El sistema experto proporcionara un diagnóstico preciso de cada paciente que visite el consultorio, lo cual ahorrara el tiempo en la emisión de dicho diagnóstico, asimismo el odontólogo obtendrá más ganancias por cada atención que realice.

También reducirá los gastos económicos en las familias dándoles información adecuada según el diagnóstico que presenten, previniéndoles sobre algún tipo de enfermedad que puedan padecer.

1.5.2. Justificación Social

El sistema experto no solo ayudara al médico odontólogo sino también a todos los pacientes que ingresen al consultorio, proporcionándoles información precisa y coherente de los tipos de enfermedades bucales que existen además de su prevención y tratamiento que deban de seguir. Así pues para cada paciente se dará un diagnóstico de acuerdo a las preguntas que deban responder al sistema de manera automatizada, siendo la misma manejable y confiable.

También se puede considerar como una herramienta de apoyo para estudiantes de odontología, convirtiéndose en una fuente de información no solamente para los estudiantes odontólogos sino también para los padres con respecto a las enfermedades bucales.

1.5.3. Justificación Tecnológica

El sistema experto que se desarrollara para el consultorio dental incrementara herramientas tecnológicas el cual es imprescindible para la agilización de flujos de información, proporcionando comodidad ambiental en el trabajo diario que se desempeña en el consultorio.

El sistema pretende implementar la tecnología de la informática, que esta adecuado en un gran porcentaje del diario vivir dentro de las entidades no solamente instituciones sino también consultorios médicos.

La construcción de un sistema experto para el área de la medicina en general, tiene su importancia debido a que se considera en una herramienta de gran ayuda que brinda información coherente y que obtiene un diagnóstico satisfactorio para cada uno de los pacientes evaluados.

1.6. Alcances y Límites

1.6.1. Alcances

El presente proyecto de grado estará centrado en la implementación de un sistema experto que brindara un diagnóstico para cada uno de los pacientes evaluados.

- ✓ El sistema experto se basara en hechos y conocimientos que estará centrado en las enfermedades bucales prevenibles
- ✓ El sistema experto será desarrollado por módulos para diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades bucales prevenibles.
- ✓ El sistema experto mostrara el tipo de enfermedad que pueda tener de acuerdo a las respuestas que realicen los pacientes
- ✓ Se mostrara una lista de resultados para el respectivo tratamiento de la enfermedad
- ✓ Mediante resultados óptimos para aquellos pacientes que no sufren de ninguna enfermedad bucal, se mostrara un cuadro donde indique las formas de prevención de dichas enfermedades
- ✓ El sistema experto estará basado en pacientes de 5 a 18 años de edad para la evaluación de la enfermedad.

1.6.2. Límites

A continuación se muestra los respectivos límites del sistema:

- ✓ El sistema experto no mostrara resultados de medicamentos que deba tomar el paciente.
- ✓ No mostrara reporte de otras enfermedades que no traten del área odontológico dentro de las enfermedades bucales.
- ✓ No presentara preferencias de pacientes en el momento de la revisión.
- ✓ No mostrara sobre los costos o gastos que deba cancelar el paciente por la consulta que se realice.
- ✓ No garantiza que el sistema pueda optimizar a que las personas puedan acudir constantemente al consultorio dental.

1.7. Aportes

1.7.1. Aporte Teórico

El aporte teórico tiene como propósito de aportar a la investigación e implementación de sistemas expertos que permitan aproximarse adecuadamente a las pretensiones en las áreas de la medicina, mediante la metodología Buchanan para el desarrollo del sistema y la lógica difusa.

1.7.2. Aporte Práctico

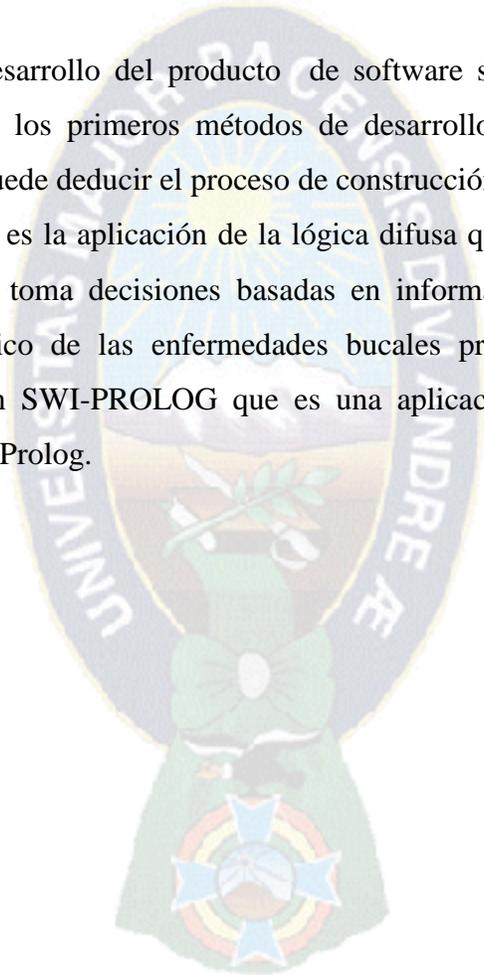
El principal aporte es el desarrollo de un software basado en hechos y conocimientos que contribuirá con el diagnóstico y el tratamiento detallado que deba seguir el paciente será de gran beneficio para el consultorio en cuanto al tiempo que pueda emplear con cada paciente, mejorando y brindando nuevas herramientas que faciliten el trabajo de manera eficiente y confiable, pero siempre con la revisión del experto humano.

1.8. Metodología

La elaboración del presente proyecto de grado estará basado en una serie de métodos y herramientas de análisis para el desarrollo de software, entre estos esta el método científico.

En la fase de conceptualización y análisis de la problemática se emplea la observación y recopilación de datos (entrevistas, cuestionarios y otros) lo que da como producto el marco lógico.

Posteriormente para el desarrollo del producto de software se utilizará la metodología Buchanan que es uno de los primeros métodos de desarrollo estructurado de sistemas inteligentes de la que se puede deducir el proceso de construcción de un sistema experto. La técnica que será utilizada, es la aplicación de la lógica difusa que es una metodología que imita, como una persona toma decisiones basadas en información dada por el sistema experto para el diagnóstico de las enfermedades bucales prevenibles, se maneja el lenguaje de programación SWI-PROLOG que es una aplicación de código abierto del lenguaje de programación Prolog.





CAPÍTULO II

Si quieres triunfar, no te quedes mirando la escalera.
Empieza a subir, escalón por escalón, hasta que llegues
arriba.

Anónimo

MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción

En el presente capítulo se proporcionará al lector una idea más clara acerca de la definición, estructura y funcionamiento de los Sistemas Expertos, se describirá lo que es la lógica difusa, en que situación y ámbitos se aplica.

Posteriormente se definirá sobre la metodología utilizada para este proyecto en este caso la metodología Buchanan con las fases que compone.

Por último, se mencionará sobre las enfermedades bucales prevenibles, sobre las causas, los síntomas y el tratamiento que debe seguir. Con el marco teórico se podrá comprender el desarrollo del proyecto que se detalla más adelante.

2.2. Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial es la rama de la ciencia que se encarga del estudio de la inteligencia en elementos artificiales y, desde el punto de vista de la ingeniería, propone la creación de elementos que posean un comportamiento inteligente. Dicho de otra forma, la Inteligencia Artificial pretende construir sistemas y máquinas que presenten un comportamiento que si fuera llevado a cabo por una persona, se diría que es inteligente.

Además en ella intervienen disciplinas tan variadas como la Neurociencia, la Psicología, las Tecnologías de la Información, la Ciencia Cognitiva, la Física, las Matemáticas, etc.

Se considera que el origen de la IA se remonta a los intentos del hombre desde la antigüedad por incrementar sus potencialidades físicas e intelectuales, creando artefactos con automatismos y simulando la forma y las habilidades de los seres humanos.

Por otro lado, la rama científica de la IA se puede definir como “el estudio del comportamiento inteligente, siendo su fin conseguir una teoría de la inteligencia que explique la conducta que se produce en seres de natural inteligentes, y que guíe la creación de entes artificiales capaces de alcanzar dicho proceder inteligente”

Las técnicas clásicas, desde el punto de vista tecnológico han tenido un relativo éxito, y sus productos (Sistemas Expertos, Sistemas Basados en el Conocimiento, etc.) se usan ampliamente. (Brañas, 2007)

En el ámbito de las ciencias de computación se denomina como inteligencia artificial a la facultad de razonamiento que ostenta un agente que no está vivo, tal es el caso de un robot, por citar uno de los ejemplos más populares, y que le fue conferida gracias al diseño y desarrollo de diversos procesos gestados por los seres humanos. (Brambila, 2016)

2.3. Sistemas Expertos

Sistemas expertos, rama de la Inteligencia Artificial, es un sistema de información basado en el conocimiento, que usa su conocimiento de un área de aplicación compleja y específica a fin de actuar como un consultor experto para los usuarios finales. Los sistemas expertos proporcionan respuestas sobre un área problemática muy específica al hacer inferencias semejantes a las humanas sobre los conocimientos obtenidos en una base de conocimientos especializados.

Podemos decir que un Sistema Experto es una Base de Conocimientos (BC), una Base de Hechos (BH) y un Motor (o Máquina) de Inferencias (MI). Por otra parte estos sistemas no se miden por la cantidad de instrucciones o programas sino por la cantidad de reglas que hay contenida en su Base de Conocimientos. (Scarabino, 2000)

2.3.1 Arquitectura de un Sistema Experto

Dentro de los desarrollos conocidos sobre Sistemas Expertos existen varias arquitecturas posibles, todas ellas tienen los siguientes componentes en común:

- Base de Conocimientos (BC)
- Base de datos (BD)
- Motor de Inferencia (MI)
- Trazador de Explicaciones (TE)
- Trazador de Consultas (TC)

- Memoria de Trabajo (MT)
- Manejador de Comunicación (MC)

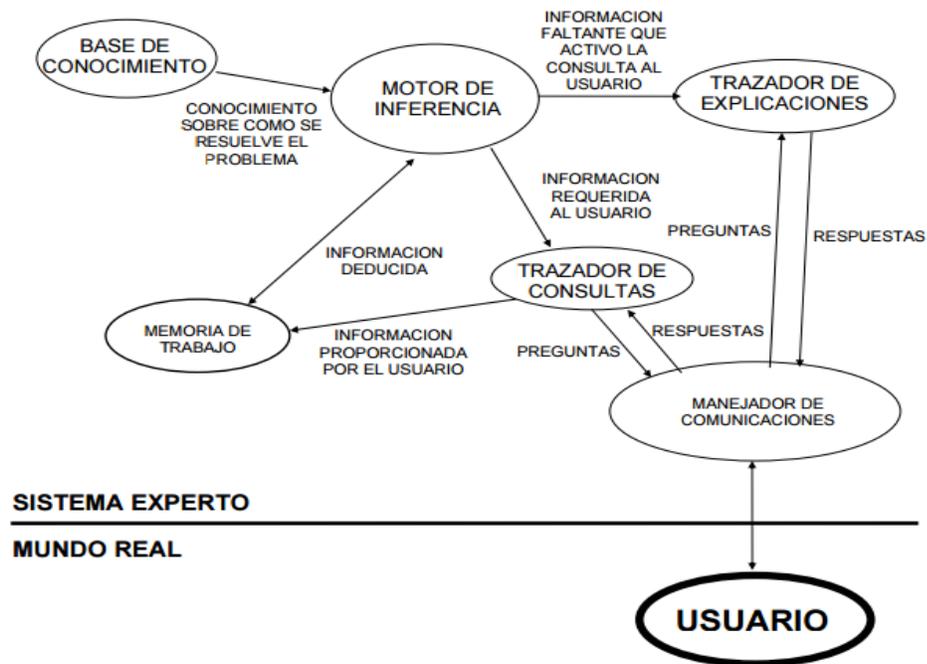


Figura 2. 1. Componentes del Sistema Experto
Fuente: García, 2004

-**Base de Conocimiento** contiene el conocimiento que el sistema experto maneja, es decir, una formulación simbólica, automáticamente manipulable, del área de conocimiento sobre el cual el sistema es experto. La construcción de la Base de Conocimiento es un punto crucial en el desarrollo del sistema experto, ya que este será tan bueno como aquella, un error en su diseño lleva directamente al mal funcionamiento del sistema experto. La función de la Base de Conocimiento es suministrar al Motor de Inferencia, información sobre la naturaleza del problema a resolver.

-**Memoria de Trabajo** es una base de datos temporal, en la cual el motor de inferencia deja información deducida a partir de la Base de Conocimiento y de la Memoria de Trabajo.

-Motor de Inferencia activa las reglas en función de la información contenida en la Base de Datos y la Memoria de Trabajo, la nueva información es puesta en la Memoria de Trabajo. También se encarga de proporcionar al Trazador de Explicaciones, las reglas que motivaron una determinada consulta al usuario. El Motor de Inferencia puede trabajar bajo dos principios: Universo cerrado o Universo abierto. El principio de Universo Cerrado establece que toda información necesaria está contenida en el sistema y en consecuencia lo que no puede demostrarse como verdadero lo supone falso (en este contexto no es necesario el Trazador de consultas y el Trazador de Explicaciones justifica las conclusiones únicamente). Bajo este principio la Base de Datos no puede ser vacía. El principio de Universo Abierto establece que la información necesaria que no está contenida en el sistema, está fuera de él y en consecuencia se comunica con el usuario. Bajo este principio la Base de Datos puede ser vacía.

-Trazador de Consultas organiza y presenta en una forma semántica y sintácticamente aceptable para el usuario, los requerimientos de información del sistema, las respuestas suministradas por el usuario serán asentadas en la Memoria de Trabajo. El Trazador de Explicaciones interpreta requerimientos del usuario sobre el porqué de determinadas preguntas por parte del sistema, trazando la justificación de las mismas, esta traza se realiza utilizando información que le suministra el Motor de Inferencia.

-Manejador de Comunicaciones tiene las siguientes funciones:

Derivar la información inicial que suministra el usuario hacia la Memoria de Trabajo.

Interpretar los mensajes del usuario que pueden ser:

Respuestas del usuario a una pregunta formulada por el sistema.

Solicitud de una explicación a partir de consulta del sistema.

Un resumen gráfico de las interrelaciones entre cada uno de los componentes mencionados son las indicadas en el siguiente esquema: (García, 2004)

2.3.2. Ventajas e Inconvenientes de un Sistema Experto

2.3.2.1. Ventajas

- Los conocimientos de un sistema experto pueden ser copiados y almacenados fácilmente, siendo muy difícil la pérdida de éstos.
- Un sistema experto puede resolver problemas muy complejos o de muchos datos, puede llegar a la solución fácilmente así proporcionando una ayuda para los humanos, mientras que un humano podría equivocarse en la resolución del problema.
- Un sistema experto puede trabajar en áreas o entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
- Pueden tener una vida de servicio ilimitada. Funciones incrementadas de otros sistemas expertos. La integración de un sistema experto con otros sistemas expertos hacen que estos últimos se vuelvan más eficientes, los sistemas integrados abarcan más aplicaciones, trabajan más rápido y producen resultados de mayor calidad.
- Otra ventaja de los sistemas expertos sobre los humanos es que el experto computarizado siempre está a pleno rendimiento. Cuando un humano se cansa, la exactitud de sus consejos puede decaer. Sin embargo, el experto computarizado siempre proporcionará las mejores opiniones posibles dentro de las limitaciones de sus conocimientos.
- Una última ventaja de un sistema experto está en que después de que un experto computarizado exista, usted puede crear un nuevo experto simplemente copiando el programa de una máquina a otra. Un humano necesita mucho tiempo para convertirse en un especialista en ciertos campos, lo que hace difícil que puedan aparecer nuevos especialistas humanos.

2.3.2.2. Inconvenientes

- Tienen una noción muy limitada acerca del contexto de problema, los sistemas expertos no pueden percibir todas las cosas que un experto humano puede apreciar de una situación.
- La Creatividad: los humanos pueden responder creativamente a situaciones inusuales, los sistemas expertos no pueden.
- Experiencia Sensorial: los humanos tienen un amplio rango de disponibilidad de experiencia sensorial. Y los sistemas expertos actualmente dependen de una entrada simbólica.
- Degradación: los sistemas expertos no son bueno para reconocer cuando no existen respuestas o cuando los problemas están fuera de su área.
- Perspectiva global: Un experto humano es capaz de distinguir cuales son las cuestiones relevantes de un problema y separarlas de cuestiones secundarias.
- Lenguaje natural: Con un experto humano podemos mantener una conversación informal mientras que con un SE no podemos (Gómez, 2016)

2.4. Metodología Buchanan

Al igual que para desarrollar un sistema de información convencional existen varias metodologías de desarrollo como la Ingeniería de la Información, tendencias estructuradas y orientadas a objetos, así existen varias metodologías para desarrollar un sistema experto.

La metodología Buchanan es uno de los primeros métodos de desarrollo estructurado de sistemas inteligentes de la que se puede deducir el proceso de construcción de un sistema experto. (Badaro, 2013)

2.4.1. Fases de la Metodología Buchanan

Se divide en cinco fases: identificación, conceptualización, formalización, implementación y prueba, como se muestra en la figura 2.2.

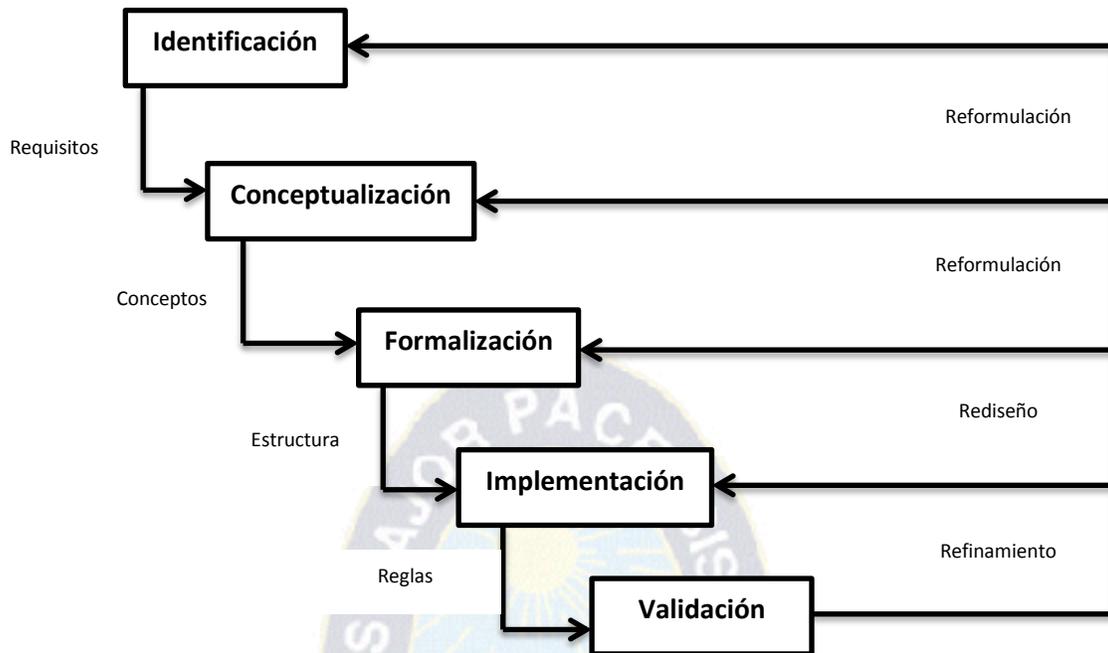


Figura 2. 2. Fases de la Metodología de Buchanan
Fuente: Climent, 2013

2.4.1.1. Fase de Identificación y Análisis

Se definirá el problema que se trata de resolver, identificando claramente los objetivos que se persiguen y los medios de los que se dispone. Durante esta fase se formula una descripción preliminar del problema, que será revisada por el experto, sugiriendo los cambios que considere oportunos. El ingeniero modificará su descripción preliminar con los cambios sugeridos, presentándola de nuevo al experto para que sugiera nuevos cambios, así sucesivamente hasta que ambos lleguen al convencimiento de que la descripción del problema es la adecuada.

