

# Desarrollo de un Sistema Experto para el diagnóstico de las principales Enfermedades Bucodentales en pacientes adultos.

Santiago Cesario Ramos Vicente  
Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Sistemas  
scramosv@unl.edu.ec

**Abstract**—En este trabajo se desarrolla un sistema experto para el diagnóstico de las principales enfermedades o patologías bucodentales que se presentan en los pacientes adultos como son: la caries, gingivitis, periodontitis y úlceras. Para determinar la base de conocimiento del sistema experto se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de encontrar estudios relacionados con el tema, además se consultó con experto en este caso una especialista en odontología para validar la información encontrada. Para el desarrollo del sistema experto se basó en la metodología CommonKADS siguiendo sus principales fases. Para la construcción y implementación del Sistema experto se utilizó el lenguaje de programación Prolog que nos permite crear una programación lógica, representando el conocimiento mediante reglas, hechos, variables ya que se tratan de sistemas declarativos. Además, se creó una interfaz gráfica para hacer más amigable el sistema al usuario. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones que se han llegado al implementar el Sistema Experto en el diagnóstico de enfermedades bucodentales en pacientes adultos.

**Keywords**—Caries, Gingivitis, Periodontitis, Úlceras



**Abstract**—This work develops an expert system for the diagnosis of the main diseases or oral pathologies that occur in adult patients such as: caries, gingivitis, periodontitis and ulcers. In order to determine the knowledge base of the expert system, a bibliographic search was carried out to find studies related to the subject. In addition, a specialist in dentistry was consulted in this case to validate the information found. The development of the expert system was based on the CommonKADS methodology following its main phases. For the construction and implementation of the expert system, the programming language Prolog was used, which allows us to create a logical programming, representing the knowledge by means of rules, facts, which are valid since they are declarative systems. In addition, a graphic interface was created to make the system more user-friendly. Finally, we present the conclusions and recommendations that have been reached by implementing the Expert System in the diagnosis of oral diseases in adult patients.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información se encuentran en constante crecimiento y su uso se ha convertido en necesario en cada una de las actividades cotidianas, que realizan diferentes profesionales en distintos sectores. Uno de ellos es en la salud específicamente en el campo

odontológico donde se han integrado las tecnologías de la información para dar solución a muchos desafíos principalmente al diagnóstico de diferentes enfermedades o patologías de acuerdo a los síntomas que presente los pacientes.

Los sistemas expertos abordan estos desafíos de diagnosticar y tratar enfermedades por medio de una base de conocimiento, que es proporcionada por la experiencia de un experto humano en este caso un especialista en salud y un conjunto de reglas para aplicar esta base de conocimiento en situaciones particulares que se le indica al programa.

Para los profesionales odontológicos brindar un servicio de calidad es indispensable en cada consulta es por ello que se requiere un diagnóstico automatizado que pueda ayudar tanto al paciente como al odontólogo en el tiempo y costo invertido en cada consulta. La importancia radica en mejorar el diagnóstico de las enfermedades bucodentales más comunes que presentan los pacientes adultos como son: las caries, gingivitis, periodontitis y úlceras. El

sistema experto ayudara al especialista en la toma de decisiones inmediatas para proporcionar el diagnóstico y tratamiento adecuado en cada caso particular y así por medio de esta herramienta mejorar la toma de decisiones al especialista.

## 2 MARCO TEORÍCO

Para el desarrollo del marco teórico se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de encontrar trabajos relacionados al tema y documentación que sustente el desarrollo del sistema experto propuesto.

### 2.1 Trabajos Relacionados

Según Velasquez[3] en su trabajo de tesis propone el desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de enfermedades bucales prevenibles, por la razón de que muchos pacientes presentan estos síntomas y no acuden al odontólogo ya sea por tiempo, dinero lo que genera que desarrollen estas enfermedades. El sistema está basado en la metodología de Buchanan, para la construcción del sistema experto se diseñó la base de conocimiento obteniendo la información de un experto 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. El sistema experto cuenta 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).

De igual forma Zerna[7] en su trabajo de tesis desarrolla un prototipo de un sistema experto para diagnosticar el nivel de afectación de caries, gingivitis y descalcificación, tomando como referencia las normas internacionales que aplican para cada patología. Aplica la metodología

Buchanan, que consiste en una serie de etapas como: Identificación, Conceptualización, Formalización, Implementación y Pruebas, las enfatizan una documentación de los procesos que reemplazan parcialmente al experto, sirven de medio de comunicación y referencia entre los usuarios y los diseñadores, esta metodología ofrece una comunicación constante entre el experto (Especialista del área) y el Ingeniero de conocimiento. Adicionalmente el ingreso de imágenes al sistema experto permite que se realice el procesamiento con una red neuronal previamente entrenada para obtener el diagnóstico preliminar de la afectación por categoría.