2.4.1.2. Fase de Conceptualización

Se definen los conceptos que permiten una representación adecuada del conocimiento identificando todos los elementos necesarios para la solución del problema. Estos elementos son: conceptos, relaciones, procedimientos, reglas de inferencia, heurísticas, etc.

2.4.1.3. Fase de Formalización

Se deben plasmar las relaciones entre todas las variables, de entrada, intermedias y la variable objetivo final, de una manera acorde con la herramienta que se va a utilizar. En el supuesto de un sistema experto basado en reglas el ingeniero del conocimiento debe desarrollar un conjunto de reglas hasta que representen el conocimiento del experto adecuadamente, creando el llamado “diagrama de dependencias” en el cual figuran todas las variables relevantes y las relaciones de dependencia entre ellas.

2.4.1.4. Fase de Implementación

El ingeniero del conocimiento plasma el conocimiento formalizado en la etapa anterior en el ordenador utilizando las herramientas y técnicas especificadas, para ello se requiere:

- Contenido: vendrá dado por el conocimiento que se ha explicitado en la etapa de formalización en el diagrama de dependencias.
- Forma: vendrá dada por el lenguaje y herramienta elegida para el desarrollo del sistema.
- Integración: comprende combinar y reorganizar diversas partes del conocimiento para eliminar desajustes globales entre estructuras de datos y reglas o especificaciones de control.

2.4.1.5. Fase de Validación o Prueba

En ella se somete el modelo construido a distintas pruebas para poder validar el sistema creado; se estudian las soluciones y la forma de llegar a ellas en el caso de que se produzcan incongruencias. Durante este proceso es posible que sea necesario volver atrás para añadir reglas o eliminar otras que se demuestre que son innecesarias. En esta fase se pueden descubrir problemas o errores tales como:

- Falta de conceptos y relaciones.
- Nivel de representación del conocimiento inadecuado.

- Mecanismos de control difíciles de manejar.

Estos problemas, pueden forzar a los diseñadores del sistema a volver a fases previas para: · Reformular conceptos.

- Refinar las reglas de inferencia.
- Revisar el flujo de control.

Una vez construido el sistema experto propiamente dicho y comprobado su correcto funcionamiento, se debe construir el interfaz de usuario. Dado que el usuario final del sistema va a ser una persona que, por lo general, no tiene conocimientos profundos de informática ni de sistemas expertos. (Climent, 2013)

2.5. Lógica Difusa

La lógica difusa es una lógica alternativa a la lógica clásica que pretende introducir un grado de vaguedad en las cosas que evalúa. El razonamiento humano con frecuencia actúa con este tipo de información. La lógica difusa fue diseñada precisamente para imitar el comportamiento del ser humano.

La lógica difusa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkeley. Surgió como una herramienta importante para el control de sistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos.

La lógica difusa en comparación con la lógica convencional permite trabajar con información que no es exacta para poder definir evaluaciones convencionales, contrario con la lógica tradicional que permite trabajar con información definida y precisa.

2.5.1. ¿En qué situaciones es útil aplicar la lógica difusa?

La lógica difusa se puede aplicar en procesos demasiado complejos, cuando no existe un modelo de solución simple o un modelo matemático preciso. Es útil también cuando se necesite usar el conocimiento de un experto que utiliza conceptos ambiguos o imprecisos.

De la misma manera se puede aplicar cuando ciertas partes de un sistema a controlar son desconocidas y no pueden medirse de forma confiable y cuando el ajuste de una variable puede producir el desajuste de otras.

2.5.2. Algunas aplicaciones de la lógica difusa

Actualmente la lógica difusa tiene un sin número de aplicaciones en nuestra vida cotidiana de alguna u otra manera, pero en ocasiones no nos percatamos. La lógica difusa se ha desarrollado en diferentes áreas y a continuación se mencionan algunas:

- Control de sistemas: Control de tráfico, control de vehículos, control de compuertas en plantas hidroeléctricas, centrales térmicas, control en máquinas lavadoras, control de metros (mejora de su conducción, precisión en las paradas y ahorro de energía), ascensores.
- Predicción de terremotos, optimización de horarios.
- Reconocimiento de patrones y Visión por ordenador: Seguimiento de objetos con cámara, reconocimiento de escritura manuscrita, reconocimiento de objetos.
- Sistemas de información o conocimiento: Bases de datos, sistemas expertos

2.5.3. Teoría de conjuntos difusos

La lógica difusa permite tratar con información que no es exacta o con un alto grado de imprecisión a diferencia de la lógica convencional la cual trabaja con información precisa.

2.5.4. Conjuntos Clásicos

Los conjuntos clásicos surgen por la necesidad del ser humano de clasificar objetos y conceptos. Estos conjuntos pueden definirse como un conjunto bien definido de elementos o mediante una función de pertenencia μ que toma valores de 0 ó 1 de un universo en discurso para todos los elementos que pueden o no pertenecer al conjunto.

Un conjunto clásico se puede definir con la función de pertenencia mostrada en la ecuación

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \notin A \\ 1 & \text{si } x \in A \end{cases}$$

2.5.5. Conjuntos Difusos

La necesidad de trabajar con conjuntos difusos surge del hecho que existen conceptos que no tienen límites claros. Un conjunto difuso se encuentra asociado por un valor lingüístico que está definido por una palabra, etiqueta lingüística o adjetivo. En los conjuntos difusos la función de pertenencia puede tomar valores del intervalo entre 0 y 1, y la transición del valor entre cero y uno es gradual y no cambia de manera instantánea como pasa con los conjuntos clásicos. Un conjunto difuso en un universo en discurso puede definirse como lo muestra la ecuación.

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

Donde $\mu_A(x)$ es la función de pertenencia de la variable x , y U es el universo en discurso.

Cuando más cerca este la pertenencia del conjunto A al valor de 1, mayor será la pertenencia de la variable x al conjunto A .

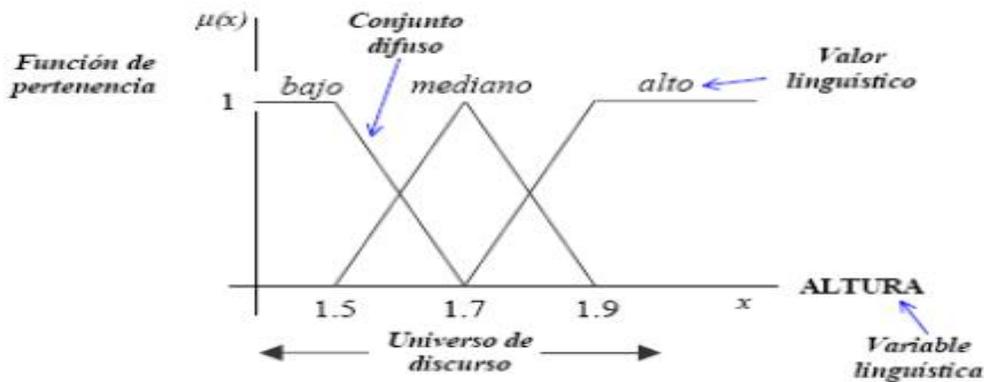


Figura 2. 3. Ejemplo de Conjuntos Difusos
Fuente: Ramírez, 2008

2.5.6. Funciones de Pertenencia

Aun cuando cualquier función puede ser válida para definir un conjunto difuso, existen ciertas funciones que son más comúnmente utilizadas por su simplicidad matemática, entre

éstas se encuentran las funciones de tipo triangular, mostrado en la figura 2.4., trapezoidal mostrado en la figura 2.5., gaussiana, etc.

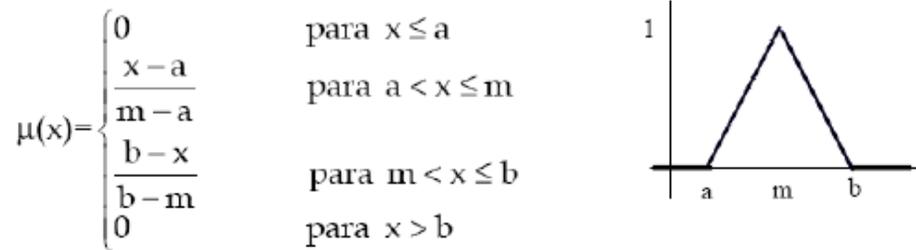


Figura 2. 4. Función de Transferencia para un Conjunto Difuso Triangular
Fuente: Ramírez, 2008

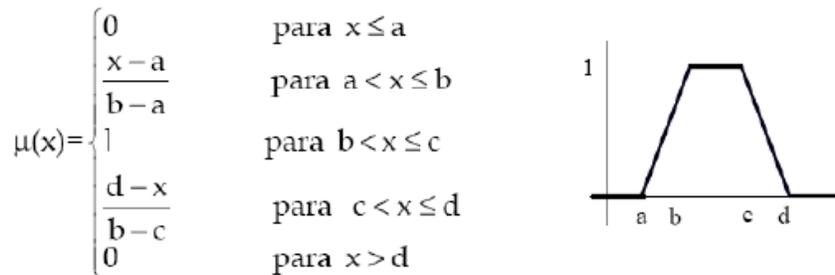


Figura 2. 5. Función de Transferencia para un Conjunto Difuso Trapezoidal
Fuente: Ramírez, 2008

2.5.7. El Controlador Difuso

La lógica difusa se aplica principalmente en sistemas de control difuso que utilizan expresiones ambiguas para formular reglas que controlen el sistema. Estos usan el conocimiento experto para generar una base de conocimientos que dará al sistema la capacidad de tomar decisiones sobre ciertas acciones que se presentan en su funcionamiento.

Los sistemas de control difuso permiten describir un conjunto de reglas que utilizaría una persona para controlar un proceso y a partir de estas reglas generar acciones de control. El control difuso puede aplicarse tanto en sistemas muy sencillos como en sistemas cuyos

modelos matemáticos sean muy complejos. La estructura de un controlador difuso se muestra en la figura 2.6.

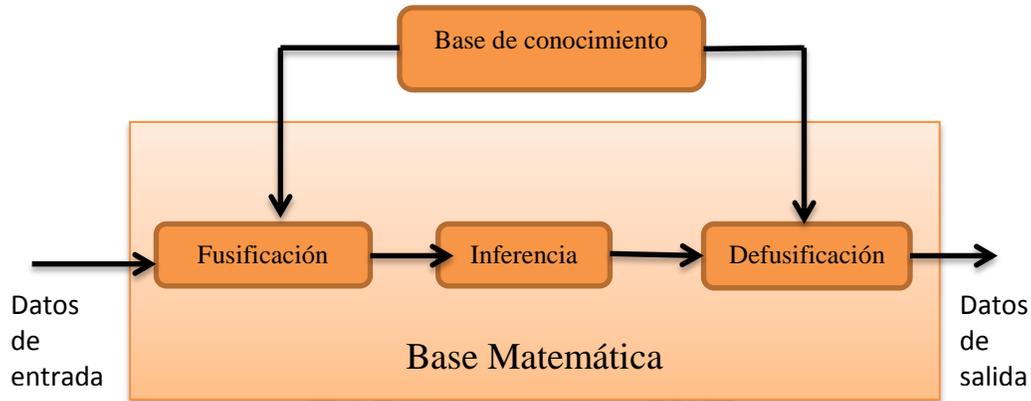


Figura 2. 6. Estructura de un Modelo Difuso
Fuente: Ramírez, 2008

2.5.8. Fusificación

La fusificación tiene como objetivo convertir valores *crisp* o valores reales en valores difusos. En la fusificación se asignan grados de pertenencia a cada una de las variables de entrada con relación a los conjuntos difusos previamente definidos utilizando las funciones de pertenencia asociadas a los conjuntos difusos

2.5.9. Base de Conocimiento

La base de conocimiento contiene el conocimiento asociado con el dominio de la aplicación y los objetivos del control. En esta etapa se deben definir las reglas lingüísticas de control que realizarán la toma de decisiones que decidirán la forma en la que debe actuar el sistema.

2.5.10. Inferencia

La inferencia relaciona los conjuntos difusos de entrada y salida para representar las reglas que definirán el sistema. En la inferencia se utiliza la información de la base de conocimiento para generar reglas mediante el uso de condiciones.

Existen diferentes métodos de inferencia, los más comunes son los de Mamdani y Takagi-Sugeno-Kang.

El método Mamdani utiliza reglas tipo si-entonces (if-else). Una regla de la base de reglas o base de conocimiento tiene dos partes, el antecedente y la conclusión como se observa en la figura 2.7. En un sistema difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas están dados por expresiones lingüísticas.

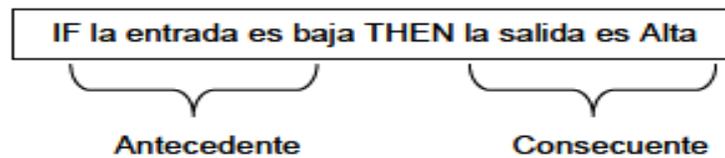


Figura 2. 7. Regla Tipo Si-Entonces Mamdani
Fuente: Ramírez, 2008

Las reglas de la base de conocimiento de un sistema Sugeno son diferentes a las de los sistemas Mamdani pues el consecuente de estas reglas ya no es una etiqueta lingüística sino que es una función de la entrada que tenga el sistema en un momento dado.



Figura 2. 8. Regla Tipo Si-Entonces Sugeno
Fuente: Ramírez, 2008

En los sistemas difusos tipo Sugeno, los valores que arrojan los consecuentes de las diferentes reglas que se han activado en un momento determinado ya son valores numéricos por lo que no se necesita una etapa de defusificación.

2.5.11. Defusificación

La defusificación realiza el proceso de adecuar los valores difusos generados en la inferencia en valores *crisp*, que posteriormente se utilizarán en el proceso de control. En la

defusificación se utilizan métodos matemáticos simples como el método del Centroide, Método del Promedio Ponderado y Método de Membresía del Medio del Máximo.

Método promedio máximo: es el más simple. En la figura 2.7 el máximo grado de membresía abarca desde el valor de $x = 43$ hasta $x = 55$. El promedio es 49, este es el valor de salida de la defusificación por el método del promedio máximo, y está dado por la ecuación:

$$\text{Método promedio máximo} = \frac{x_{max_1} + x_{max_2}}{2}$$

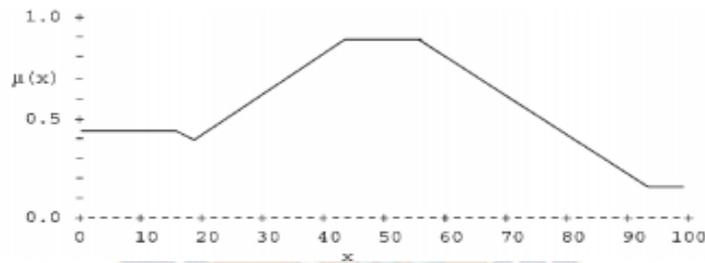


Figura 2. 9. Método Promedio Máximo
Fuente: Ramírez, 2008

Método promedio ponderado: En la figura 2.9 tenemos dos máximos de $x=0$ a $x= 15$ con un grado de membresía de $\mu_1= 0.42$ y el segundo de $x=43$ a $x= 55$ con un grado de membresía de $\mu_2= 0.88$. Tomamos el promedio de los dos máximos, cada uno con su grado de membresía y se suman los productos, y se divide esta suma con la suma de las membresías, para este caso el valor de salida de defusificación sería 35.6 y si tenemos n máximos locales la ecuación general es:

$$\sum_{i=1}^n \frac{(x_{max_i} * \mu(x_{max_i}))}{\sum \mu(x_{max_i})}$$

Dónde:

n= número de máximos

x_{max} = valor de x del máximo

$\mu(x_{max})$ = es el valor de pertenencia del máximo

Método de Singleton, derivado del centro de masa, en el cual se obtiene las abscisas de los puntos del centro de gravedad para cada regla válida. El valor de salida es obtenido por la media ponderada, con la relación a los grados de pertenencia de estos valores. (Ramírez, 2008).

2.6. Enfermedades Bucales Prevenibles

La baja asignación de recursos para abordar las enfermedades bucales prevenibles y evitables, y la desarticulación entre los niveles de atención y la escasez de recursos humanos son las causas más frecuentes de la desatención de la población en este ámbito, y las que más contribuyen al aumento de la vulnerabilidad de los sectores sociales más desfavorecidos. El hecho de que la mayoría de los tratamientos dentales son dolorosos y traumáticos por lo que un gran número de personas, aun en la actualidad, al recibir algún tipo de estos tratamientos es percibido como una experiencia agónica. La expectación, inquietud, ansiedad y miedo que ocasiona no solo el tratamiento en sí; lo que trae como consecuencia que gran parte de la población no acuda a este especialista en el momento adecuado ni con la frecuencia requerida.

La boca es una de las partes más importantes del cuerpo. Cualquier problema que le afecte puede dificultarle comer, beber o hasta sonreír. El patrón de enfermedad bucalmente se debe principalmente a los estilos de vida cambiantes, que incluyen las dietas ricas en azúcares, el uso generalizado de tabaco y el aumento del consumo del alcohol. (Bordoni, 2009)

2.6.1. Higiene Bucodental

La Higiene Oral proporciona una boca que luce y huele saludablemente, esto significa que sus dientes están limpios y no hay restos de alimentos. La higiene bucal tiene como objetivo eliminar la placa dental, que está formada por masas invisibles de gérmenes

dañinos que se encuentran en la boca y se pegan a los dientes. Algunos tipos de placa causan las caries dentales y otras enfermedades de las encías.

Los cuidados necesarios para una buena higiene oral dependen de cada paciente, por ello también existe multitud de armas preventivas para combatir la placa bacteriana y el desarrollo de la caries, pero si hay una pauta común el objetivo es eliminar los restos de alimentos que puedan ser sustrato para la misma.

Una buena higiene bucodental debería establecerse mediante la adopción de cuatro hábitos: El cepillado, la limpieza con hilo dental, el enjuague y la visita periódica al dentista y al higienista dental. También es importante el control de la ingesta de determinados alimentos, especialmente aquellos que tienen un alto potencial cariogénico, sobre todo los azúcares, como la sacarosa o la glucosa. (Orthofami, 2016).

2.6.2. Tipos de Enfermedades Bucales

Los problemas y enfermedades odonto-estomatológicas más frecuentes debido a una incorrecta o insuficiente higiene bucodental son:

2.6.2.1. Caries

La caries dental es un trastorno común, suele aparecer en los niños y en los adultos jóvenes, pero puede afectar a cualquier persona. Es una causa común de pérdida de los dientes en las personas más jóvenes.

Si la caries no se trata a tiempo, habrá problemas para comer adecuadamente porque produce dolor, y este también puede afectar el sueño. Además las infecciones de la boca (la caries es una infección en el diente), pueden dañar al resto del organismo.

Las bacterias se encuentran normalmente en la boca. Estas bacterias convierten los alimentos, especialmente los azúcares y almidones, en ácidos. Las bacterias, el ácido, los pedazos de comida y la saliva se combinan en la boca para formar una sustancia pegajosa llamada placa que se adhiere a los dientes. Es más común en los molares posteriores, justo

encima de la línea de la encía en todos los dientes y en los bordes de las obturaciones. La placa que no se elimina de los dientes se convierte en una sustancia llamada sarro o cálculo. (Bader,2014).



Figura 2. 10. Caries
Fuente: Bader, 2014

a) Síntomas y Causas

Puede no haber síntomas, pero si se presentan, pueden abarcar:

- Dolor de muela o sensación dolorosa en los dientes, sobre todo después de consumir bebidas o alimentos dulces, fríos o calientes
- Hoyuelos o agujeros visibles en los dientes
- Incapacidad para morder con los dientes
- Sensibilidad dental

b) Tratamiento

Una vez que se forma la caries, no se cura por sí sola, es necesario acudir al dentista, que determinará qué tratamiento es el más adecuado según su estado de desarrollo. Cuanto más tiempo pase, mayor ataque habrá sufrido el diente y mayor deberá ser la intervención del dentista.

Por lo tanto, es mejor poner remedio lo antes posible para mantener la salud dental.

El tratamiento puede ayudar a impedir que el daño a los dientes lleve a caries dentales.

El tratamiento puede involucrar:

- Obturaciones
- Coronas
- Tratamiento de conductos

2.6.2.2. Gingivitis

Es una inflamación de las encías - es la etapa inicial de la enfermedad de las encías y la más fácil de tratar. La causa directa de la gingivitis es la placa: una película suave, pegajosa y sin color formada por bacterias, que se deposita constantemente sobre los dientes y encías.

Si el cepillado y el uso diario del hilo dental no eliminan la placa, la misma produce toxinas (venenos) que irritan el tejido gingival, causando gingivitis.

En esta primera etapa de la enfermedad, el daño puede revertirse, ya que el hueso y el tejido conectivo que sostienen los dientes en su lugar todavía no han sido afectados. Sin embargo, si se deja sin tratamiento, la gingivitis puede transformarse en periodontitis y provocar daños permanentes a sus dientes y mandíbula.

Los siguientes factores aumentan el riesgo de padecer gingivitis:

- Ciertas infecciones y enfermedades en todo el cuerpo (sistémicas)
- Mala higiene dental
- Embarazo (los cambios hormonales aumentan la sensibilidad de las encías)
- Diabetes no controlada
- Los dientes mal alineados, los bordes ásperos de las obturaciones y la aparatología oral mal colocada o contaminada (como correctores dentales, prótesis, puentes y coronas)
- El uso de ciertos medicamentos como fenitoína, bismuto y algunas píldoras anticonceptivas



Figura 2. 11. Gingivitis
Fuente: Amsterdam, 2014

a) Síntomas y Causas

- Sangrado de las encías (sangre en el cepillo de dientes incluso con un cepillado suave)
- Apariencia roja brillante o roja púrpura de las encías
- Encías que son sensibles al tacto, pero por lo demás indoloras
- Úlceras bucales
- Encías inflamadas

b) Tratamiento

El objetivo es reducir la inflamación.

El odontólogo o el higienista oral le harán una limpieza de los dientes. Ellos pueden emplear diversos instrumentos para aflojar y remover los depósitos de los dientes.

Es necesaria una higiene oral cuidadosa después de una limpieza dental profesional. El odontólogo o el higienista oral le mostrarán a usted cómo cepillarse y usar la seda dental.

El odontólogo puede recomendar:

- Hacerse una limpieza dental profesional, además del cepillado y uso de la seda dental dos veces al año o con más frecuencia para casos graves de enfermedad periodontal.
- El uso de enjuagues bucales antibacterianos u otro tipo de ayudas.
- La reparación de los dientes desalineados.
- El reemplazo de los aparatos dentales y ortodóncicos.

De la misma manera, se debe hacer el tratamiento de cualquier otra enfermedad o afección conexas.

2.6.2.3. Periodontitis

Se define como una enfermedad inflamatoria de los tejidos de soporte de los dientes causada por microorganismos que producen la destrucción progresiva del ligamento periodontal, es una infección progresiva de las encías y pérdida del hueso alrededor del diente, lo que provoca que el desprendimiento de las piezas dentales.

La mayoría de los casos es consecuencia de la acumulación prolongada de placa bacteriana y sarro en los dientes. Sus síntomas principales son: enrojecimiento intenso de la encía, inflamación sin dolor y sangrado leve al comer o durante el cepillado.

La gingivitis ha evolucionado a periodontitis. Es un proceso lento, que muchas veces pasa desapercibido y sin dolor alguno.

En caso de periodontitis, las encías están inflamadas y enrojecidas, con posible sangrado, pus (supuración) o secreción. Las encías pueden retroceder y ya no están firmemente adheridas a los dientes, que a su vez se mueven.

Como se puede ver en la figura 2.12.



Figura 2. 12. Periodontitis
Fuente: Amsterdam, 2014

a) Síntomas y Causas

- Mal aliento
- Encías que presentan un color rojo brillante o rojo púrpuro
- Encías que tienen aspecto brillante
- Encías que sangran con facilidad (presencia de sangre en el cepillo de dientes, incluso si el cepillado se hace con suavidad)
- Encías que pueden ser sensibles al tacto, pero por lo demás no duelen
- Dientes flojos
- Encías inflamadas

b) Tratamiento

El objetivo del tratamiento es reducir la inflamación, eliminar las "bolsas" en las encías y tratar cualquier causa subyacente de la enfermedad periodontal.

Se deben reparar las superficies ásperas de los dientes o los aparatos dentales.

Los pacientes con periodontitis deben hacerse una limpieza dental profesional cada tres meses.

La cirugía puede ser necesaria. Es posible que se requiera abrir y limpiar las bolsas profundas en las encías y brindar soporte a los dientes flojos. Asimismo, es probable que el

odontólogo tenga que extraer uno o varios dientes, de manera tal que el problema no empeore y se propague a los dientes adyacentes.

Es de importancia suprema para la progresión de la enfermedad periodontal antes que cause daño adicional a los tejidos de la encía y a la quijada. El dentista examinará la boca entera para determinar y comprobar el progreso de la enfermedad.

2.6.2.4. Halitosis

La Halitosis, también conocida como mal aliento, se define como el conjunto de olores desagradables que se emiten por la boca.

Se considera un problema de carácter social relacionado con una higiene bucal deficiente o con enfermedades de la cavidad oral, aunque en ocasiones puede ser una manifestación de alguna otra patología.

La Halitosis es difícil de diagnosticar, ya que es improbable que uno mismo detecte su propio mal aliento. En algunos casos el mal aliento simplemente se sospecha. Ante la duda, se recomienda consultar el tema con alguna persona de confianza, quien podrá detectar con mayor facilidad la presencia de mal aliento.

Desde el punto de vista asistencial, la ayuda de un profesional del área odontológica puede contribuir en el diagnóstico.

En la exploración de un paciente con Halitosis se involucran aspectos fundamentales, como el estado de salud general junto con el estilo de vida (costumbres y hábitos), también la situación oral y sus hábitos de higiene. Un gran número de personas sufren de “aliento matinal” provocado por un flujo salival reducido durante el sueño que hace que los ácidos y otros restos alimenticios se descompongan en la cavidad bucal, mostrando en la figura 2.13.



Figura 2. 13. Halitosis
Fuente: Dowshen, 2014

a) Síntomas y Causas

- Enfermedad periodontal, caries.
- Higiene oral deficiente, la falta de eliminación de biofilm oral (placa bacteriana), provoca el crecimiento bacteriano. Los lugares donde se suelen acumular las bacterias son la lengua, espacios interproximales, área subgingival, abscesos. La lengua es la localización de mayor predominio de las bacterias anaerobias en la boca.
- Causas ulcerativas: úlceras traumáticas, infecciosas, estomatitis.
- Faringe: infecciones víricas, bacterianas o fúngicas.
- Necrosis por radioterapia y quimioterapia en pacientes con neoplasias.
- Las causas de la Halitosis extra oral podrían ser: nasales (sinusitis), enfermedades digestivas, enfermedades respiratorias, enfermedades sistémicas (diabetes mellitus mal controlada, infección renal, disfunción hepática, Síndrome de Sjögren, artritis reumatoide, etc.).

b) Tratamiento

- Evite los alimentos que causan mal aliento
- Cepille profundamente y de manera correcta sus dientes por lo menos dos veces al día.

- Realice una limpieza con hilo dental para retirar la placa bacteriana y restos de alimentos.
- Use enjuague bucal para una protección antibacterial prolongada, una duradera sensación de limpieza y frescura en su boca.
- Si usa prótesis removibles, retírelas todas las noches y límpielas minuciosamente antes de volver a colocárselas.
- Visite a su dentista periódicamente para realizarse revisiones y limpiezas dentales.

2.6.2.5. Maloclusión

Se refiere al mal alineamiento de los dientes o a la forma en que los dientes superiores e inferiores encajan entre sí. La mayoría de las personas tienen algún grado de maloclusión, si bien normalmente no es lo suficientemente seria para requerir tratamiento. Aquellas que tienen maloclusiones más severas pueden requerir tratamiento de ortodoncia para corregir el problema. La corrección de maloclusiones reduce el riesgo de pérdida de piezas y puede ayudar a aliviar presiones excesivas en la articulación temporomandibular. (Hernández, 2012).

a) Clases de Maloclusión

Clase I: Es la que se considera la mordida normal y correcta, y se produce cuando el canino superior se sitúa por detrás del canino inferior.

Clase II: La arcada superior está adelantada con respecto a la arcada inferior a nivel canino y molar, por lo que se genera un resalte aumentado (la distancia entre los dientes de arriba y los dientes de abajo es de más de 1-2 milímetros).

Clase III: La arcada inferior se encuentra adelantada con respecto a la superior por causa esquelética o dentaria, por lo que se produce un resalte invertido. Mostrando en la figura 2.14



Figura 2. 14. Maloclusión
Fuente: Bratos, 2015

b) Síntomas y Causas

- Herencia (Patrón hereditario de los padres).
- Defectos congénitos (Paladar hendido, tortícolis, disostosis craneofacial, parálisis cerebral, sífilis, etc).
- Prenatal (Trauma, dieta materna, metabolismo materna, varicela).
- Postnatal (Lesión en el nacimiento, parálisis cerebral, lesión de la articulación temporomandibular, etc).
- Problemas nutricionales (Desnutrición)
- Lactancia anormal (postura anterior del maxilar inferior, lactancia no fisiológica, presión bucal excesiva, etc)
- Chuparse los dedos
- Hábitos con la lengua y chuparse la lengua
- Morderse el labio y las uñas
- Postura
- Trauma y accidentes
- Caries

c) Tratamiento

Cuando hablamos de maloclusión, la edad más temprana para realizar el tratamiento será la más idónea, ya que siempre será más sencillo corregir un problema de mordida cuando la mandíbula aún se encuentra en su fase de crecimiento.

Corrección con ortodoncia, exclusivamente con un especialista en ortodoncia, puede corregir cualquier tipo de mal oclusión dental, devolviendo la estética dental y de sonrisa, como la función.





CAPÍTULO III

Saber no es suficiente, tenemos que aplicarlo.
Tener voluntad no es suficiente, tenemos que implementarla.

Johann W. Von Goethe

MARCO APLICATIVO

3.1. Introducción

Para el diseño y construcción del sistema experto, se implementara la metodología Buchanan la cual está dividida por fases, además se realiza la aplicación de conjuntos difusos para representar algunos conocimientos inciertos para así poder construir la base de conocimientos. El desarrollo de un Sistema Experto se basa en la construcción de la base de conocimiento, el diseño de motor de inferencia y la aplicación de lógica difusa para tratar los datos adquiridos. Así también se hizo la recopilación de información de libros, artículos, revistas entre otros, para el apoyo en la elaboración del sistema experto.

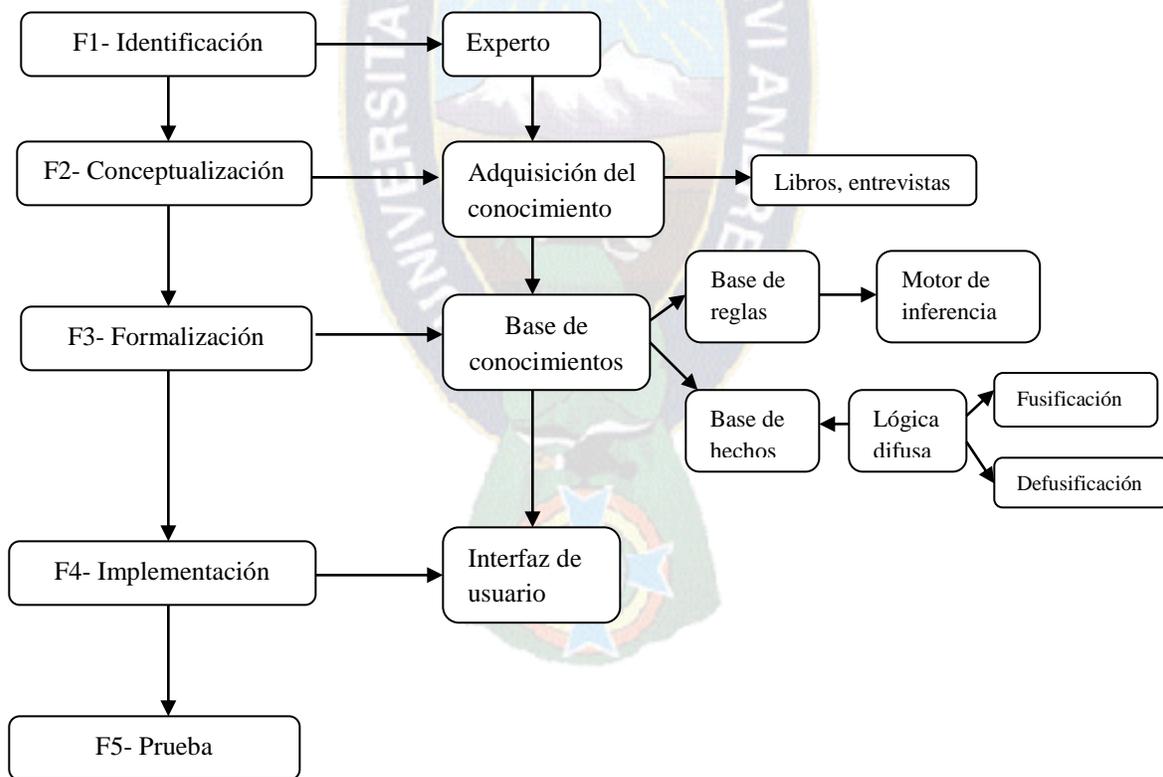


Figura 3. 1. Proceso de Desarrollo del Sistema Propuesto
Fuente: Elaboración Propia

Los sistemas expertos se pueden considerar simultáneamente como un medio de ejecución y transmisión del conocimiento. Por ello, se usan sistemas expertos para gestionar proyectos de desarrollo, planes de producción de fábricas, estrategia militar y configuración de complejos sistemas informáticos, entre otros.

El interfaz de usuario permite que el usuario pueda describir el problema al sistema experto. Es decir, posibilita que la respuesta proporcionada por el sistema sea inteligible para el interesado. También puede solicitar más información si le es necesaria al sistema experto.

3.2. Implementación de la Metodología Buchanan

La metodología Buchanan está dividida por fases, las cuales debe cumplir para el desarrollo del sistema experto para el diagnóstico de enfermedades bucales prevenibles.

3.2.1. Fase de Identificación y Análisis

En esta fase se identifica al experto humano, en este caso al médico odontólogo, con experiencia en tratamientos dentales para cada paciente que ingrese al consultorio, identificación del ingeniero de conocimientos, quien es encargado de la construcción del sistema experto (programación). Por último el usuario (paciente) que es un elemento de referencia para el estudio.

El odontólogo, aporta todo su conocimiento acerca de las enfermedades bucales prevenibles, y como es la atención para cada paciente.

El ingeniero de conocimientos, está encargado de elaborar las preguntas en base a los conocimientos que son dados por el experto.

El paciente está encargado en proporcionar ideas para la aplicación del sistema experto. Debido a la falta de conocimiento del paciente sobre los tipos de enfermedades bucales prevenibles, se propone desarrollar un sistema experto que sirva de apoyo al médico odontólogo para que de un diagnóstico de la enfermedad que pueda padecer el paciente,

evitando así un avance de la enfermedad proporcionándole sobre qué tipo de tratamiento debe seguir.

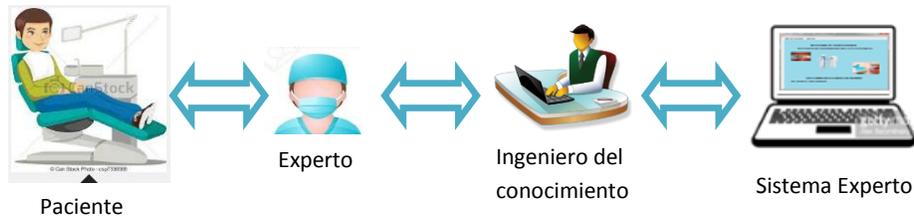


Figura 3. 2. Elementos del Sistema
Fuente: Elaboración Propia

La arquitectura de un sistema experto está formado por tres elementos: Base de Hechos, Base de Reglas o producciones los cuales forman la base de conocimiento, el diseño del motor de inferencia y la aplicación de lógica difusa para tratar los datos que en este caso presentan incertidumbre. La arquitectura propuesta para el sistema experto SEDEB-P se muestra en la Figura 3.3.