Como sostienen Agüin[1] *et al.* en su investigación “Diseño de la base de conocimiento para un Sistema Informático Experto en Patología Bucal” se enfocan en la utilización de las técnicas de la inteligencia artificial y la ingeniería del conocimiento para la construcción de un sistema experto como apoyo para el diagnóstico odontológico. La base de conocimiento contiene la información y experiencia de un experto en patología bucal, relacionada con el diagnóstico más probable, diagnóstico diferencial, estudio histopatológico y tratamiento de 38 lesiones bucales, de acuerdo a los signos y síntomas que presente el paciente. La metodología principalmente se dividió en las siguientes fases: Adquisición del conocimiento, matriz del conocimiento, árbol de conocimiento y representación del conocimiento. En los resultados del estudio los autores lograron representar la base de conocimiento para el sistema experto del diagnóstico de patologías bucales aplicando las técnicas y métodos que proporcionan la ingeniería del conocimiento, mediante las reglas de producción, como una aplicación de los sistemas expertos en la inteligencia artificial, dichas reglas nos permiten construir la base de conocimiento, las que deben ser adecuadas para poder alcanzar una correcta inferencia en los diagnósticos todo esto va de la mano con la ayuda del experto que deben ser capaces de elaborar los caminos cognitivos utilizados.

Según Condori[2] en su trabajo de tesis desarrolla un software para el aprendizaje de higiene bucal y prevención de las enfermedades bucodentales en lo escolares, donde identifica las principales enfermedades que se pueden presentar como son: caries dental, pulpitis, periodontitis, gingivitis, afta y alitosis. Como resultado principal es el uso del software educativo ESDIENSA como apoyo en la enseñanza del tema de higiene bucal en las aulas.

Para Ayala[4] en su estudio referente Los pediatras en la prevención de enfermedades bucales, identifica a las caries, gingivitis y maloclusiones como las principales enfermedades que pueden presentar los niños a temprana edad. El objetivo principal del estudio es determinar la importancia sobre la participación del pediatra en la prevención de enfermedades orales y plantear un programa de atención en la intersección y detección en el transcurso de su revisión habitual. Como resultado es crear equipo de gran potencial, en el campo de la prevención y que mediante a la revisión a las estructuras orales por parte del pediatra y la derivación oportuna en el caso que sea necesario a otro especialista todo esto para buscar la salud bucal de los pacientes.

Según Langlais[6] *et al.* señala que la función clave del odontólogo debe ser diferenciar lo normal de lo anormal, y luego, documentar y describir minuciosamente esos hallazgos. Para ello se debe realizar una valoración completa, para luego dar inicio a la fase diagnóstica del cuidado. El odontólogo, al final establece el diagnóstico definitivo, el higienista dental desempeña un papel integral, reuniendo datos y alertando sobre signos de enfermedad, u otras anomalías de la cavidad bucal. Las enfermedades más comunes que pueden presentarse en pacientes adultos tenemos las caries dental que es una infección bacteriana que lesiona las estructuras de los dientes, la gingivitis es otra patología es una infección bacteriana mixta que produce inflamación y daño reversible de los tejidos gingivales y la periodontitis es la inflamación del periodonto

causada por una placa microbiana persistente, que se caracteriza por pérdida progresiva de la fijación epitelial y destrucción del ligamento periodontal y el hueso alveolar.

## 2.2 Conceptos Elementales

En la presente sección se destacan los principales conceptos y características que sirvan para fundamentar el desarrollo del sistema experto para el diagnóstico de las principales enfermedades bucodentales en adultos.

- **Sistema Experto:** pertenece a la 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[3].

Los sistemas expertos en el área de la salud brindan apoyo en la tarea diagnóstica y de planificación de tratamiento. Estos sistemas son útiles como herramienta educativa y ayudan a mejorar la consistencia diagnóstica entre un grupo de clínicos, permitiendo generalizar la terminología y el conjunto de diagnósticos[1].

- **Componentes de un Sistema Experto:** Según Velasquez [3] dentro de los desarrollos conocidos sobre Sistemas Expertos existen varias arquitecturas posibles, todas ellas tienen los siguientes componentes en común:
  - Base de Conocimiento
  - Base de Datos
  - Motor de inferencia
  - Trazador de Explicaciones
  - Trazador de Consultas

**La 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.

**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.

- **Enfermedades Bucodentales:** Burgos y Zerna conceptualizan[5] que las enfermedades bucodentales empiezan afectando un área limitada del cuerpo humano considerando su relación con cada pieza dental, es decir, sus consecuencias e impacto llegar a afectar al cuerpo de forma global. La organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud bucodental como "la usencia de dolor bucal o facial, de cáncer oral o garganta, de infecciones o úlceras, caries, pérdida de las piezas dentales, de enfermedades periodontales o alguna otra alteración que llegasen a limitar la capacidad de morder, reír, hablar, masticar y por lo tanto comprometan el bienestar psicosocial.

Según Velasquez[3] las principales enfermedades bucodentales que se presentan en los pacientes son:

- Caries
- Gingivitis
- Periodontitis
- Úlceras

**Caries:** En su libro Langlais[6] *et al.*

define la caries dental (o dientes caria-dos) como una infección bacteriana que lesiona las estructuras de los dientes. La desmineralización y destrucción de la matriz orgánica de los dientes, causada por el daño, es el resultado de la interacción de bacterias productoras de ácido (*Streptococcus mutans*, *Actinomyces viscosus*, *Lactobacillus spp* y *Streptococcus sanguis*) en placas, junto con restos de alimentos, durante un tiempo.

**Síntomas:**

- Infecciones o abscesos en los dientes.
- Dolor en las piezas dentales.
- Sensibilidad a los alimentos o bebidas frías o calientes.
- Sensibilidad a los alimentos o bebidas dulces.
- Hoyuelos o agujero en los dientes.
- Cambio de coloración en las piezas dentales.

**Gingivitis:** La gingivitis es una infección bacteriana mixta que produce inflamación y daño reversible de los tejidos gingivales, sin pérdida de tejido conectivo de fijación. Ocurre a cualquier edad, pero con suma frecuencia se origina durante la adolescencia. Requiere la presencia y maduración de una placa dental

**Síntomas:**

- Sangrado al uso del cepillo o hilo dental.
- Apariencia roja brillante o roja pupura en las encías.
- Inflamación en las encías.
- Sensibilidad en las encías.
- Úlceras bucales.
- Sangrado al cepillarse.

**Periodontitis:** La periodontitis es la inflamación del periodonto causada por una placa microbiana persistente, que se caracteriza por pérdida progresiva de la fijación epitelial y destrucción del ligamento periodontal y el hueso alveolar. Está precedida por gingivitis y placa dental, y contiene muchas especies anaerobias. **Síntomas:**

- Mal aliento en la boca

- Apariencia roja brillante o roja pupura en las encias.
- Sangrado al uso del cepillo o hilo dental.
- Sensibilidad al tacto.
- Pus en dientes y encias.
- Piezas dentales flojas.
- Aspecto brillante en las encias

**Úlceras:** La ulceración bucal recurrente es un trastorno común causado por varios factores, en especial traumatismos. Las úlceras pueden producirse a cualquier edad y cualquier sexo. Las localizaciones probables de las úlceras traumáticas son la mucosa labial/del carrillo, paladar y borde de la lengua.

Las úlceras traumáticas pueden ser causadas por sustancias químicas, calor o fuerzas mecánicas y se clasifican por lo general de acuerdo a la naturaleza exacta de la agresión.

**Síntomas:**

- Dolor en la lengua, labios o mucosa.
- Quemazón en la lengua, labios o mucosa.
- Heridas de color blanco en la lengua, labios o mucosa.
- fiebre o malestar en general.
- Presencia de ampollas en la lengua, labios o mucosa.

### 3 METODOLOGÍA

Para el desarrollo del sistema experto se tomo como referencia la metodología de de CommonKADS que es una metodología que se aplica al análisis y la construcción de sistemas basados en el conocimiento.

#### 3.1 Obtención de Información

En esta fase se determino los objetivos principales para el desarrollo del sistema experto para ello se responde las siguientes interrogantes el ¿Por qué? del presente SE, se desarrolla ya que existe una necesidad por parte del especialista odontologo en automatizar el diagnóstico de las enfermedades bucodentales mas comunes con el fin de dar un servicio

de calidad y por ende reducir tiempo y costo de este proceso. La siguiente interrogante seria ¿Qué? del SE es necesario conocer la naturaleza y estructura del conocimiento que sera parte del SE, como conocemos nuestro sistema esta conformado por una serie de aserciones lógicas ya que se tratan de sistemas declarativos. Finalmente la última interrogante es ¿Cómo? el SE necesitara de elementos de Hardware y Software que satisfagan la necesidad de crear una estructura de programación lógica para ellos se utiliza el lenguaje de programación de Prolog. Respondidas estas interrogantes procedemos a realizar las tareas para obtener la información para ello se realizó una entrevista ver (Anexo A) a una especialista en odontologia para determinar cuales son las principales enfermedades bucodentales en pacientes adultos determinando: las caries, gingivitis, periodontitis y las úlceras como las principales, además nos proporciono los sintomas específicos que presenta cada paciente en dicha enfermedad y su respectivo tratamiento.