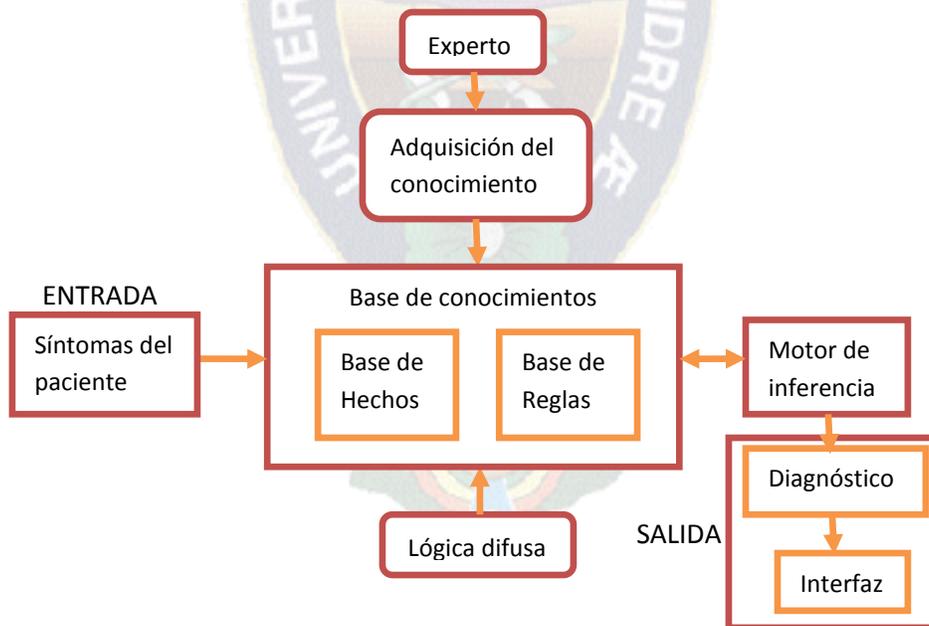


Figura 3. 3. Estructura del Sistema Experto SEDEB-P
Fuente: Elaboración Propia

Siendo las entradas los síntomas que llega a presentar el paciente, la base de conocimiento se construye con el aporte del odontólogo, la representación del conocimiento permite describir los hechos que ocurren y las reglas utilizadas en el proceso de diagnóstico, en esta se usan las reglas de inferencia para inferir las inserciones, además las incertidumbres son representadas a través de la lógica difusa, para la elaboración de los conjuntos difusos de las preguntas que tienen varias respuestas posibles, también se presenta la lógica clásica que nos permite evaluar las preguntas hechas al paciente de cada síntoma, de los cuales la respuesta es Sí o No. Las salidas son el diagnóstico y tratamiento que resulta en función a los datos de entrada, la base de conocimiento y el motor de inferencia. Por último la interfaz de usuario es el mecanismo que permite la comunicación entre el usuario y el sistema experto.

3.2.2. Fase de Conceptualización

En esta fase se definirán los conceptos adecuados para la adquisición del sistema experto, obteniendo información precisa y coherente dado por el medico odontólogo, apoyado en libros, revistas entre otros acerca de las enfermedades bucales prevenibles.

La salud bucodental, es fundamental para gozar de una buena salud y una buena calidad de vida, la boca es uno de los órganos más importantes del cuerpo humano, pues todos los nutrientes que requiere nuestro cuerpo son ingeridos por medio de ésta. Las enfermedades bucales suelen ser muy molestas y aunque parezca innecesario hay que realizar revisiones periódicas.

Tipos de enfermedades bucales prevenibles que se tomaran en cuenta para el presente proyecto.

ENFERMEDAD	CARACTERÍSTICA
Caries	Es una causa común de pérdida de los dientes en las personas más jóvenes.
Gingivitis	La causa directa una película suave, pegajosa y sin color formada

	por bacterias, que se deposita constantemente sobre los dientes y encías.
Periodontitis	Es una infección progresiva de las encías y pérdida del hueso alrededor del diente, lo que provoca que el desprendimiento de las piezas dentales.
Halitosis	Se define como el conjunto de olores desagradables que se emiten por la boca.
Maloclusión	Se refiere al mal alineamiento de los dientes o a la forma en que los dientes superiores e inferiores encajan entre sí.

Tabla 3. 1. Tipos de Enfermedades Bucles Prevenibles
Fuente: Elaboración Propia

Para cada una de las enfermedades bucales prevenibles se presentan síntomas y/o causas de cada enfermedad, que se muestran en la Tabla 3.2.

ENFERMEDAD	SÍNTOMAS
Caries	Dolor de muela o sensación dolorosa en los dientes, sobre todo después de consumir bebidas o alimentos dulces, fríos o calientes, causando sensibilidad en los dientes, también pueden presentar hoyuelos o agujeros visibles en los dientes.
Gingivitis	Sangrado de las encías en el momento del cepillado de dientes, apariencia roja brillante de las encías, también son sensibles al tacto y en algunos casos llega a inflamarse.
Periodontitis	Encías que presentan un color rojo brillante, mal aliento además sangran con facilidad al cepillarse, tienden a que los dientes puedan caerse, inflamación de las encías.

Halitosis	La halitosis puede ser causa por la enfermedad periodontal, caries, causada también por una mala higiene bucal o pueden provenir de otras enfermedades sistémicas (diabetes mellitus mal controlada, infección renal, disfunción hepática entre otros) que pueda padecer el paciente.
Maloclusión	La causa de la maloclusión pasa por muchos factores los que pueden ser: <ul style="list-style-type: none"> • Herencia • Defectos congénitos • Prenatal y Posnatal • Lactancia anormal

Tabla 3. 2. Síntomas de Enfermedades Bucales Prevenibles
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3. Fase de Formalización

En esta etapa se plasma la relación entre todas las variables existentes con el fin de expresar los conocimientos de los problemas, para adquirir una respuesta por medio del computador.

La arquitectura de un sistema de producción está formado por tres elementos: Base de Hechos, Base de Reglas o producciones los cuales forman la base de conocimiento, y una estrategia de control.

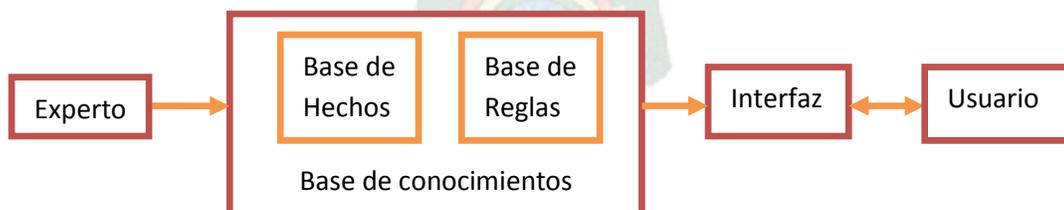


Figura 3. 4. Arquitectura de un Sistema de Producción
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.1. Base de Conocimientos

La construcción de la Base de Conocimiento es un punto decisivo en el desarrollo del sistema experto, un error en su diseño lleva directamente al mal funcionamiento del sistema experto. La función de la Base de Conocimiento es suministrar al Motor de Inferencia, información sobre la naturaleza del problema a resolver.

La base de conocimiento es una base de datos que posee información, se refiere a afirmaciones de validez general, tales como reglas específicas sobre una materia o un tema determinado. Para el diagnóstico de las enfermedades bucales prevenibles, el odontólogo, los síntomas, los tipos de enfermedades y los tratamientos, forman parte del conocimiento.

a) Variables de la Base del Conocimiento

Las variables de entrada identificadas para la realización del sistema experto son los síntomas, las causas que presenta cada paciente, para luego ser procesada para dar una respuesta que en este caso será el diagnóstico de la enfermedad bucal prevenible.

Las siguientes variables son consideradas para el sistema experto:

N°	Variable lingüística	Descripción	Rango/valor lingüístico
1	SD	Sensibilidad dental	Bajo (0 - 3) Medio (3 - 6) Alto (6 - 10)
2	DD	Dolor en los dientes al consumir alimentos	Si, No
3	DL	Dolor al ingerir líquidos fríos o calientes	Si, No
4	HD	Hoyuelos o agujeros visibles en	Si, No

		los dientes	
5	IM	Incapacidad para morder con los dientes	Si, No
6	SE	Sangrado de las encías	Si, No
7	ER	Encías rojas o grandes	Si, No
8	PD	Padece de diabetes	Si, No
9	PU	Padece de ulcera en las encías	Si, No
10	DM	Dientes mal alineados	Si, No
11	DF	Dientes flojos	Si, No
12	MA	Mal aliento	Si, No
13	IE	Inflamación de las encías	Si, No
14	DC	Diente careado	Bajo (0 - 3) Medio (3 - 6) Alto (6 - 10)
15	BH	Higiene dental	Bajo (0 - 3) Medio (3 - 6) Alto (6 - 10)
16	IV	Infecciones víricas	Si, No
17	AO	Alimentos de olor fuerte	Si, No
18	PN	Problema nutricional	Bajo (0 - 3) Medio (3 - 6) Alto (6 - 10)
19	HCH	Habito de chuparse los dedos	Si, No
20	LA	Lactancia anormal	Si, No

21	HF	Herencia familiar	Si, No
22	AC	Accidente	Si, No

Tabla 3. 3. Variables de Posibles Causas de las Enfermedades Bucales Prevenibles
Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.2. Motor de Inferencia

El motor de inferencia es el componente de un sistema experto que controla la ejecución por medio de la selección de reglas y hechos. Es también conocido con el nombre de estructura de control e interpretador de reglas. Este componente tiene acceso directo a la base de conocimiento la cual utiliza para realizar el proceso difuso. El bloque difusor se encarga de convertir las entradas en conjuntos difusos, apoyando a un conjunto de reglas. Cada una de las variables de entrada tiene una representación dentro de la lógica difusa en forma de variables lingüísticas y cada una de estas representando por un conjunto difuso.

3.2.3.3. Fusificación

Transforma las variables de entrada en variables difusas adecuada a los síntomas. Para ello se deben tener los rangos de las variables de entrada y los conjuntos asociados con sus respectivas funciones de pertenencia. Formalizamos, las variables lingüísticas con el uso de la lógica difusa, de los cuales si la respuesta es Si o No, deben estar representadas por una función de pertenencia donde se evalúa las respuestas.

a) Definición de Conjuntos Difusos de las Variables Lingüísticas

Los conjuntos borrosos son una extensión de los clásicos, donde se añade una función de pertenencia, definida esta como un número real entre 0 y 1.

Existen variables de entrada y de salida que no son precisas, donde las funciones de pertenencia adecuada a cada síntoma de la enfermedad, tienen una respuesta que es “Si o No”, deben estar representadas por una función de pertenencia donde se evalúa las respuestas.

A continuación se presenta los conjuntos difusos para ver cómo trabajan las variables lingüísticas cada variable representa un conjunto difuso con una escala de 0 – 10, y cada conjunto tiene tres subconjuntos difusos los cuales son:

Evaluación general de los síntomas y causas de las enfermedades bucales prevenibles.

- Bajo con un rango de 0 – 3
- Medio con un rango de 3 – 6
- Alto con un rango de 6 – 10

A continuación se definen los conjuntos difusos y funciones de pertenencia para cada una de las variables lingüísticas difusa, siendo estas variables conjuntos no clásicos pues estas variables llegan una escala según el criterio del síntoma.

i) Sensibilidad Dental

Dolor dental intenso y transitorio causado por la exposición de la dentina, parte interna del diente al medio oral y que aparece tras el contacto estímulo externo: alimentos o bebidas frías o calientes, acidas, dulces, entre otros.

Su conjunto difuso y función de pertenencia se pueden ver en la Figura 3.5. y Tabla 3.4 respectivamente.

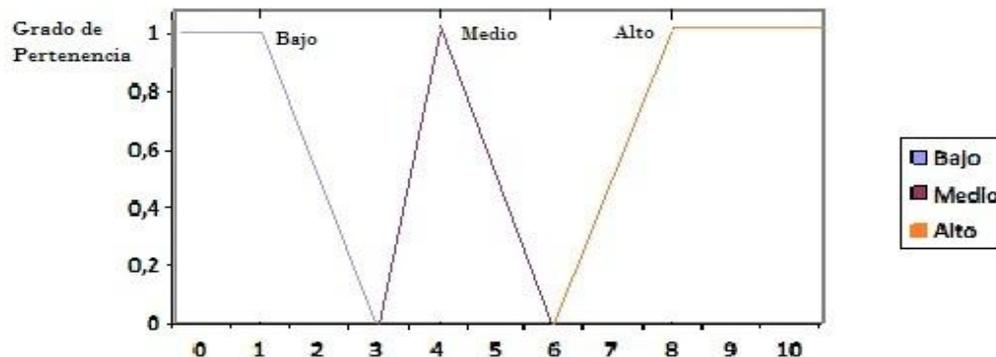


Figura 3. 5. Sensibilidad Dental
Fuente: Elaboración Propia

$\text{Bajo } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x > 3 \\ \frac{3-x}{3-1} & \text{si } 1 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{si } x < 1 \end{cases}$	$\text{Medio } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{4-3} & \text{si } 3 < x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4} & \text{si } 4 < x < 6 \\ 0 & \text{si } x \geq 6 \end{cases}$	$\text{Alto } x = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6} & \text{si } 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & \text{si } x < 6 \end{cases}$
---	---	---

Tabla 3. 4. Sensibilidad Dental
Fuente: Elaboración Propia

ii) Higiene Dental

Los problemas y enfermedades odonto-estomatológicas más frecuentes debido a una incorrecta o insuficiente higiene bucal o dental son: Desarrollo excesivo de de placa bacteriana, formación de sarro, halitosis, caries, gingivitis y periodontitis.

Una buena higiene bucal debería establecerse mediante la adopción de cuatro hábitos: El cepillado, la limpieza con hilo dentales enjuague y la visita periódica al dentista, también es importante el control de la ingesta de determinados alimentos.

Su conjunto difuso y función de pertenencia se pueden ver en la Figura 3.6 y Tabla 3.5 respectivamente.

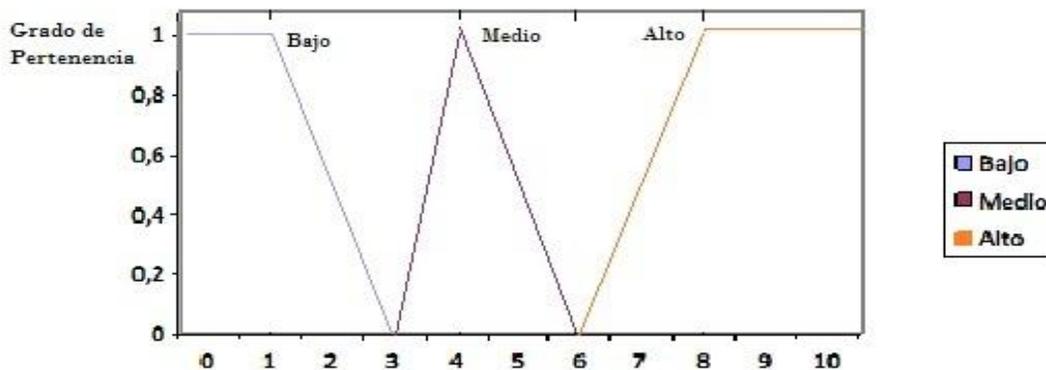


Figura 3. 6. Higiene Dental
Fuente: Elaboración Propia

$\text{Bajo } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x > 3 \\ \frac{3-x}{3-1} & \text{si } 1 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{si } x < 1 \end{cases}$	$\text{Medio } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{4-3} & \text{si } 3 < x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4} & \text{si } 4 < x < 6 \\ 0 & \text{si } x \geq 6 \end{cases}$	$\text{Alto } x = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6} & \text{si } 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & \text{si } x < 6 \end{cases}$
---	---	---

Tabla 3. 5. Higiene Dental
Fuente: Elaboración Propia

iii) Diente Careado

La caries dental afecta a numerosos pacientes, en caso de que este en la fase inicial de la enfermedad será suficiente con llevar a cabo una obturación dental.

Las bacterias fabrican ese ácido a partir de los restos de alimentos de la dieta que se les quedan expuestos. La destrucción química dental se asocia a la ingesta de azúcares y ácidos contenidos en bebidas y alimentos.

Su conjunto difuso y función de pertenencia se pueden ver en la Figura 3.7 y Tabla 3.6 respectivamente.

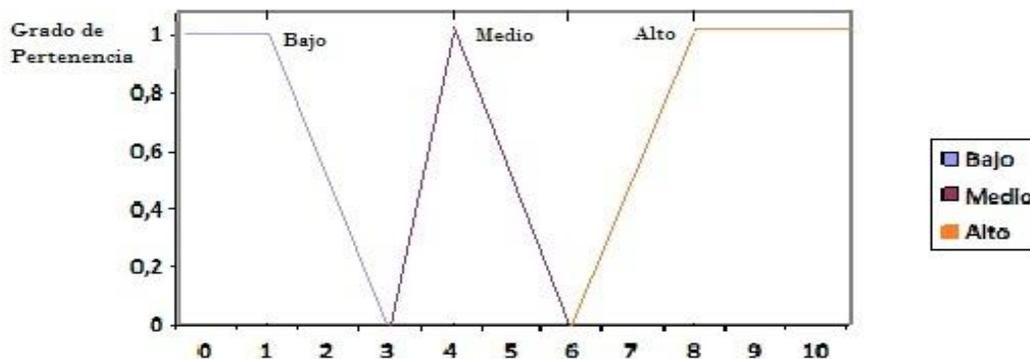


Figura 3. 7. Diente Careado
Fuente: Elaboración Propia

$\text{Bajo } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x > 3 \\ \frac{3-x}{3-1} & \text{si } 1 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{si } x < 1 \end{cases}$	$\text{Medio } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{4-3} & \text{si } 3 < x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4} & \text{si } 4 < x < 6 \\ 0 & \text{si } x \geq 6 \end{cases}$	$\text{Alto } x = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6} & \text{si } 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & \text{si } x < 6 \end{cases}$
---	---	---

Tabla 3. 6. Diente Careado
Fuente: Elaboración Propia

iv) Problema Nutricional

La desnutrición infantil y la anemia por deficiencia de hierro son muy elevadas en las poblaciones. Los problemas de mal nutrición (alimentación inadecuada por excesos o déficit de ingesta de alimentos) aumentan cada vez y no se le enmarca solamente en los problemas de bajo peso o desnutrición sino también presenta problemas en los dientes ya que puede producir una mal formación de los dientes, así también el problema nutricional puede manifestarse en el mal aliento.

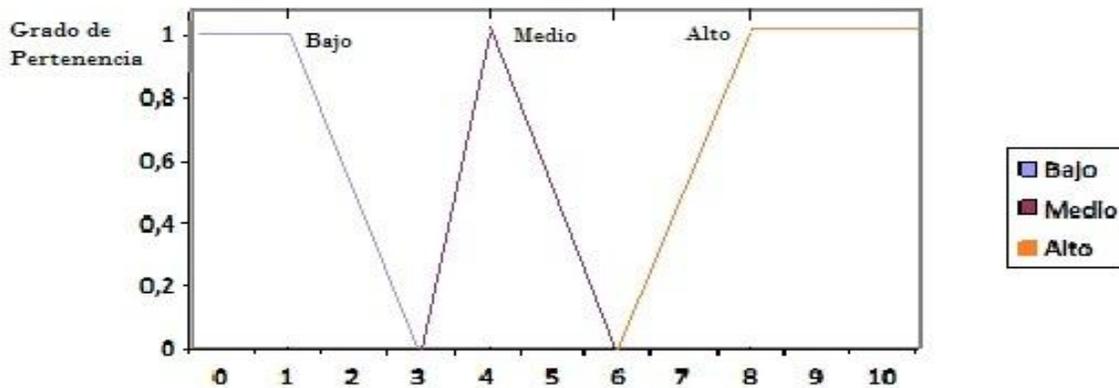


Figura 3. 8. Problema Nutricional
Fuente: Elaboración Propia

$\text{Bajo } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x > 3 \\ \frac{3-x}{3-1} & \text{si } 1 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{si } x < 1 \end{cases}$	$\text{Medio } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{4-3} & \text{si } 3 < x \leq 4 \\ \frac{6-x}{6-4} & \text{si } 4 < x < 6 \\ 0 & \text{si } x \geq 6 \end{cases}$	$\text{Alto } x = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 8 \\ \frac{x-6}{8-6} & \text{si } 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & \text{si } x < 8 \end{cases}$
---	---	---

Tabla 3. 7. Problema Nutricional
Fuente: Elaboración Propia

b) Base de Hechos

Contiene los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante una consulta con el sistema experto, la base de hechos trata únicamente de los datos de cada paciente en cuanto a los síntomas que pueda presentar. En dicha consulta el usuario introduce la información del problema actual en la base de hechos, el sistema empareja esta información con el conocimiento disponible en la base de conocimientos. A continuación se identifican los siguientes hechos.