#### 3.2 Base de Conocimiento

Una vez obtenida toda la información se presenta la base de conocimiento que sera utilizada en el sistema experto, específicamente las enfermedades y los sintomas que definen que un paciente padece alguna de ellas.

- **Caries**

- Infecciones o abscesos en los dientes.
- Dolor en las piezas dentales.
- Sensibilidad a los alimentos o bebidas frias o calientes.
- Sensibilidad a los alimentos o bebidas dulces.
- Hoyuelos o agujero en los dientes.
- Cambio de coloración en las piezas dentales.

- **Gingivitis**

- Sangrado al uso del cepillo o hilo dental.
- Apariencia roja brillante o roja pupura en las encias.
- Inflamación en las encias.
- Sensibilidad en las encias.
- Úlceras bucales.

- Sangrado al cepillarse.
- **Periodontitis**
  - Mal aliento en la boca
  - Apariencia roja brillante o roja pupura en las encias.
  - Sangrado al uso del cepillo o hilo dental.
  - Sensibilidad al tacto.
  - Pus en dientes y encias.
  - Piezas dentales flojas.
  - Aspecto brillante en las encias
- **Ulceras**
  - Dolor en la lengua, labios o mucosa.
  - Quemazón en la lengua, labios o mucosa.
  - Heridas de color blanco en la lengua, labios o mucosa.
  - fiebre o malestar en general.
  - Presencia de ampollas en la lengua, labios o mucosa.

### 3.3 Motor de Inferencia

El motor de inferencia nos permitio controlar la ejecución por medio de la selección de reglas y hechos. Presentamos las principales reglas y hechos que se establecieron en el Sistema Experto.

```
tiene_caries:- pregunta('¿Presenta cambio de color en alguna pieza dental?'),!.
tiene_gingivitis:- pregunta('¿Presencia sangrado en las encias al cepillarse?'),!.
tiene_periodontitis:- pregunta('¿Presenta un aspecto brillante en sus encias?'),!.
tiene_ulceras:- pregunta('¿Presencia de ampollas en la lengua, labios o mucosa?'),!.
```

Figure 1. Reglas principales de cada enfermedad

En la figura 1 podemos identificar las reglas principales que utilizamos para hacer la inferencia, es decir cada una de las preguntas que se encuentran en las reglas definen el camino que se seguira para cada enfermedad sea caries, gingivitis, periodontitis y ulceras.

```
caries:- tiene_caries,
pregunta('¿Presenta infección o absceso dental?'),
pregunta('¿Presenta dolor en la pieza dental o muelas?'),
pregunta('¿Presenta sensibilidad o molestia al comer bebidas o alimentos frios y calientes?'),
pregunta('¿Presenta sensibilidad o molestia al comer bebidas o alimentos dulces?'),
pregunta('¿Presenta hoyuelos o agujeros visibles en los dientes?').
```

Figure 2. Regla para determinar la patología de la caries

En la figura 2 se encuentra la regla con todos los sintomas que presenta la caries, cada uno de ellos define que el paciente padece la enfermedad en el caso de que uno solo de ellos no se cumpla se descarta dicha enfermedad y continua con las siguiente.

```
gingivitis:- tiene_gingivitis,
pregunta('¿Presencia sangrado en las encias al usar el hilo dental?'),
pregunta('¿Presencia de una apariencia roja brillante o roja pupura en las encias?'),
pregunta('¿Presencia de inflamación en sus encias?'),
pregunta('¿Presencia de sensibilidad en sus encias?'),
pregunta('¿Presencia de ulceras bucales?').
```

Figure 3. Regla para determinar la patología de la gingivitis

En la figura 3 se encuentra la regla con todos los sintomas que presenta la gingivitis cada uno de ellos define que el paciente padece la enfermedad en el caso de que uno solo de ellos no se cumpla se descarta dicha enfermedad y continua con las siguiente.

```
periodontitis:- tiene_periodontitis,
pregunta('¿Presenta mal aliento?'),
pregunta('¿Presenta una apariencia roja brillante o roja pupura en las encias?'),
pregunta('¿Presenta sangrado en las encias al cepillarse?'),
pregunta('¿Presenta sangrado en las encias al usar el hilo dental?'),
pregunta('¿Presenta sensibilidad al tacto, pero por lo demas no duele?'),
pregunta('¿Presenta pus entre los dientes y encias?'),
pregunta('¿Presenta dientes flojos?').
```

Figure 4. Regla para determinar la patología de la periodontitis

En la figura 4 se encuentra la regla con todos los sintomas que presenta la periodontitis cada uno de ellos define que el paciente padece la enfermedad en el caso de que uno solo de ellos no se cumpla se descarta dicha enfermedad y continua con las siguiente.

```

ulceras:- tiene_ulceras,
pregunta('¿Presencia de dolor en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de quemazón en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de heridas de color blanco en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de fiebre o malestar en general?').

```

Figure 5. Regla para determinar la patología de la úlceras

En la figura 5 se encuentra la regla con todos los síntomas que presenta la úlceras cada uno de ellos define que el paciente padece la enfermedad en el caso de que uno solo de ellos no se cumpla se descarta dicha enfermedad y continua con las siguiente.

```

ulceras:- tiene_ulceras,
pregunta('¿Presencia de dolor en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de quemazón en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de heridas de color blanco en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de fiebre o malestar en general?').

```

Figure 6. Regla para determinar la patología desconocida

En la figura 6 esta regla determina que la enfermedad no se encuentra dentro de nuestra base de conocimiento, es decir en cada una de las enfermedades por lo menos un síntoma no se debe cumplir para que nuestra regla determine que la enfermedad es desconocida.

## 4 DESARROLLO

En la presente sección se presenta el desarrollo del sistema experto en el lenguaje de programación Prolog detallando cada parte del código y se presentará la simulación de un diagnóstico de ejemplo.

```

%Libreria para realizar el modo gráfico en Prolog
:- use_module(library(pce)).
% Libreria que me permite crear, etiquetas, botones y otros elementos
% para el SE.:- use_module(library(pce_style item)).
:- use_module(library(pce_style item)).
%

```

Figure 7. Importación de Librerías

En la figura 7 se visualiza la importación de las librerías en Prolog que nos permitirán generar la interfaz gráfica de usuario es decir

poder agregar botones, labels, y cuadros de dialogo necesarios para nuestro sistema experto.

```

menu_principal :- %regla que nos permite crear objetos
new(Main, dialog('DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES BUCODENTALES',size(1000,800))),
new(L, label(nombre,'CONSULTA ODONTOLOGICA')),
new(A, label(nombre,'Desarrollado por: Santiago Cesario Ramos Vicente')),

new(@texto, label(nombre,'Responda las siguientes preguntas que sirvan para
evaluar su diagnostico')),
new(@respuesta, label(nombre,'')),

new(Salir,button('SALIR',and(message(Main,destroy),message(Main,free)))),

new(@boton,button('REALIZAR DIAGNOSTICO',message(@prolog,botones))),

```

Figure 8. Creación de Objetos mediante el predicado new

En la figura 8 se visualiza la utilización de un predicado que nos proporciona prolog new(?Reference, +NewTerm) este predicado recoge dos parámetros, el primero recogería la referencia que se le asigna al nuevo objeto, ya que new se usa para crear objetos. El segundo parámetro le indicaría el objeto que se quiere crear. En se crean objetos tales como: botones, etiquetas, cuadros de dialogo que serán utilizados en todo el desarrollo del sistema experto cada uno con sus parámetros de entrada.

```

%Crear el tamaño de cada boton y de cada Label
send(Main, append(L), new(@btncarrera,button('¿DIAGNOSTICO?')),
send(Main, display,L,point(125,20)),
send(Main, display,A,point(20,75)),
send(Main, display,@boton,point(100,150)),
send(Main, display,@texto,point(20,100)),
send(Main, display,Salir,point(20,400)),
send(Main, display,@respuesta,point(20,130)),
send(Main,open_centered),
send(@texto,font,font(comic,bold,10)),
send(L,font,font(comic,bold,20)).
%tas seran las enfermedades para diagnosticar dependiendo de los
%ntomas que presenten los pacientes.

```

Figure 9. Envío de mensajes mediante el predicado Send

En la figura 9 podemos ver la utilización del predicado send(?Receiver,+Selector(Args...)), donde establecemos la propiedades de nuestros objetos creados anteriormente y los fijamos en nuestro cuadro de dialogo principal llamado Main. Este predicado el primer parámetro nos indica la referencia al objeto al que deseamos enviarle un mensaje y el segundo parámetro indicará el método al que queremos invocar, lo cual indicaremos junto a los argumentos que queremos enviarle al método.



```

patologias('SEGÚN SUS SINTOMAS PADECE: CARIES
TRATAMIENTO:
Acudir al dentista, el 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 crónicas.
El tratamiento puede involucrar:
    □ Obturaciones
    □ Coronas
    □ Tratamiento de conducto
'): -caries,!.