Hecho 1: El paciente presenta sensibilidad dental

Hecho 2: El paciente presenta dolor en los dientes al consumir alimentos

Hecho 3: El paciente presenta dolor al ingerir líquidos fríos o calientes

Hecho 4: El paciente presenta hoyuelos o agujeros visibles en los dientes

Hecho 5: El paciente presenta incapacidad para morder con los dientes

Hecho 6: El paciente presenta sangrado de las encías

Hecho 7: El paciente presenta encías rojas o grandes

Hecho 8: El paciente presenta padecimiento de diabetes

Hecho 9: El paciente presenta padecimiento de ulcera en las encías

Hecho 10: El paciente presenta dientes mal alineados

Hecho 11: El paciente presenta dientes flojos

Hecho 12: El paciente presenta mal aliento

Hecho 13: El paciente presenta inflamación de las encías

Hecho 14: El paciente presenta dientes careados

Hecho 15: El paciente presenta higiene deficiente en los dientes

Hecho 16: El paciente presenta infecciones víricas

Hecho 17: El paciente consume alimentos de olor fuerte

Hecho 18: El paciente presenta problemas nutricionales

Hecho 19: El paciente presenta el mal hábito de chuparse los dedos

Hecho 20: El paciente presenta lactancia anormal

Hecho 21: El paciente indica que es probable que sea una herencia familiar

Hecho 22: El paciente indica que tuvo un accidente en la parte facial (mandíbula)

c) Base de Reglas

Para almacenar todo el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento hacemos uso de las reglas.

El mecanismo de inferencia difusa (llamado también el motor de inferencia) emplea la información contenida en la base de conocimientos para llevar a cabo dicho proceso.

En un modelo difuso tipo Mamdani tanto el antecedente como el consecuente de las reglas está dados por expresiones lingüísticas. Estas reglas afirman dos o más afirmaciones para determinar las creencias en las conclusiones, en nuestro caso las proposiciones corresponden a los síntomas que presentan las enfermedades bucales prevenibles y las conclusiones hacen referencia al tipo de enfermedad.

Si < condición > entonces < acción/conclusión >

Dónde:

Si Premisas

Hechos observados en la realización de la evaluación, captura los síntomas de las enfermedades

Entonces

Conclusiones, Posible tipo de enfermedad y por ende posibles tratamientos a seguir.

A continuación se muestran las reglas para el diagnóstico de las enfermedades bucales prevenibles.

Regla 1

Si E >="5 años" AND E <="18 años" AND SEDENT ="Si" AND ENROJA ="No" AND PRONUTRIVIRI ="No" **ENTONCES** "usted debe contestar las demás preguntas"

Regla 2

Si IE ="Si" AND DD ="No" AND BH ="Alto" AND DL = "No" AND HD = "Si" AND IM = "No" AND SD= "Alto" **ENTONCES** "Usted puede tener la enfermedad que es la CARIES que es un trastorno común pero se debe tratar a tiempo, ya que puede afectar en el momento de comer o dormir"

Regla 3

Si E >="5 años" AND E <="18 años" AND SEDENT ="No" AND ENROJA ="Si" AND PRONUTRIVIRI ="No" **ENTONCES** "usted debe contestar las demás preguntas"

Regla 4

Si ER = "Si" AND MA = "No" AND SE = "Si" AND DF = "No" AND PU ="Si" AND IE = "Si" AND BH = "Medio" AND SD = "Medio" **ENTONCES** "Usted puede tener la enfermedad que es la PERIODONTITIS que es una enfermedad progresiva de las encías y perdida del hueso alrededor del diente"

Regla 5

Si ER = “Si” AND MA = “No” AND SE = “Si” AND DF = “Si” AND PU = “No” AND IE = “Si” AND BH = “Bajo” AND SD = “Medio” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la PERIODONTITIS que es una enfermedad progresiva de las encías y pérdida del hueso alrededor del diente”

Regla 6

Si ER = “Si” AND MA = “No” AND SE = “Si” AND DF = “Si” AND PU = “Si” AND IE = “No” AND BH = “Bajo” AND SD = “Medio” **ENTONCES** “Usted debe contestar las demás preguntas”

Regla 7

Si HD = “No” AND PD = “Si” AND SD = “Medio” AND PN = “Bajo” AND DM = “Si” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la GINGIVITIS que es una inflamación de las encías, que debe de tratarse a tiempo, para que no sean afectados los huesos”

Regla 8

Si HD = “Si” AND PD = “No” AND SD = “Medio” AND PN = “Bajo” AND DM = “Si” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la GINGIVITIS que es una inflamación de las encías, que debe de tratarse a tiempo, para que no sean afectados los huesos”

Regla 9

Si E \geq “5 años” AND E \leq “18 años” AND SEDENT = “No” AND ENROJA = “No” AND PRONUTRIVIRI = “Si” **ENTONCES** “usted debe contestar las demás preguntas”

Regla 10

Si PN = “Alto” AND BH = “Bajo” AND HCH = “Si” AND IM = “No” AND LA = “Si” AND HF = “Si” AND AC = “Si” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la MALOCLUSIÓN que se refiere al mal alineamiento de los dientes y esta presenta tres tipos de clases, que cualquier tipo de maloclusion debe seguir su tratamiento respectivo”

Regla 11

Si PN = “Medio” AND BH = “Alto” AND HCH = “No” AND IM = “No” AND LA = “Si” AND HF = “Si” AND AC = “No” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la MALOCLUSIÓN que se refiere al mal alineamiento de los dientes y esta presenta tres tipos de clases, que cualquier tipo de maloclusion debe seguir su tratamiento respectivo”

Regla 12

Si PN = “Medio” AND BH= “Medio” AND HCH = “No” AND IM = “No” AND LA = “No” AND HF = “No” AND AC = “No” **ENTONCES** “Usted debe contestar las demás preguntas”

Regla 13

Si IE =”Si” AND DC = “Alto” AND SD = “Bajo” AND BH = “Alto” AND PU = “No” AND IV = “Si” AND AO = “Si” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la HALITOSIS que se define como el conjunto de olores desagradables que se emiten por la boca”

Regla 14

Si IE =”No” AND DC = “Medio” AND SD = “Bajo” AND BH = “Bajo” AND PU = “No” AND IV = “No” AND AO = “Si” **ENTONCES** “Usted puede tener la enfermedad que es la HALITOSIS que se define como el conjunto de olores desagradables que se emiten por la boca”

Regla 15

Si E \geq "5 años" AND E \leq "18 años" AND SEDENT = "Si" AND ENROJA = "Si" AND PRONUTRIVIRI = "Si" **ENTONCES** "usted debe estar en el rango de las edades puestas"

3.2.3.4. Defusificación

El resultado final del sistema difuso es la determinación de un valor de salidas real lo cual es usada cuando se desea convertir la salida en un valor puntual numérico.

Una vez que se obtiene el valor de entrada, se evalúa en las funciones de pertenencia de los diferentes conjuntos difusos, se debe tomar el mínimo valor entre dos conjuntos difusos para luego aplicar el Método de Singleton para la defusificación.

El método consiste en obtener un valor numérico para cada una de las salidas del sistema a partir de los conjuntos borrosos a los que pertenece, es por eso que se utilizara el Método de Singleton, que consiste en calcular un promedio de los centroides de las funciones de pertenencia de los conjuntos de salidas activadas y su fórmula está dada por:

$$\frac{D1 * \mu_{D1}(x) + D2 * \mu_{D2}(x) + D3 * \mu_{D3}(x) + \dots + D10 * \mu_{D10}(x) + D11 * \mu_{D11}(x) + D12 * \mu_{D12}(x)}{D1(x) + \mu_{D2}(x) + \mu_{D3}(x) + \dots + \mu_{D10}(x) + \mu_{D11}(x) + \mu_{D12}(x)}$$

Los síntomas inciertos, pero además ambiguos serán resueltos con la lógica difusa. Por ejemplo se tiene:

a) Grado de sensibilidad dental Alto

$$\text{Alto}(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x > 8 \\ \frac{x-6}{2} & \text{si } 6 \leq x \leq 8 \\ 0 & \text{si } x < 6 \end{cases}$$

Tomamos un valor de 7.5 para grado de propagación, que está dentro del rango de pertenencia dentro del conjunto difuso

$$\mu_{\text{Alto}}(7.5) = \frac{7.5 - 6}{2} = 0.75$$

b) Grado de Sangrado de las Encías Medio

$$\text{Medio } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 3 \\ \frac{x-3}{1} & \text{si } 3 < x \leq 4 \\ \frac{6-x}{2} & \text{si } 4 < x < 6 \\ 0 & \text{si } x \geq 6 \end{cases}$$

Tomamos un valor de 5.3 para grado de propagación, que está dentro del rango de pertenencia dentro del conjunto difuso

$$\mu_{\text{Medio}}(5.3) = \frac{6 - 5.3}{2} = 0.35$$

c) Grado de Diente Careado Bajo

$$\text{Bajo } x = \begin{cases} 0 & \text{si } x > 3 \\ \frac{3-x}{2} & \text{si } 1 \leq x \leq 3 \\ 1 & \text{si } x < 1 \end{cases}$$

Tomamos un valor de 3.5 para grado de propagación, que está dentro del rango de pertenencia dentro del conjunto difuso

$$\mu_{\text{Bajo}}(2.5) = \frac{3 - 2.5}{2} = 0.25$$

Finalmente estos datos serán reemplazados en el Método de Singleton para la defusificación. Con lo que se puede concluir el grado de certeza para diagnosticar las dificultades de desarrollo.

Tomamos un valor de 3 para grado de propagación, que está dentro del rango de pertenencia dentro del conjunto difuso

$$\mu_{\text{Bajo}}(2.5) = \frac{3 - 2.5}{2} = 0.25$$

$$x = \frac{C_{leve} * \mu_{leve}(x) + C_{moderado} * \mu_{moderado}(x) + C_{grave} * \mu_{grave}(x)}{\mu_{leve}(x) + \mu_{moderado}(x) + \mu_{grave}(x)}$$

$$x = \frac{7.5 * 0.75 + 5.3 * 0.35 + 2.5 * 0.25 + 2.5 * 0.25 + 2.5 * 0.25}{0.75 + 0.35 + 0.25 + 0.25 + 0.25} = \frac{9.355}{1.85} = 5.05$$

Por lo tanto se concluye que el grado de severidad de la sensibilidad dental es de 5 que diagnostica sensibilidad dental medio.

3.2.4. Fase de Implementación

La implementación del prototipo está plasmada en el conocimiento formalizado en la etapa anterior, utilizando las herramientas y técnicas especificadas, para ello se proseguirá a programar el prototipo.

Para la programación se utilizó el entorno **SWI-Prolog** que es una aplicación de código abierto del lenguaje de programación Prolog, además de un editor de programación **SWI-Prolog Editor**.

3.2.4.1. Descripción del Prototipo

Una vez realizado la adquisición de conocimiento y la construcción de la base de conocimientos base de hechos y base de reglas, solo queda realizar la implementación del proyecto.

El software requerido para la ejecución del prototipo es el programa SWI-Prolog y el SWI-Prolog Editor ambos deben estar instalados necesariamente, para que el sistema pueda abrirse.

Se puede observar la primera pantalla del SISTEMA EXPERTO CONSULTORIO VIRGEN DE REMEDIOS “SEDEB-P”

Se inicia mostrando la pantalla de Bienvenida, visualizando así el menú de opciones donde se muestra el Motivo de consulta, donde el paciente podrá entrar en el menú y le preguntara si su motivo de consulta es por algún síntoma que siente o solo por prevención y Acerca de.



Figura 3. 9. Ventana de Bienvenida
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra el detalle Acerca de donde se visualiza los tipos de enfermedades bucales prevenibles cada uno de ellos tiene su terminología. Como se ve en la Figura 3.10.

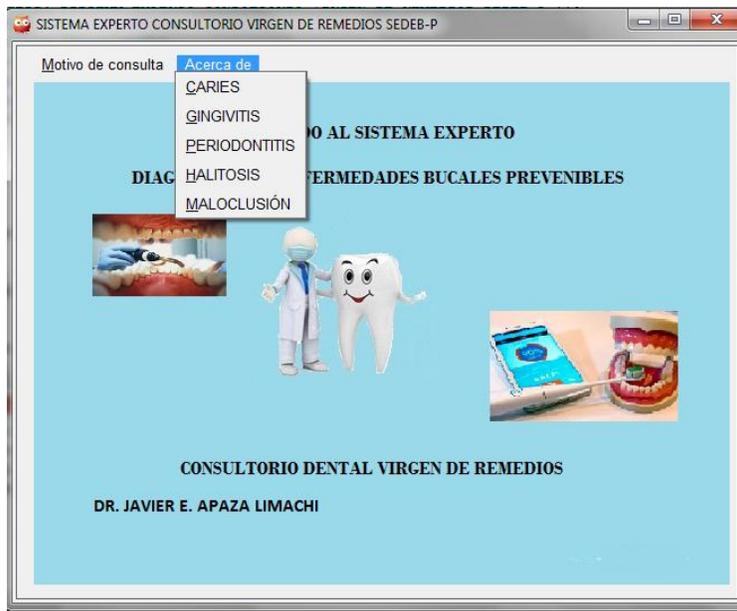


Figura 3. 10. Ventana de Menú

Fuente: Elaboración propia

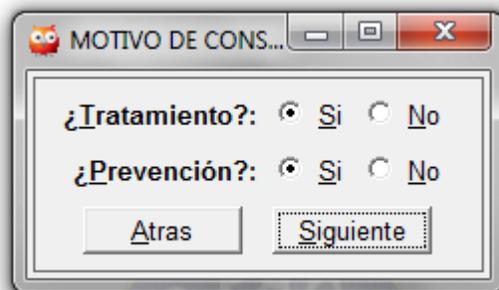
En la siguiente pantalla se muestra la terminología de una de las enfermedades bucales prevenibles.



Figura 3. 11. Terminología de Caries

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla muestra el motivo de consulta por el que recurrió al consultorio dental.



MOTIVO DE CONS...

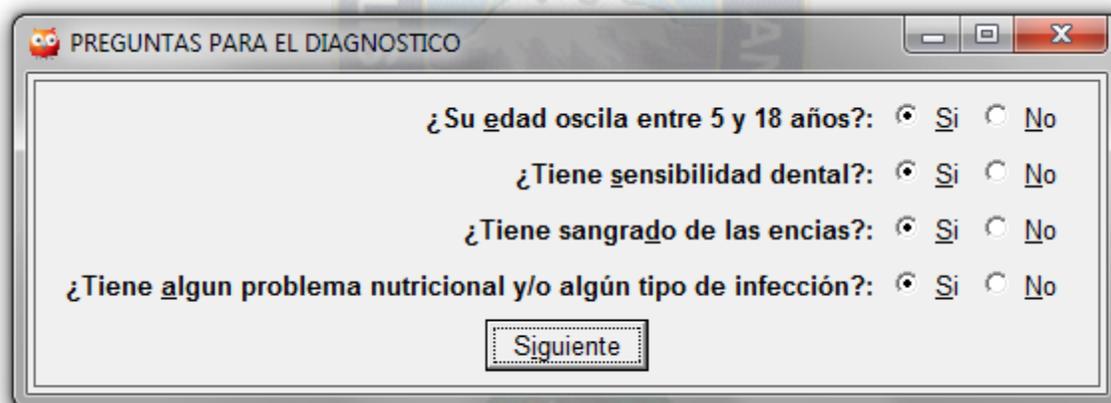
¿Tratamiento?: Si No

¿Prevención?: Si No

Atras Siguiete

Figura 3. 12. Motivo de Consulta
Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra la pantalla para iniciar el diagnóstico de acuerdo a los primeros síntomas que pueda tener el paciente.



PREGUNTAS PARA EL DIAGNOSTICO

¿Su edad oscila entre 5 y 18 años?: Si No

¿Tiene sensibilidad dental?: Si No

¿Tiene sangrado de las encías?: Si No

¿Tiene algun problema nutricional y/o algún tipo de infección?: Si No

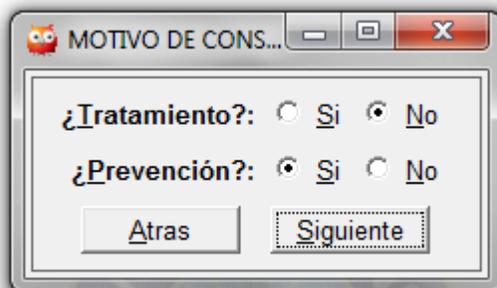
Siguiete

Figura 3. 13. Preguntas para el Diagnóstico
Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Fase de Validación o Prueba

Una vez construido el sistema experto se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento, demostrando como se introducen los datos de entrada, la secuencia de preguntas para determinar el diagnóstico, demostrando el resultado final del diagnóstico con su respectivo tratamiento.

En la siguiente pantalla se muestra la ventana para iniciar la consulta de acuerdo al tipo de consulta que quiera realizar puede elegir una opción. En caso de que se elija la opción de prevención se muestra:



MOTIVO DE CONS...

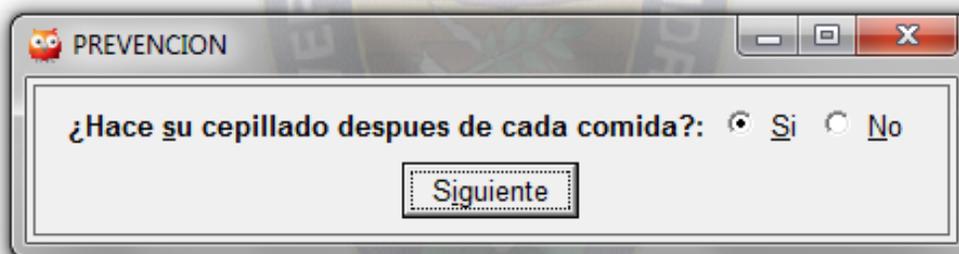
¿Tratamiento?: Si No

¿Prevención?: Si No

Atras Siguiente

Figura 3. 14. Motivo de Consulta
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra la ventana donde se pregunta si se “Hace su cepillado después de cada comida”.



PREVENCION

¿Hace su cepillado después de cada comida?: Si No

Siguiente

Figura 3. 15. Prevención
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra el resultado de prevención que debe hacer el paciente una lista que debe cumplir pese a que el paciente se cepille los dientes no es suficiente, pues aun los sobrantes de comidas se quedan es recomendable seguir la lista que se ve en la Figura 3.16.



Figura 3. 16. Prevención de las Enfermedades
Fuente: Elaboración propia

Si el paciente tiene algún síntoma debe elegir la pregunta “Tratamiento” como se ve en la figura.