```

Figure 10. Declaración de las reglas para determinar el tipo de enfermedad bucodental

En la figura 10 se crean las diferentes reglas que permiten inferir el conocimiento, es decir si la regla planteada su cuerpo nos devuelve un valor verdadero en la interfaz gráfica se visualizara el tipo de enfermedad que padece y su respectivo tratamiento. En esta regla existe un operador de corte para que una vez encontrada la regla y su valor es verdadero no siga buscando en las demás reglas.

```

ulceras:- tiene_ulceras,
pregunta('¿Presencia de dolor en la lengua, labios o mucosa?'),
pregunta('¿Presencia de quemazón en la lengua, labios o mucosa?')
pregunta('¿Presencia de heridas de color blanco en la lengua, lab'),
pregunta('¿Presencia de fiebre o malestar en general?').

```

Figure 11. Declaración de las reglas que contienen los síntomas de cada enfermedad

En la figura 11 se visualiza las reglas que tienen los síntomas de cada enfermedad expresados en preguntas que serán las que visualizara el usuario para poder determinar si tienen o no cada uno de los síntomas a la enfermedad que corresponde.

En la figura 12 se plantean las reglas que contienen las principales preguntas de cada enfermedad, es decir si el paciente contesta un "SI" cualquiera de estas preguntas se determina el camino a seguir para poder preguntar los síntomas correspondientes a la enfermedad se puede decir que se infiere que puede tener. En

```

tiene_caries:- pregunta('¿Presenta cambio de color en alguna pieza dental?'),!.
tiene_gingivitis:- pregunta('¿Presencia sangrado en las encías al cepillarse?'),!.
tiene_periodontitis:- pregunta('¿Presenta un aspecto brillante en sus encías?'),!.
tiene_ulceras:- pregunta('¿Presencia de ampollas en la lengua, labios o mucosa?'),!.

```

Figure 12. Declaración de las reglas que contienen las preguntas principales de cada enfermedad

estas reglas también existe un operador para controlar que no siga ejecutando las siguientes reglas una vez que sea encontrada.

```

:-dynamic si/1,no/1.
preguntar(Problema):-new(Di,dialog('SISTEMA EXPERTO DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES BUCODENTALES')),
new(L2,label(texto,'Responde las siguientes preguntas:')),
new(L3,label(problem,Problema)),
%Creación de los botones SI / NO
new(BOTON1,button(si,(message(Di,return,si)))),
new(BOTON2,button(no,(message(Di,return,no)))),
send(Di,append(L2)),
send(Di,append(L3)),
send(Di,append(BOTON1)),
send(Di,append(BOTON2)),

send(Di,default_button,si),
send(Di,open_centered),get(Di,confirm,Answer),
write(Answer),send(Di,destroy),
((Answer==si)->assert(si(Problema));
assert(no(Problema)),fail).

```

Figure 13. Proceso que permite generar las preguntas y capturar los valores SI o NO

En la figura 13 se visualiza las líneas de código del proceso que nos define el diagnóstico de las enfermedades basado en las preguntas de si o no. Como sabemos definimos algunas preguntas específicas que nos permiten seguir el camino por una enfermedad particular si el usuario contesta afirmativamente es decir "SI" en caso de ser lo contrario "No" saltara al camino de la siguiente enfermedad. También esta parte se crea algunos elementos como son: el cuadro de diálogo en donde se visualiza las preguntas, los botones para las opciones de SI o NO y algunas funciones que nos permiten capturar los valores que selecciona el usuario.

```

pregunta(S):- (si(S)->true; (no(S)->fail; preguntar(S))).
limpiar:- retract(si(_),fail).
limpiar:- retract(no(_),fail).
limpiar.

```

Figure 14.

En la figura 14 finalmente se visualiza las líneas de código del proceso de elección de



acuerdo al diagnóstico basado en las preguntas anteriores. De igual forma se utiliza el predicado `send` para enviar los mensajes a cada una de las etiquetas y botones dando como resultado el diagnóstico final al paciente dependiendo de los resultados de las preguntas contestadas en las anteriores reglas.

```
botones:-lim,
    send(@boton,free),
    send(@btncarrera,free),
    patologias(Enfer),
    send(@respuesta, selection(Enfer)),
    send(@respuesta,font,font(comic,bold,12)),
    new(@boton,button('Iniciar su evaluación',message(@prolog,botones))),
    send(Menu,display,@boton,point(40,20)),
    send(Menu,display,@btncarrera,point(20,50)),
limpiar.
lim:-send(@respuesta,selection('')).
```

Figure 15.

En la figura 15 finalmente se visualiza las lienas de código del proceso de elección de acuerdo al diagnóstico basado en las preguntas anteriores. De igual forma se utiliza el predicado `send` para enviar los mensajes a cada una de las etiquetas y botones dando como resultado el diagnóstico final al paciente dependiendo de los resultados de las preguntas contestadas en las anteriores reglas.

## 5 RESULTADOS

En la presente sección se realiza una simulación de ejemplo del sistema experto para poder visualizar el resultado final de la implementación de lo realizado anteriormente en Prolog.

En la figura 10

```
?-
% library(pce_style_item) compiled into pce_style_item 0.00 sec, 30 clauses
% c:/Users/usuario/Documents/Prolog/Sistema_Experto_Odontologico.pl compiled 0.0
0 sec, 24 clauses
?- menu_principal
```

Figure 16. Comando para ejecutar nuestra interfaz gráfica en prolog

En la figura 16 se visualiza la llamada a nuestra interfaz gráfica en prolog para comenzar la ejecución del Sistema experto.

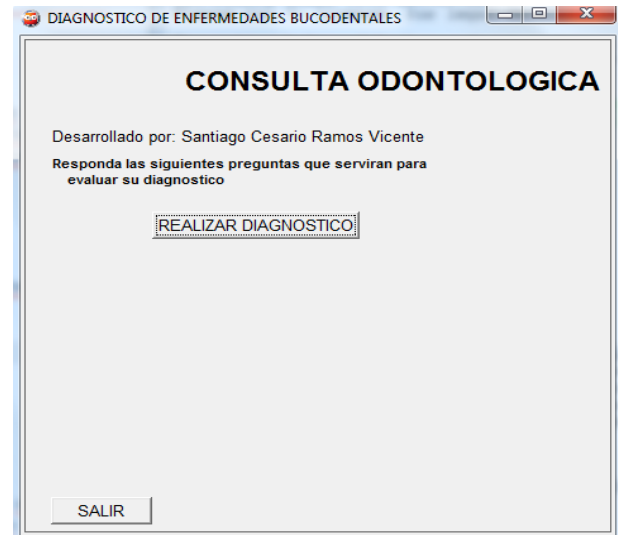


Figure 17. Pantalla principal del Sistema Experto

En la figura 17 se visualiza la pantalla principal donde el usuario podra iniciar el diagnóstico seleccionando el boton de "Realizar diagnóstico" y tambien tendra la opción de salir.

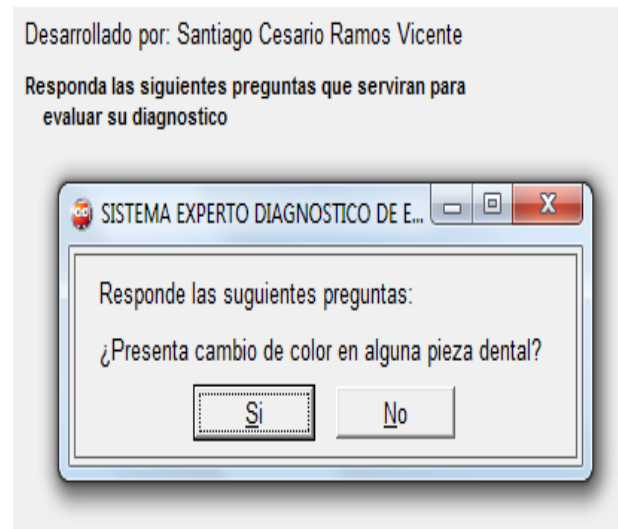


Figure 18. Cuadro de dialogo donde se presentan las preguntas con las opciones de 'Si' o 'No'.

En la figura 18 se visualiza la pregunta principal en este caso de la caries, Si el usaurio selecciona 'Si' seguira con las preguntas referentes a la caries caso contraio si selecciona

seguira con las siguientes preguntas principales de las demas enfermedades que tenemos que son: caries, gingivitis, periodontitis y ulceras.

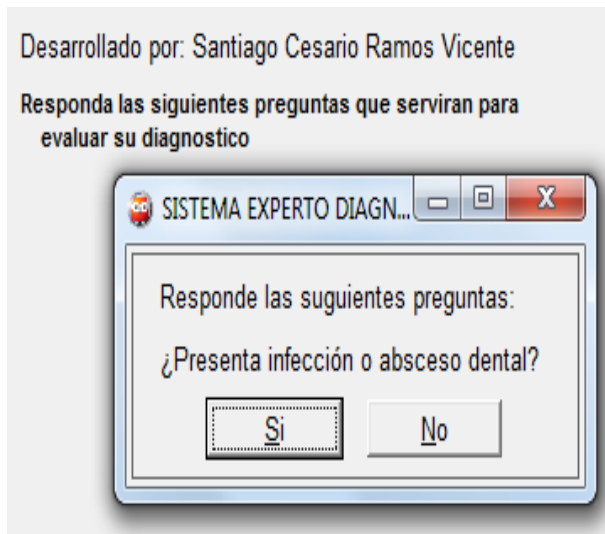


Figure 19. Cuadro de dialogo donde se presentan las preguntas con las opciones de 'Si' o 'No' referentes a la enfermedad de la Caries'.