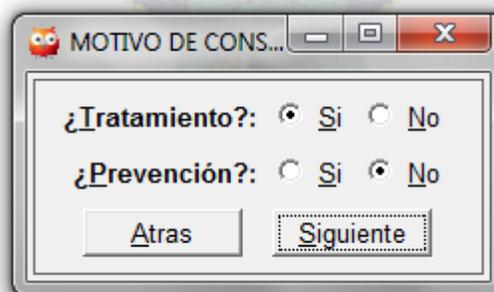


Figura 3. 17. Motivo de Consulta
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra las preguntas esenciales para realizar el diagnóstico de acuerdo a una de las preguntas se dará un diagnóstico. Como se muestra en la figura 3.18.

The screenshot shows a window titled "PREGUNTAS PARA EL DIAGNOSTICO" with a red close button. It contains four questions, each with two radio button options:

- ¿Su edad oscila entre 5 y 18 años?: Si No
- ¿Tiene sensibilidad dental?: Si No
- ¿Tiene sangrado de las encías?: Si No
- ¿Tiene algun problema nutricional y/o algún tipo de infección?: Si No

At the bottom center, there is a button labeled "Siguiente".

Figura 3. 18. Preguntas para el Diagnóstico
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra las preguntas de los tipos de síntomas que pueda tener el paciente, de acuerdo a las respuestas que elija, se dará el diagnóstico correspondiente.

The screenshot shows a window titled "SINTOMAS" with a red close button. It contains seven questions, each with two or three radio button options:

- ¿Tiene inlamacion de las encías?: Si No
- ¿Siente dolor en los dientes despues de consumir alimentos: Si No
- ¿Tiene buena higiene dental?: Bajo Medio Alto
- ¿Siente dolor en los dientes al ingerir liquidos frios o calientes?: Si No
- ¿Tiene hoyuelos o agujeros visibles en los dientes?: Si No
- ¿Siente incapacidad para morder con los dientes?: Si No
- ¿Sus dientes estan sensibles?: Bajo Medio Alto

At the bottom, there are two buttons: "Atras" on the left and "Siguiente" on the right.

Figura 3. 19. Síntomas
Fuente: Elaboración propia

A continuacion se muestra el diagnóstico de la consulta, según los síntomas que tiene el paciente, se muestra el tipo de enfermedad que tiene mas una imagen de la enfermedad .

Así mismo se da el tratamiento que debe seguir el paciente. Como se muestra en la figura 3.20.

ENFERMEDAD BUCAL PREVENIBLE

CARIES



TRATAMIENTO

Una vez que se forma la caries, no se cura por sí sola, es necesario acudir al dentista.
Por lo tanto, es mejor poner remedio lo antes posible para mantener la salud dental, el tratamiento involucra:

- Obturaciones
- Coronas
- Tratamiento de conducto



Figura 3. 20. Diagnóstico de las Enfermedades Bucales Prevenibles
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente pantalla se muestra, un mensaje cuando la enfermedad no se ha determinado, esto sucede porque no se determinó bien los síntomas.

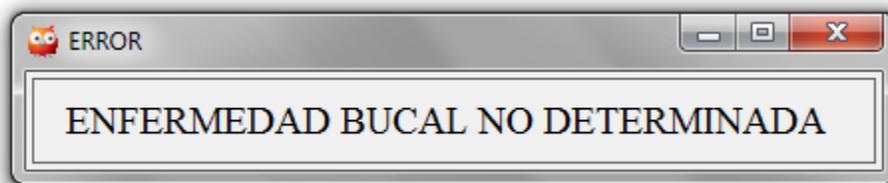


Figura 3. 21. Enfermedad No Determinada
Fuente: Elaboración propia





CAPÍTULO IV

Saber y saberlo demostrar, es
valer dos veces.

Baltasar Gracián

CALIDAD DE SOFTWARE

4.1. Introducción

Un software inseguro es un software sin calidad. La orientación tradicional de las pruebas de seguridad en sistemas y comunicaciones se centra en la realización de test de intrusión una vez realizadas las pruebas funcionales del sistema. Como ya dijo Dijkstra: " Pruebas de software pueden demostrar la presencia de errores, no su ausencia " simples pruebas nunca permitirán lograr software seguro. El problema es que los atacantes buscan activamente provocar situaciones extremas precisamente con la intención de aprovechar errores en situaciones pasadas por alto en el diseño, la programación, y las pruebas.

4.2. Calidad de Software

En la calidad no necesariamente se llega al objetivo perfecto aunque es deseable, la calidad es una cualidad esencial de cualquier producto generado por una organización, que va a ser usado por otros. Es por ello que una de las actividades principales de la elaboración de un producto, es el aseguramiento de la calidad, al igual que el conjunto de requisitos que establecen las funcionalidades y los límites del producto.

La calidad se entiende también, como la suma de todos aquellos aspectos o características de un producto o servicio, que influyen en su capacidad para satisfacer las necesidades de los usuarios.

Los sistemas ISO de garantía de calidad fueron creados para ayudar a las organizaciones a garantizar que sus productos y servicios satisfacen las expectativas de los clientes al cumplir las especificaciones.

4.3. Normas ISO

El objetivo de las normas ISO es asegurar que los productos y/o servicios alcanzan la calidad deseada. Para las organizaciones son instrumentos que permiten minimizar los

costos, ya que hacen posible la reducción de errores y sobre todo favorecen el incremento de la productividad.

4.3.1. ISO 9126

ISO 9126 es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software. Está reemplazado por el proyecto SQuaRE, ISO 25000:2005, el cual sigue los mismos conceptos.

El estándar está dividido en cuatro partes las cuales dirigen, realidad, métricas externas, métricas internas y calidad en las métricas de uso y expendido. El modelo de calidad establecido en la primera parte del estándar, clasifica la calidad del software en un conjunto estructurado de características de la siguiente manera:

4.3.1.1. Funcionalidad

La funcionalidad no se mide directamente, por tanto es necesario evaluar un conjunto de características y capacidades del sistema.

Para el cálculo de la funcionalidad utilizaremos la métrica de “Punto Funcion” (PF), para esto se debe determinar cinco características de dominios de información necesarias para el cálculo de la misma.

a) Número de Entradas del Usuario.- Se cuenta cada entrada del usuario que proporciona diferentes datos al sistema, en caso del sistema se identifican 1 entradas del usuario.

b) Número de Salidas del Usuario.- Se cuenta cada salida que proporciona la información del usuario, estas pueden ser informes, reportes, entre otros. Se identificaron 10 salidas del usuario en el sistema

c) Número de Peticiones del Usuario.- Se cuenta la cantidad de entradas iterativas que producen la generación de respuestas (salidas) inmediatas del sistema. Se apreciaron 24 peticiones del usuario

d) Número de Archivos.- Se cuenta cada archivo maestro lógico es decir un grupo lógico de datos que sean parte de la base de datos o archivos independientes. Se contaron 44 archivos.

e) Número de Interfaces Externas.- Se cuenta todas las interfaces legibles por la máquina que se utilizan para transmitir información a otros sistemas. En este caso no existe interfaz externa.

La siguiente tabla muestra las cinco características con factor de ponderación para el cálculo de punto función.

Parámetros de medición	Factor de ponderación				Resultado
	Cuenta	Simple	Medio	Complejo	
Nro. de entradas de usuario	1	1	4	6	1
Nro. de salidas de usuario	5	2	4	6	10
Nro. de peticiones de usuario	12	2	4	5	24
Nro. de archivos	22	2	4	6	44
Nro de interfaces externas	0	0	0	0	0
					79

Tabla 4. 1. Factor de Ponderación
Fuente: Elaboración Propia

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOFTWARE (CGS)					
0	1	2	3	4	5
No	Rara ves	Alguna ves	Probablemente	Posiblemente	Si

N	Pregunta	valor asignado de 0 – 5
1	¿Copias de seguridad y recuperación fiables?	1
2	¿Comunicación de datos especializadas para trasferir información a la aplicación u obtenerlas en ella?	2

3	¿Hay funciones en línea o vía web?	0
4	¿El desempeño es crítico? (rendimiento, importancia de la respuesta dentro del software)	2
5	¿El software se ejecuta en un entorno existente en un uso pesado de operaciones?	2
6	¿El software requiere entrada de datos en línea?	0
7	¿La entrada de datos en línea requiere que la transacción de entradas se construya en varias interfaces de usuario u operaciones?	0
8	¿Los archivos maestros se actualizan en línea? (interactiva)	0
9	Procesamiento complejo (de entradas, salidas, peticiones, mucho proceso matemático y /o lógico)	0
10	¿Es complejo el procesamiento interno?	2
11	¿El código diseñado será reutilizable?	2
12	¿Se incluye la conversión e instalación en el diseño?	0
13	¿Está diseñado el software para instalaciones múltiples en diferentes organizaciones?	4
14	¿La aplicación está diseñada para facilitar el cambio y para que el usuario lo use fácilmente?	5

Tabla 4. 2. Características Generales del Software

Fuente: Elaboración Propia

Realizando la suma de características generales del software tenemos

$$\sum (CGS) = 20$$

La relación que permite calcular los puntos función es la siguiente:

$$PF = Cuenta\ Total * (0.65 + 0.01 * \sum CGS)$$

$$PF = 79 * (0.65 + 0.01 * 20) \quad PF = 67.15$$

Considerando punto función máximo 30 se tiene:

$$Funcionalidad = \left(\frac{67.15}{75.05} \right) * 100\%$$

$$Funcionalidad = (0.894) * 100\% \quad Funcionalidad = 89.4\%$$

Por lo tanto el Sistema Experto SEDEB-P tiene una funcionalidad de 89%

4.3.1.2. Confiabilidad

La confiabilidad está definida como capacidad del sistema libre de fallos en un contexto determinado y durante un periodo de tiempo.

Dónde:

$$F_c = 0.7391$$

$$Probabilidad\ de\ hallar\ una\ falla: P(T \leq t) = F(t)$$

$$Probabilidad\ de\ no\ hallar\ una\ falla: P(T > t) = 1 - F(t)$$

$$La\ confiabilidad\ es\ F(t) = F_c * e^{\left(-\frac{1}{4}t\right)}$$

$F(t)=0.03$ probabilidad de falla

Probabilidad de no hallar falla

$$1 - F(t) = 1 - 0.03 = 0.97$$

Por lo tanto, el sistema presenta una confiabilidad de 0.97 lo que significa que el 97% de las veces el sistema funciona sin presentar fallos.

4.3.1.3. Eficiencia

Esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados.

El sistema experto en cuanto al tiempo a la respuesta esperada es inmediato, ya que solo son preguntas que el paciente debe responder, para que se muestre su diagnóstico.

4.3.1.4. Usabilidad

Se refiere al conjunto de atributos que permite evaluar al esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema.

Consiste de un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario para utilizar el sistema experto. Facilitando a las personas para que puedan utilizar la herramienta que está realizado por el experto

Para comprobar la usabilidad del sistema experto se va hacer el uso de los test de usuarios que consiste en realizar una evaluación escrita después de las pruebas, en los usuarios finales.

Así entonces se obtuvo los siguientes resultados que se ve en la Tabla 4.3 que solo se muestra de cinco usuarios pero puede ver en anexos la encuesta que se realizó a diez personas considerando así el promedio de las 10 personas.

Factor de Ajuste	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5	Promedio
¿El sistema puede ser utilizado con facilidad?	10	10	10	10	10	80%
¿El sistema puede ser aprendido con facilidad?	10	10	10	10	10	100%
¿El diseño es atractivo?	10	10	10	10	10	70%
¿Las salidas son las esperadas?	10	10	10	10	10	100%
¿Tuvo resultados satisfactorios con el sistema?	10	10	10	10	10	80%
Total						86%

Tabla 4. 3. Comprobación de Usabilidad
Fuente: Elaboración Propia

El sistema experto no requiere de mucho esfuerzo para su uso ya que este es comprensible desde el inicio del programa.

4.3.1.5. Portabilidad

En este caso se refiere a la habilidad del software de ser transferido de un ambiente a otro, refiriéndose al hardware/software.

El sistema experto es adaptable a cualquier sistema operativo (windows), sin necesidad de modificar.

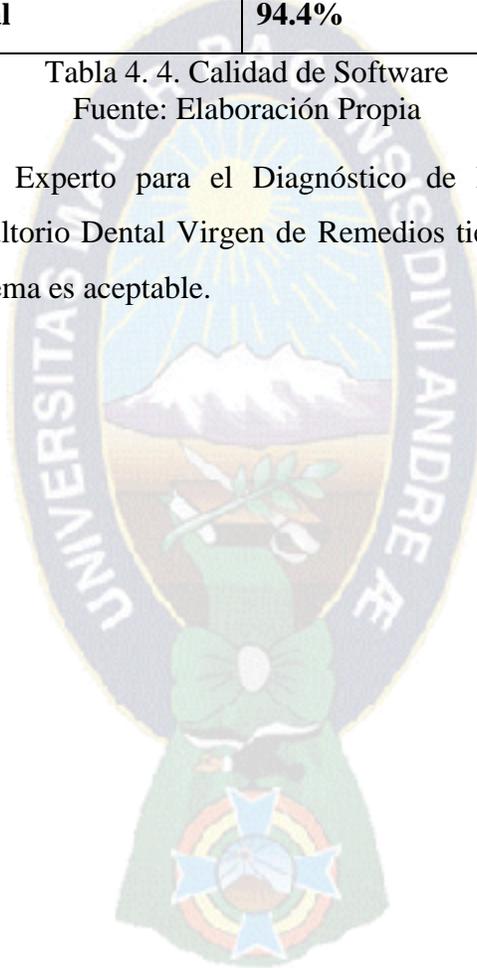
Para la ejecución del sistema, debe estar necesariamente instalado el programa SWI-Prolog y el SWI-Prolog Editor

Por lo tanto se muestra la tabla de los resultados obtenidos de la calidad de software

Funcionalidad	89 %
Confiabilidad	97 %
Eficiencia	100 %
Usabilidad	86%
Portabilidad	100 %
Total	94.4%

Tabla 4. 4. Calidad de Software
Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto el Sistema Experto para el Diagnóstico de las Enfermedades Bucales Prevenibles para el Consultorio Dental Virgen de Remedios tiene una calidad de 94%, se puede asegurar que el sistema es aceptable.





CAPÍTULO V

Nada es más nocivo para la
creatividad que el furor de la
inspiración.

Umberto Eco

ANÁLISIS COSTO Y BENEFICIO

5.1. Introducción

El costo-beneficio es una lógica o razonamiento basado en el principio de obtener los mayores y mejores resultados, tanto por eficiencia técnica como por motivación, es un planteamiento formal para tomar decisiones que cotidianamente se nos presentan.

Para el análisis de costo se empleara el modelo detallado COCOMO, el mismo nos ayuda a estimar el esfuerzo, tiempo, gente y costos (ya sea estos de desarrollo, equipamiento y mantenimiento).

5.2. Método de COCOMO

Entre los distintos métodos de estimación de costes de desarrollo de software, el modelo COCOMO (COConstructive COSt MOdel) desarrollado por Barry M. Boehm, se engloba en el grupo de los modelos algorítmicos que tratan de establecer una relación matemática la cual permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido para desarrollar un producto.

Por un lado COCOMO define tres modos de desarrollo o tipos de proyectos:

- **Orgánico:** proyectos relativamente sencillos, menores de 50 KDLC líneas de código, en los cuales se tiene experiencia de proyectos similares y se encuentran en entornos estables.
- **Semi-acoplado:** proyectos intermedios en complejidad y tamaño (menores de 300 KDLC), donde la experiencia en este tipo de proyectos es variable, y las restricciones intermedias.
- **Empotrado:** proyectos bastantes complejos, en los que apenas se tiene experiencia y se engloban en un entorno de gran innovación técnica. Además se trabaja con unos requisitos muy restrictivos y de gran volatilidad.

Y por otro lado existen diferentes modelos que define COCOMO:

- **Modelo básico:** Se basa exclusivamente en el tamaño expresado en Líneas de Código LDC.
- **Modelo intermedio:** Además del tamaño del programa incluye un conjunto de medidas subjetivas llamadas conductores de costes.
- **Modelo avanzado:** Incluye todo lo del modelo intermedio además del impacto de cada conductor de coste en las distintas fases de desarrollo.

Para calcular el Esfuerzo, necesitaremos hallar la variable KDLC (Kilo-líneas de código), donde los PF son 65.9 (dato conocido) y las líneas por cada PF equivalen a 64 según vemos en la tabla que se ilustra a continuación:

LENGUAJE	LDC/PF
Ensamblador	320
C	150
COBOL	105
Pascal	91
Prolog/LISP	64
C++	64
Visual Basic	32
SQL	12

Tabla 5. 1. Valor para la Variable KDLC
Fuente: Universidad de Caracas, 2005

Así pues tras saber que son 64 LDC por cada PF, por el hecho de ser Prolog el resultado de los KDLC será el siguiente:

$$KLDC = (PF * \text{Lineas de codigo por cada PF})/1000$$

$$KLDC = \frac{67.15 * 64}{1000} = 4.29$$

Para el Sistema Experto Para el Diagnóstico de Enfermedades Bucales Prevenibles se utilizara el modelo COCOMO en su nivel básico modo semi-acoplado.

Esfuerzo:

$$PM = A * (KSLOC)^B$$

Dónde:

PM es el esfuerzo estimado. Representa los meses-persona necesarios para ejecutar el proyecto

KSLOC es el tamaño del software a desarrollar en miles de líneas de código

A y B son coeficientes que varían según el modelo de desarrollo (orgánico, semi-acoplado y empotrado).

Cronograma:

$$TDEV = C * (PM)^D$$

Dónde:

TDEV representa los meses de trabajo que se necesitan para ejecutar el proyecto

C y D son coeficientes que varían según el modo de desarrollo (orgánico, semi-acoplado y empotrado).

Variación de la fórmula de estimulación de esfuerzo y cronograma para los tres modos de desarrollo:

Modo de Desarrollo	Esfuerzo	Cronograma
Orgánico	$PM = 2.4 * (KSLOC)^{1.05}$	$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.38}$
Semiacoplado	$PM = 3.0 * (KSLOC)^{1.12}$	$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.35}$
Empotrado	$PM = 3.6 * (KSLOC)^{1.20}$	$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.32}$

Tabla 5. 2. Ecuaciones del Modelo Básico de COCOMO
Fuente: Boehm, 1981

El esfuerzo es calculado de la siguiente manera:

$$PM = 3.0 * (KSLOC)^{1.12} \quad PM = 3.0 * (4.29)^{1.12}$$

$$PM = 15.32 \text{ personas/mes} \quad PM = 15 \text{ personas/mes}$$

El tiempo necesario para el desarrollo de un programa es:

$$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.35} \quad TDEV = 2.5 * (15)^{0.35} = 6.45 \text{ meses}$$

$$TDEV = 6 \text{ meses}$$

Número de personas para el proyecto:

$$N = \frac{PM}{TDEV} = \frac{15}{6} = 2.5 = 3 \text{ personas}$$

Así el esfuerzo calculado es de 6 meses para tres personas.

Costo estimado del proyecto

$$\text{Costo del proyecto} = \text{nro de progr} * \text{salario del progr} * \text{nro de meses}$$

$$\text{Costo del proyecto} = 3 * 1400 * 6 = 25200$$

Por lo tanto el costo de desarrollo del software es de Bs. 25200 en seis meses que proyectado a un año significaría Bs. 50400

5.3. Costo de Oportunidades

El valor de una alternativa no elegida se conoce como costo de oportunidades. La valoración se hace como comparando los beneficios obtenidos que ocasionan tal decisión y el costo de renuncia a las demás alternativas. Como resultado determinamos nuestras alternativas y elegimos aquellas que mayores beneficios netos nos entrega según nuestras preferencias.

En toda decisión que se tome hay una renunciación implícita a la utilidad o beneficios que se hubieran podido obtener si se hubiera tomado cualquier otra decisión. Para cada situación siempre hay más de un forma de abordarla, y cada forma ofrece una utilidad mayor o menor que las otras, por consiguiente, siempre que se tome una u otra decisión, se habrá renunciado a las oportunidades y posibilidades que ofrecían las otras, que bien pueden ser mejores o peores.

5.3.1. El Costo es lo que Sacrificamos para Obtener Algo

El estándar de la vida depende de la producción del país, las personas se enfrentan a dilemas para querer algo sacrificando otras cosas:

- Ir a la Universidad o Trabajar
- Estudiar o Ir a una fiesta
- Ir al cine o al teatro

Tomar decisiones implica enfrentar un objetivo contra otro, la decisión de asistir a la universidad y no trabajar es porque se prefiere pagar la colegiatura (costo directo) y renunciar al sueldo como empleado (costo de oportunidad), por el beneficio de educación y obtener un mejor nivel de vida al momento de titularse y aspirar a n mejor sueldo.

El valor de estas acciones está determinado por sus beneficios actuales o futuros y constituye el factor más relevante en la toma de decisiones.

5.3.2. Costo de oportunidad (Renuncia) Beneficio (Decisión)

Tasa de interés ahorrada en el banco Inversión de un negocio puede Generar más ganancias. Es decir, se sacrifica la tasa de interés que ofrece el banco de manera segura por la inversión en un negocio que tiene un grado de mayor incertidumbre, pero que proyecta utilidades superiores.

Este es el valor de mejor uso de un bien económico, o sea de la alternativa sacrificada, donde necesariamente interviene la experiencia y conocimientos de la persona que toma la decisión.

El costo de oportunidad es una noción económica básica y central que sirve para evaluar la conveniencia de las decisiones que tomamos y es muy útil en el momento de elegir entre una infinidad de posibilidades de inversión.

5.4. Análisis de Costos

Un análisis de costos (también llamado análisis de costo-beneficio o ACB) es una descripción detallada de los riesgos y las ganancias potenciales de un emprendimiento. Este análisis involucra varios factores, incluyendo algunas consideraciones abstractas, por lo cual la creación de un ACB puede verse más como un arte que como una ciencia. Un ACB es útil a la hora de tomar muchos tipos de decisiones personales y de negocios, especialmente aquellas que implican ganancias potenciales (aunque no necesariamente tiene que ser así).

5.4.1. Gastos de Construcción del Sistema

Implica todos los gastos para realizar el sistema desde su comienzo. Todo tipo de adquisición que haga referencia a algún gasto antes de realizar el sistema debe ser registrado y evaluado. A continuación se muestra la tabla 5.3 los gastos del sistema.

Nro.	Construcción del sistema	Precio
1	Sueldos	25200
Total		25200

Tabla 5. 3. Gastos de Construcción del Sistema
Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Gastos Operacionales

Implica todos los gastos que se realizan con constancia, a continuación se especifican los gastos operacionales.

Nro.	Material Utilizado	Precio
1	Luz	720
2	Agua	96
3	Internet	9000
4	Alquiler de ambiente	4200
5	Varios (Material escritorio, limpieza)	500
6	depreciacion	3315
6	Refrigerio	1800
Total		19631

Tabla 5. 4. Gastos Operacionales
Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Costo de Inversión

Se presentan los costos de activos fijos que se requieran a la hora de poner el sistema en funcionamiento

Nro.	Material Utilizado	Precio
1	Computadora	8250
2	Mueble de computadora	900
3	Sillas	450
4	manual de software	400
Total		10000

Tabla 5. 5. Costo de Inversión
Fuente: Elaboración Propia

5.4.4. Valor actual Neto (VAN)

El valor Actualizado Neto (VAN) es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión. Basta con hallar VAN de un proyecto de inversión para saber si dicho proyecto es viable o no.

El VAN también nos permite determinar cuál proyecto es el más rentable entre varias opciones de inversión. Incluso, si alguien nos ofrece en comprar nuestro negocio, con este indicador podemos determinar si el precio ofrecido está por encima o por debajo de lo que ganaríamos de no venderlo.

A continuación se presenta el valor actual neto que está desarrollado en base al proyecto para el consultorio dental Virgen de Remedios. En la Tabla 5.6

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Saldo Inicial de Efectivo	-	(1.462)	(965)	1.670	6.639
Ingreso operacional	88.200	91.728	95.581	99.786	104.376

Costo	(50.400)	(50.399)	(50.398)	(50.397)	(50.396)
Valor bruto	37.800	41.329	45.183	49.389	53.980
Gastos	(39.262)	(40.832)	(42.547)	(44.420)	(46.463)
Valor neto	(1.462)	497	2.635	4.970	7.518

Tabla 5. 6. Valor Actual Neto

Fuente: Elaboración Propia

Entonces para hallar el VAN se necesitan: tamaño de la inversión, flujo de caja neto proyectado y la tasa de descuento que se espera ganar. Para efectos del proyecto y el cálculo del VAN se toma el costo de inversión, el flujo que se efectuó de manera anual y se considera el 5% tasa activa del BCB

$$VAN = -A + \frac{Q_1}{(1+k)^1} + \frac{Q_2}{(1+k)^2} + \dots$$

$$VAN = -10000 + \frac{-1462}{(1+0.05)^1} + \frac{497}{(1+0.05)^2} + \frac{2635}{(1+0.05)^3} + \frac{4970}{(1+0.05)^4}$$

$$+ \frac{7518}{(1+0.05)^5}$$

$$VAN = -10000 - 1392,38 + 450,79 + 2276,21 + 4088,83 + 5890,54$$

$$VAN = 1313,99 Bs$$

Es importante aclarar que el VAN Bs. 1313,99 representa el capital efectivo de trabajo que realizara la inversión establecida de Bs. 10000 cuyo retorno a cinco años es de Bs. 7518 a una tasa efectiva del 5%.

5.5. Análisis de Beneficios

La estimación a cinco años calendario supone la retribución del capital que se ha invertido, los montos son los resultados del valor actual neto para cada año seguido del siguiente.

5.5.1. Tasa Interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En términos simples, diversos autores la conceptualizan como la tasa de descuento con la que el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero.

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad así, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

$$TIR = R * \frac{1 - (1 + i)^{-5}}{i}$$

Haciendo un cálculo aproximado del 7% y 8% del valor del VAN se tiene:

$$TIR = 2831 * \frac{1 - (1 + 0.07)^{-5}}{0.07} = 11607.66$$

$$TIR = 2831 * \frac{1 - (1 + 0.08)^{-5}}{0.08} = 11303.36$$

De los valores obtenidos se tiene la diferencia para calcular la i (tasa de interés) que es nuestra incógnita

$$11607.66 - 11303.36 = 293.67$$

$$11607.66 - 11313.99 = 304.30$$

Considerando que se hizo un aproximado del 7% y 8% restamos ambas tasas quedando el 1% para calcular la TIR

$$i = \frac{293.67 * 0.01}{304.30} = 0.009650$$

$$i = 0.07 * 0.009650 = 7.965067$$

La inversión en el negocio con un retorno del 7.965% anual por cinco años con una relación del 5% tasa que se maneja en los bancos.

Si invierto en el negocio gano el 7% que realizando un depósito a plazo fijo en el banco.

5.5.2. Criterio de decisión

De acuerdo con este criteri, la inversión de un proyecto productivo es aceptable si el valor de la relación Beneficio/Costo es mayor o igual que 1.0 al obtener un valor igual a 1.0 significa que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluado a una tasa determinada, y quiere decir que el proyecto es viable, si es menor a 1 no presenta rentabilida, ya que la inversión del proyecto jamas se pudo recuperar en el periodo establecido evaluado a una tasa determinada.

Teniendo como dato el promedio de costo que es Bs. 6415.5 y el VAN que es Bs. 1313.99

Obtenemos el Beneficio/Costo que llega a ser:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{1313.99}{625.99} = 2.09$$

Lo que significa que la inversión se recuperó satisfactoriamente y que el proyecto es viable teniendo una ganancia extra de 0.09



CAPÍTULO VI

He peleado la buena batalla, he terminado la carrera, he guardado la fe.

2 Timoteo 4:7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Durante la realización del presente proyecto, se desarrolló el Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Bucales Prevenibles para el “Consultorio Virgen de Remedios”, que fue construido de acuerdo al análisis del procedimiento médico que el experto pudo dar.

El sistema experto fue organizado mediante la metodología Buchanan, se usó lógica difusa para manejar la información de manera precisa, para poder evaluar principalmente el tipo de enfermedad que un paciente pueda presentar de acuerdo a los síntomas que presente, codificado en un lenguaje de programación Prolog, logrando los módulos básicos, y permitiendo alcanzar los objetivos del diagnóstico rápido, confiable y eficiente.

Revisando los objetivos planteados tenemos que:

- Con la elaboración del sistema experto se pudo evidenciar que de acuerdo a los síntomas que presenta un paciente, se muestra el tipo de enfermedad que tiene y el tratamiento que debe seguir.
- El sistema experto brinda información sobre los tipos de enfermedades bucales prevenibles que existen.
- En cuanto al manejo del sistema es entendible y fácil de usar, para cualquier paciente que maneje el sistema.
- Al desarrollar el prototipo del sistema experto se puede concluir que este ayudara al incremento de la atención en el consultorio dental y permitir ahorrar recursos a los pacientes.

En cuanto a la estructura del sistema experto, se considera de manera general los síntomas más recurrentes y de mayor importancia y se tomó en cuenta las que mayormente se hacían presente en los síntomas de las enfermedades bucales prevenibles.

El sistema fue implementado satisfactoriamente de acuerdo a los requerimientos establecidos por el consultorio dental “Virgen de Remedios”, haciendo de este un Sistema capaz de brindar información confiable, accesible y oportuna.

6.2 Recomendaciones

A continuación se dan las respectivas recomendaciones:

- El estudio de la presente investigación solo abarca a pacientes que oscilan entre la edad de 5 a 18 años, por lo que se recomienda ampliar el límite de edad para tener un sistema experto más completo y por ende una base de conocimientos más trabajado.
- Se recomienda al Consultorio Dental “Virgen de Remedios”, planificar la ampliación del sistema con nuevos módulos para que el sistema experto pueda dar un diagnóstico de las especialidades que tiene el médico odontólogo.
- Se recomienda la utilización de nuevas metodologías para el desarrollo de Software por las nuevas exigencias del mercado, estos métodos deben ser versátiles e innovadores.
- El sistema experto propuesto no muestra sobre los tipos de medicamentos que debe tomar un paciente, los cuales son importantes para controlar la enfermedad bucal, se recomienda incorporar un módulo, para la interpretación de los medicamentos.
- Se recomienda que los sistemas expertos presentados como tesis se puedan aplicar a la vida cotidiana en las distintas áreas, volviéndolos en proyectos de grado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amsterdam JT, (2014) *Gingivitis*. Recuperado el 4 de septiembre de 2016, de Gingivitis: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001056.htm>
2. Apaza, J. (Marzo de 2012). *Incidencia de maloclusión dentaria en niños de 6 a 12 años de las unidades educativas del sector de ichoca de la provincia inquisivi del departamento de La Paz*.
3. Badaro, L. I. (octubre de 2013). *Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones*. Recuperado el 25 de mayo de 2016, de Universidad de JPalermo, Facultad de Ingeniería: http://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf
4. Bader, J.D. (abril de 2014) *Caries* recuperado el 2 de septiembre de 2016, de Caries dentales: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001055.htm>
bader JD 2014
5. Bordoni, N. (2009). *Atención de la salud bucal y equidad sanitaria* . Recuperado el 29 de mayo de 2016, de encrucijadas50: <http://www.uba.ar/encrucijadas/50/sumario/enc50-saludbucal.php>
6. Brambila, C. (26 de abril de 2016). *La Inteligencia Artificial ¿Hacia Donde Nos Lleva?* Recuperado el 7 de mayo de 2016, de cbrambilac: <https://cbrambilag.wordpress.com/2016/04/26/la-inteligencia-artificial-hacia-donde-nos-lleva/>
7. Bratos, A. (2015). *Tratamiento para corregir la Maloclusión*. Recuperado el 2 de septiembre de 2016, de Maloclusión: <http://www.clinicaferrusbratos.com/ortodoncia/tratamientos-corregir-maloclusion/>
8. Carranza, F (2004). *Periodontología Clínica*
9. Climent, S. (2013). *Sistemas Expertos*. Recuperado el 29 de mayo de 2016, de investigación-ingeniería: <http://www.uv.es/~scliment/investigacion/2013/sistemasexpertos.PDF>

10. Choquehuanca, C. (2015). *Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de la fiebre reumática*. Carrera de Informática. Universidad Mayor de San Andrés.
11. Dowshen, S. (abril de 2014). *Mal aliento*. Recuperado el 4 de septiembre, de Halitosis mal aliento: <http://kidshealth.org/es/teens/halitosis-esp.html>
12. García, R. y Britos, P. (2004). *Ingeniería de Sistemas Expertos*. Editorial Nueva Librería.
13. Graus. (2013). *Significado de Inteligencia Artificial*. Recuperado el 7 de mayo de 2016, de 7Graus: <http://www.significados.com/inteligencia-artificial/>
14. Hernández, C. (2012). *5 enfermedades bucales más comunes*. Recuperado el 29 de mayo de 2016, de salud180: <http://bienestar.salud180.com/salud-dia-dia/5-enfermedades-bucales-mas-comunes>
15. Mecía, C. (2015). *Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades reumáticas del tejido conectivo basado en lógica difusa*. Carrera de Informática. Universidad Mayor de San Andrés.
16. Polineni, R (2009). *Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerencial*. Contabilidad de Costos
17. Ramos, G. (2014). *Sistema Experto para la detección y tratamiento oportuno de la hernia de disco*. Carrera de Informática. Universidad Mayor de San Andrés.
18. Ramirez, O. (2008). *Lógica difusa*. Recuperado el 2 de septiembre de 2016, de Lógica difusa
19. Scarabino, J. (2000). *Sistema Experto: Aspectos técnicos*. Recuperado el 12 de mayo de 2016, de Leccion de Inteligencia Artificial: <http://ciberconta.unizar.es/leccion/sistexpat/000F2.HTM>
20. Valda, L (2015). *Gingivitis*. Facultad de Odontología. Universidad Mayor de San Andrés.