En la figura 19 empieza el recorrido en por las preguntas de los sintomas de la caries en el caso de que todas las preguntas sean seleccionadas por el usuario con un 'SI' el diagnostico sera que padece de la enfermedad caso contrario seguira con las siguiente pregunta principal de la siguiente enfermedad.

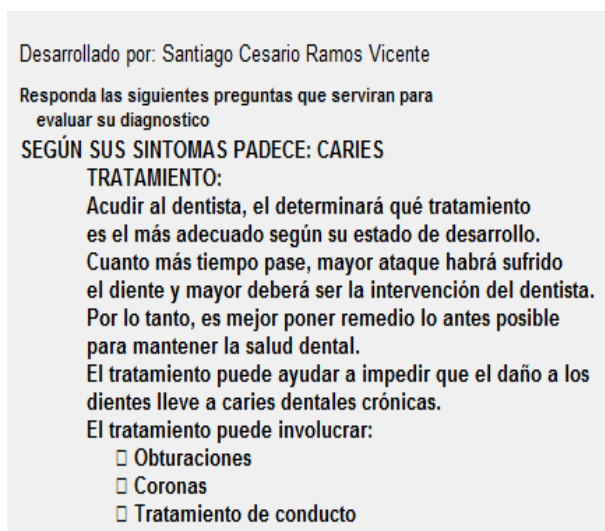


Figure 20. Cuadro de dialogo donde se presentan el diagnostico dependiendo de los sintomas

En la figura 20 obtenemos el resultado final

donde se visualiza que el paciente padece de caries todo esto de acuerdo a los sintomas presentados, adicional a esto se ve una pequeña descripcion en donde se le da una opción de tratamiento al paciente. De igual forma se repite el proceso para las demas enfermedades dependiendo de los sintomas presentados.

## 6 CONCLUSIONES

- Para el desarrollo de un eficiente sistema experto es necesario que cumpla con los objetivos planteados de una organización o empresa para dar solución a un problema por medio del SE, para ello es necesario que exista una cooperación entre el experto y el ingeniero del conocimiento ya que es esta parte en donde se obtiene la base de conocimiento que forma parte indispensable del Sistema. Si este conocimiento se obtienen de una manera desinteresada el SE no cumplira con su función y por ende sera obsoleto para la organización.
- Para el desarrollo de un Sistema experto es necesario seguir una metodología para poder ir detallando cada fase que se da en la construcción y diseño del SE. Una de estas es la CommonKADS que permite al ingeniero del conocimiento construir sistemas computarizados que contienen conocimiento y razonamiento de un dominio específico y así dar solución a un problema.

## 7 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los especialistas odontólogos hacer una ampliación del sistema experto 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 este tipo de sistemas debido a las nuevas exigencias del mercado.
- El sistema experto propuesto no muestra sobre los tipos de medicamentos que debe tomar un paciente solo su diagnóstico y

unas breves indicaciones, los cuales son importantes para controlar la enfermedad bucal.

## REFERENCES

- [1] Víctor Agüin, Gabriel Berrios, and Rosa Meléndez. "Diseño de la Base de Conocimiento para un Sistema Informático Experto en Patología Bucal". In: *Acta Científica Estudiantil* 7.2 (2009), pp. 85–93.
- [2] Swounny Larisa Chura Condori. "Influencia del Software Educativo "Esdiensa" en el aprendizaje de higiene bucal y la prevención de enfermedades bucodentales en escolares de la comunidad de Poltoccsa-Andahuaylas". In: (2017).
- [3] María Esther Condori Velasquez. "Sistema Experto para el diagnóstico de enfermedades bucales prevenibles para el consultorio dental" Virgen de Remedios"". PhD thesis. 2016.
- [4] Carmen de la Luz Ayala. "Los pediatras en la prevención de enfermedades bucales". In: *Archivos de Pediatría del Uruguay* 87.3 (2016), pp. 257–262. ISSN: 1688-1249.
- [5] Kerly Ximena Espinoza Burgos and Jonathan Miguel Quinde Zerna. "Sistema experto para el diagnóstico de caries, gingivitis y descalcificación: Desarrollo de un prototipo." B.S. thesis. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ..., 2019.
- [6] Robert Langlais, Craig Miller, and Jill Gehrig. *Atlas Color de enfermedades bucodentales*. 2009, p. 245. ISBN: 9780781780971.
- [7] Jhonny Mamani Cruz. "Sistema Experto para detección de Enfermedades Periodontales". PhD thesis. 2016.

**Enlace del proyecto:** <https://github.com/SantiCRV/Sistema-Experto-Odontologico.git>