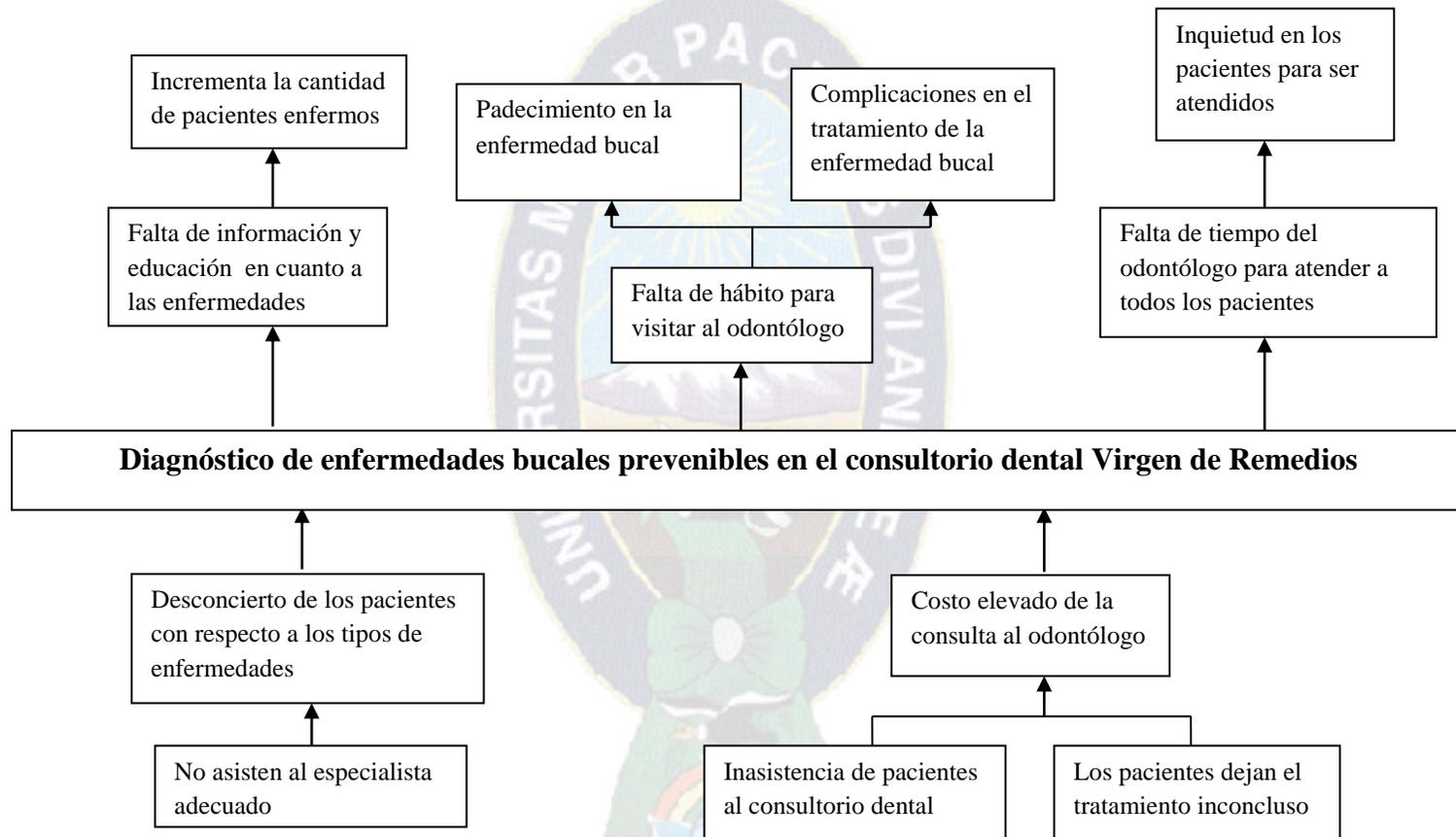


ANEXOS

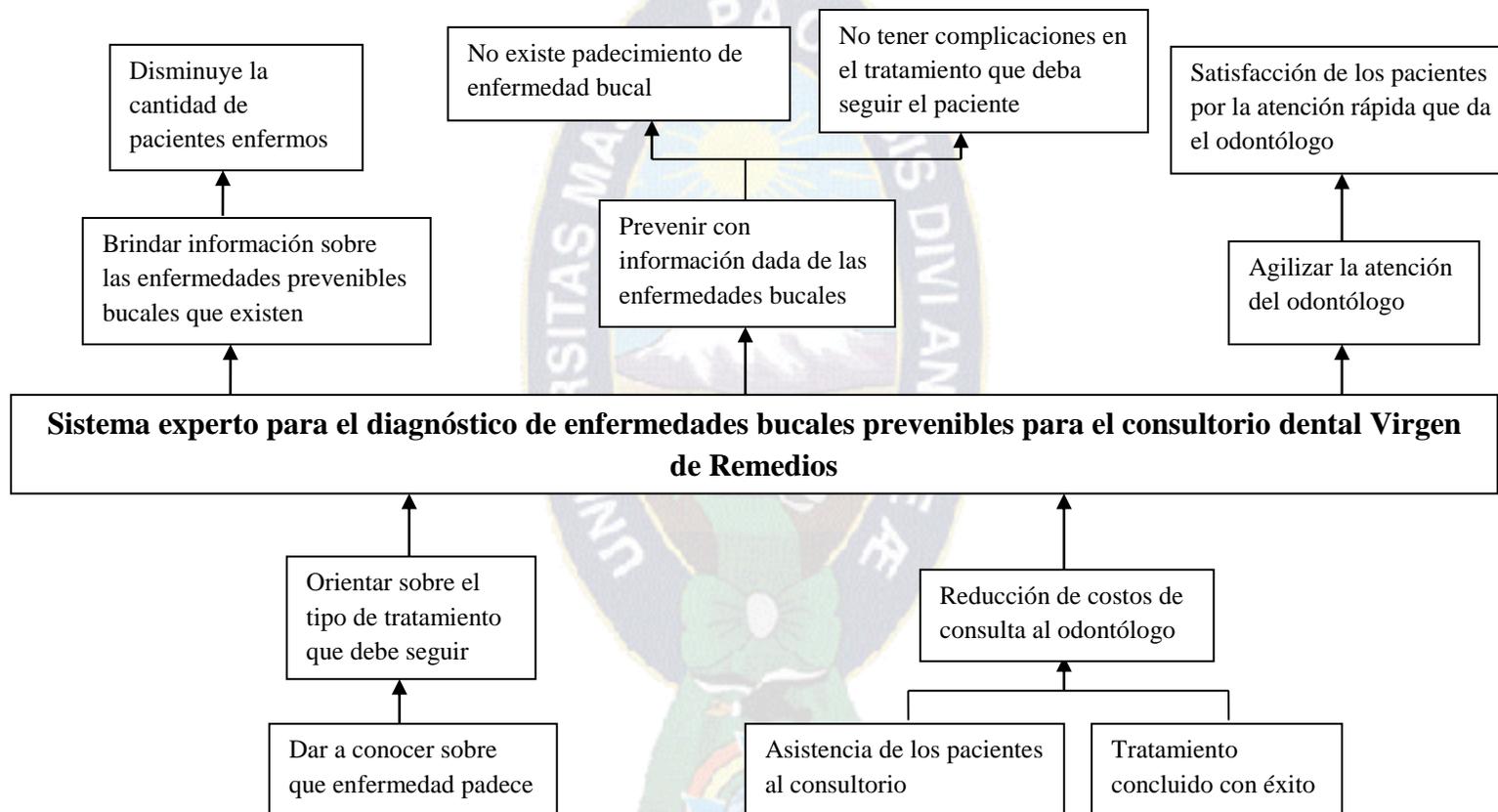
Libres son quienes crean, no quienes copian, y libres son quienes piensan, no quienes obedecen.

Eduardo Galeano

ANEXO A: ÁRBOL DE PROBLEMAS



ANEXO B: ÁRBOL DE OBJETIVOS



ANEXO C: MARCO LÓGICO

	Resumen Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Proporcionar el diagnóstico de las enfermedades bucales prevenibles a los pacientes	Mejorar el proceso de diagnóstico de las enfermedades bucales prevenibles Ahorro de tiempo en el momento de la entrega de diagnóstico	Obtención de resultados óptimos de los diagnósticos de las enfermedades bucales prevenibles	
Propósito	Desarrollar un sistema experto para diagnosticar y brindar un tratamiento de las enfermedades bucales prevenibles	Proceso de administración del sistema desarrollada bajo normas establecidas.	Manuales para el mantenimiento del sistema	Ayuda por parte del odontólogo para la elaboración del sistema
Productos	Diseñar la interfaz de usuario Desarrollar el módulo de síntomas, tratamiento y prevención de enfermedades bucales prevenibles Realizar una base de hechos y conocimientos de las enfermedades bucales prevenibles	Proporcionar un sistema experto que sea confiable, en el momento de dar el diagnóstico	Seguimiento de uso del sistema experto	Requerimientos necesarios para la implementación del sistema
Insumos o Actividades	Recopilación de información de pacientes que asisten al consultorio dental Descripción de requerimientos de acuerdo a entrevistas realizadas Generar los posibles módulos necesarios Análisis de requerimientos	Entrevista con el médico odontólogo Entrevista con los pacientes del consultorio dental	Documentos de recopilación e información sobre el sistema experto	Implementación del sistema en la plataforma de Windows 7

Manual de Usuario del Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Bucales Prevenibles para el Consultorio Dental “Virgen de Remedios”

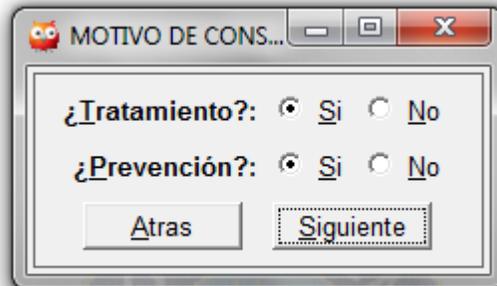
Todo el sistema ha sido implementado completamente en el programa SWI Prolog; el sistema experto a través de preguntas nos permite inferir cual es la posible enfermedad bucal prevenible, asimismo podremos visualizar la imagen del tipo de enfermedad que pueda tener un paciente.

Ahora se comenzará a describir el funcionamiento del Sistema paso a paso, en forma detallada:

Ejecutar el Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Bucales Prevenibles. El sistema comienza mostrándose la siguiente pantalla, el cual tiene Motivo de consulta y Acerca de.



Al dar clic en Motivo de consulta se presentara la primera pantalla de preguntas, a través de la cual se comenzara el proceso de inferencia. Se debe escoger una sola opción para poder continuar.



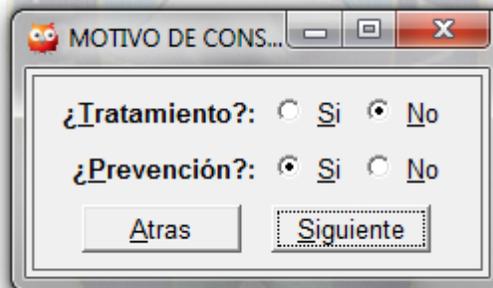
MOTIVO DE CONS...

¿Tratamiento?: Si No

¿Prevención?: Si No

Atras Siguiete

En esta pantalla podrá escoger la pregunta de acuerdo a qué tipo de consulta quiere realizar. Después de elegir una de las opciones, dar clic en siguiente.



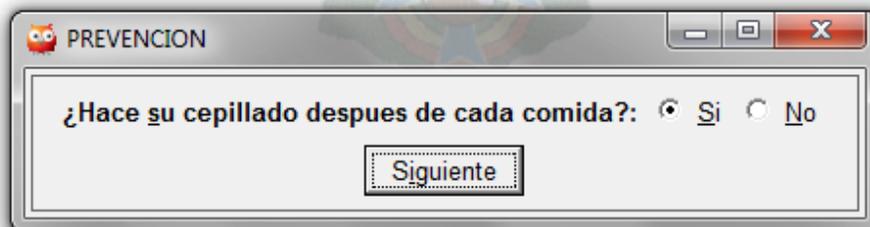
MOTIVO DE CONS...

¿Tratamiento?: Si No

¿Prevención?: Si No

Atras Siguiete

Si anteriormente se escogió la 2° opción aparecerá la siguiente pantalla, donde el paciente debe responder a una de las preguntas.



PREVENCION

¿Hace su cepillado despues de cada comida?: Si No

Siguiete

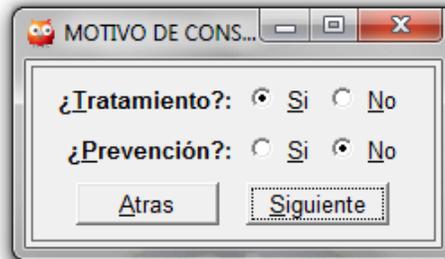
Si se escogió que SI hace su cepillado después de cada comida, se muestra que tipo de prevención debe seguir, que esto está de acuerdo a lo que el odontólogo diagnostica.



Si se escogió que NO hace su cepillado después de cada comida, se muestra que tipo de prevención debe seguir, que esto está de acuerdo a lo que el odontólogo diagnostica.



Por otro lado cuando tiene algún síntoma usted podrá escoger Tratamiento, para que seguidamente pueda realizar el listado de preguntas



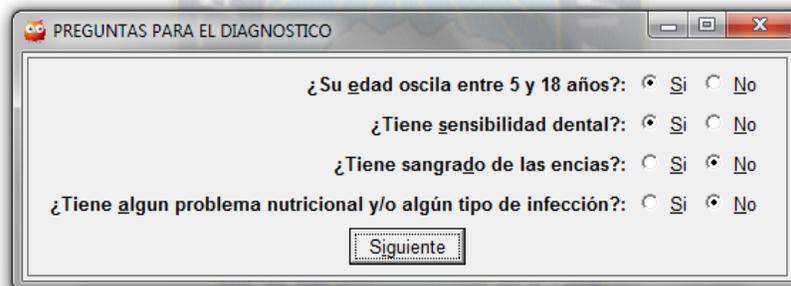
MOTIVO DE CONS...

¿Tratamiento?: Si No

¿Prevención?: Si No

Atras Siguiente

En la siguiente pantalla se muestra las preguntas esenciales para realizar el diagnóstico de acuerdo a una de las preguntas, además cabe recalcar que el paciente debe tener de 5 a 18 años para que se dé un diagnóstico.



PREGUNTAS PARA EL DIAGNOSTICO

¿Su edad oscila entre 5 y 18 años?: Si No

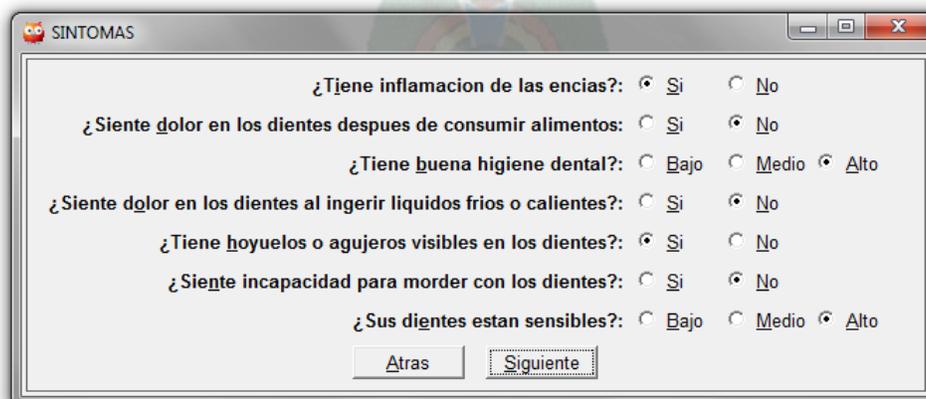
¿Tiene sensibilidad dental?: Si No

¿Tiene sangrado de las encías?: Si No

¿Tiene algún problema nutricional y/o algún tipo de infección?: Si No

Siguiente

En la siguiente pantalla se muestra las preguntas de los tipos de síntomas que pueda tener el paciente, de acuerdo a las respuestas que elija, se dará el diagnóstico correspondiente.



SINTOMAS

¿Tiene inflamación de las encías?: Si No

¿Siente dolor en los dientes después de consumir alimentos?: Si No

¿Tiene buena higiene dental?: Bajo Medio Alto

¿Siente dolor en los dientes al ingerir líquidos fríos o calientes?: Si No

¿Tiene hoyuelos o agujeros visibles en los dientes?: Si No

¿Siente incapacidad para morder con los dientes?: Si No

¿Sus dientes están sensibles?: Bajo Medio Alto

Atras Siguiente

A continuacion se muestra el diagnóstico de la consulta, según los sintomas que tiene el paciente, se muestra el tipo de enfermedad que tiene mas una imagen de la enfermedad . Asi mismo se da el tratamiento que debe seguir el paciente.

ENFERMEDAD BUCAL PREVENIBLE

CARIES



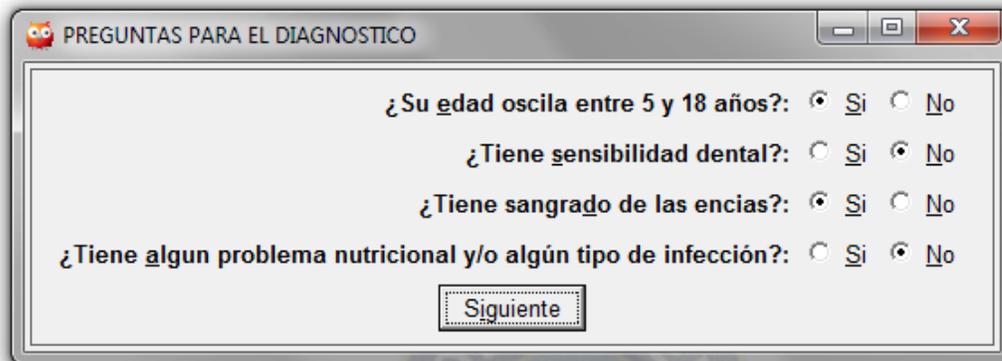
TRATAMIENTO

Una vez que se forma la caries, no se cura por sí sola, es necesario acudir al dentista.
Por lo tanto, es mejor poner remedio lo antes posible para mantener la salud dental, el tratamiento involucra:

- Obturaciones
- Coronas
- Tratamiento de conducto



Si escoge la segunda opción por los síntomas que pueda tener, como se ve en la figura



PREGUNTAS PARA EL DIAGNOSTICO

¿Su edad oscila entre 5 y 18 años?: Si No

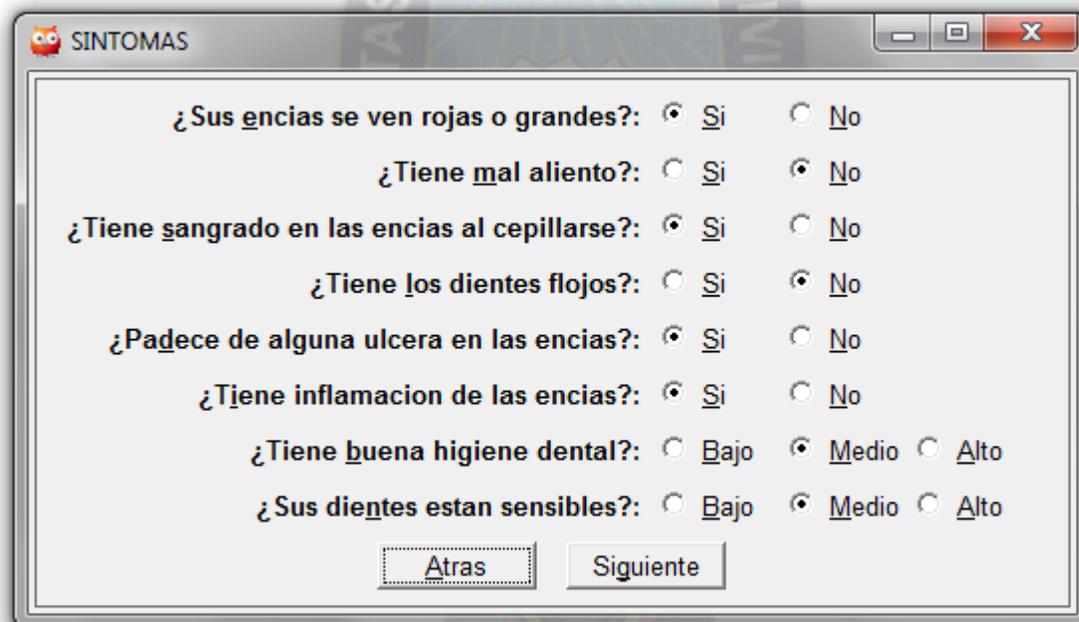
¿Tiene sensibilidad dental?: Si No

¿Tiene sangrado de las encías?: Si No

¿Tiene algun problema nutricional y/o algún tipo de infección?: Si No

Siguiente

Entonces debe de constar las demas preguntas de acuerdo a los dolores que siente



SINTOMAS

¿Sus encías se ven rojas o grandes?: Si No

¿Tiene mal aliento?: Si No

¿Tiene sangrado en las encías al cepillarse?: Si No

¿Tiene los dientes flojos?: Si No

¿Padece de alguna ulcera en las encías?: Si No

¿Tiene infamacion de las encías?: Si No

¿Tiene buena higiene dental?: Bajo Medio Alto

¿Sus dientes estan sensibles?: Bajo Medio Alto

Atras Siguiente

A continuación se muestra el diagnóstico de la consulta, según los síntomas que tiene el paciente, se muestra el tipo de enfermedad que tiene más una imagen de la enfermedad. Así mismo se da el tratamiento que debe seguir el paciente.

ENFERMEDAD BUCAL PREVENIBLE

PERIODONTITIS



TRATAMIENTO

Se deben reparar las superficies ásperas de los dientes o los aparatos dentales.
Hacerse una limpieza dental profesional cada tres meses.
La cirugía puede ser necesaria. Es posible que se requiera abrir y limpiar las bolsas profundas en las encías y brindar soporte a los dientes flojos.
El dentista examinará la boca entera para determinar y comprobar el progreso de la enfermedad.



Antes Después Propocental

Si escoge la tercera opción por los síntomas que pueda tener, como se ve en la figura

PREGUNTAS PARA EL DIAGNOSTICO

¿Su edad oscila entre 5 y 18 años?: Sí No

¿Tiene sensibilidad dental?: Sí No

¿Tiene sangrado de las encías?: Sí No

¿Tiene algún problema nutricional y/o algún tipo de infección?: Sí No

Entonces debe de constar las demas preguntas de acuerdo a lod dolores que siente

SINTOMAS

¿Tiene problemas nutricionales?: Bajo Medio Alto

¿Tiene buena higiene dental?: Bajo Medio Alto

¿Tiene el habito de chuparse los dedos?: Si No

¿Siente incapacidad para morder con los dientes?: Si No

¿Tubo lactancia anormal?: Si No

¿Alguno de sus familiares tiene una maloclusión?: Si No

¿Sufrio algun accidente?: Si No

Atras Siguiente

A continuacion se muestra el diagnóstico de la consulta, según los sintomas que tiene el paciente, se muestra el tipo de enfermedad que tiene mas una imagen de la enfermedad . Asi mismo se da el tratamiento que debe seguir el paciente.

ENFERMEDAD BUCAL PREVENIBLE

MALOCLUSIÓN DENTAL



TRATAMIENTO

La edad más temprana para realizar el tratamiento será la más idónea, ya que siempre será más sencillo corregir un problema de mordida cuando la mandíbula aún se encuentra en su fase de crecimiento.

Corrección con ortodoncia, exclusivamente con un especialista en ortodoncia, puede corregir cualquier tipo de maloclusión dental, devolviendo la estética dental y de sonrisa, como la función





DOCUMENTACIÓN

Porque con el corazón se cree para ser justificado, pero con la boca se confiesa para ser salvo.

Romanos 10:10