



*Aseorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.  
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATI120618V12

**Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.**

<http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/>

**Año: VII**

**Número: Edición Especial**

**Artículo no.:69**

**Período: Abril, 2020**

**TÍTULO:** La evolución de los métodos y herramientas para la detección de caries.

**AUTORES:**

1. Máster. Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez.
2. Máster. Patricia De Las Mercedes Witt Rodríguez.

**RESUMEN:** Las enfermedades bucales son un problema en la sociedad actual, siendo una de las más relevantes la caries, la cual ha sido considerada como una de las enfermedades más prevalentes a nivel mundial debido a que produce cambios en el esmalte dental y dentina. En la actualidad, cada vez es más resaltable el hecho de la evolución de la tecnología, y no solo en la vida cotidiana, también en el ámbito de la salud, y es que existen equipos tecnológicos que ayudan en la salud bucal, siendo capaces de manipular información de manera digital; es decir, almacenan la información mediante una serie de impulsos eléctricos basados en un sistema binario, lo cual hace posible que la información sea interpretada sin ninguna posibilidad de error.

**PALABRAS CLAVES:** ICIDAS, diagnóstico de Caries, segmentación de imágenes.

**TITLE:** The evolution of methods and tools for the detection of caries.

**AUTHORS:**

1. Master. Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez.
2. Master. Patricia De Las Mercedes Witt Rodríguez.

**ABSTRACT:** Oral diseases are a problem in today's society, one of the most relevant being caries, which has been considered one of the most prevalent diseases worldwide because it produces changes in tooth enamel and dentin. Nowadays, the evolution of technology is more and more remarkable, and not only in daily life, but also in the health field. There are technological equipments that help in oral health, being able to manipulate information in a digital way, that is to say, they store the information by means of a series of electrical impulses based on a binary system, which makes it possible for the information to be interpreted without any possibility of error.

**KEY WORDS:** ICIDAS, diagnosis of Caries, segmentation of images.

## **INTRODUCCIÓN.**

Las enfermedades bucodentales afectan a un área limitada del cuerpo humano, pero sus consecuencias e impacto afectan al cuerpo de manera global. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la salud bucodental como “la ausencia de dolor bucal o facial, de cáncer oral o de garganta, de infecciones o úlceras, de enfermedades periodontales, caries, pérdida dentaria, así como de otras enfermedades y alteraciones que limiten la capacidad individual de morder, masticar, reír, hablar o comprometan el bienestar psicosocial” (Federación Dental Internacional, 2015). Las enfermedades bucodentales son problemas de salud oral, que afectan a nivel mundial, a niños y adultos, por ello estudios indican que de cada 10 personas 9 corren el riesgo de adquirir cualquier tipo de patología bucal (López, Quinzán, Nuñez, Marrero, & Macias, 2016).

Una boca sana y un cuerpo sano van de la mano; por el contrario, una mala salud bucodental puede tener consecuencias desfavorables en el bienestar físico y psicosocial; no obstante, la alta carga de las enfermedades bucodentales ha sido un reto de salud pública subestimado por la mayoría de los países en el mundo.

Las enfermedades bucodentales son muchas veces invisibles y ocultas o han sido aceptadas como una consecuencia inevitable de la vida y el envejecimiento; sin embargo, existe una clara evidencia

de que las enfermedades bucodentales no son inevitables, sino que pueden ser reducidas o prevenidas a través de métodos sencillos y efectivos, en todas las etapas de la vida y tanto a nivel individual como poblacional (Federación Dental Internacional, 2015).

La caries dental es la enfermedad crónica más extendida en el mundo y constituye un reto importante en salud pública. Es la enfermedad más frecuente de la infancia, pero afecta a todas las edades a lo largo de la vida. Los datos actuales muestran que la caries no tratada en dientes permanentes tiene una prevalencia global (promediando todas las edades) del 40% y representa la condición más frecuente de los 291 procesos analizados en el Estudio Internacional sobre la carga de las enfermedades (Federación Dental Internacional, 2015).

El término caries dental es usado para describir el resultado de la disolución química localizada de la superficie dentaria, corresponde al signo de una enfermedad crónica, proceso que puede avanzar lentamente en la mayoría de los individuos. La enfermedad puede afectar esmalte, dentina y cemento. En, ausencia de tratamiento, puede progresar hasta destruir el diente (Marró, Candiales de Castillo, Cabello, Urzúa, & Rodríguez, 2013).

La caries es una enfermedad que no solo perturba la salud bucal, también puede llegar a afectar la calidad de vida del individuo y quienes lo rodean. De aquí se desprenden dos acepciones, calidad de vida relacionada a salud y más específicamente, relacionada a salud oral. Se define calidad de vida relacionada a salud como el óptimo nivel de funcionamiento mental, físico, y social, incluyendo relaciones como percepción de salud, satisfacción, bienestar y calidad de vida relacionada a salud oral es la valoración individual de cómo afectan los problemas orofaciales al bienestar: Factores funcionales, psicológicos, sociales y experiencia de dolor y discomfort (Marró, Candiales de Castillo, Cabello, Urzúa, & Rodríguez, 2013).

Las enfermedades del complejo bucal han existido a lo largo de toda la historia en todos los lugares y son especialmente frecuentes en la actualidad. Es por eso que el conocimiento del estado de salud

bucal de la población resulta una premisa indispensable para el desarrollo de una correcta planificación, organización, dirección y control de la atención estomatológica, su evaluación periódica permite conocer los logros alcanzados en la aplicación de programas de atención primaria (Espinosa, 2004).

Los métodos para detectar enfermedades bucodentales han ido mejorando con el paso del tiempo. Con el apoyo de la tecnología se ha logrado encontrar soluciones para el diagnóstico de estas enfermedades, un ejemplo de este avance es el desarrollo de plataformas digitales para diagnosticar caries por medio de procesamiento de imágenes. La segmentación de imágenes es una de las técnicas utilizadas dentro de estos sistemas, un amplio grupo de algoritmos de este método se basa en el análisis de características según el espaciado (Ridao, 2015).

El presente artículo tiene como objetivo investigar y analizar diferentes documentos como: Artículos de revistas, tesis de grado, libros. Los cuales traten sobre sistemas, métodos y herramientas que se han usado a lo largo de los años para detectar problemas bucodentales, haciendo un énfasis especial en las caries. De esta forma, lograr resumir las soluciones encontradas, dar paso a nuevas investigaciones y proyectos relacionados con este problema que afecta a la sociedad. Así como también dar a conocer soluciones ya existentes a la detección de caries y poder mejorar estos recursos o partir de ello para encontrar mejores avances con la ayuda de la informática.

## **DESARROLLO.**

### **Materiales y métodos.**

Para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se realizó una búsqueda bibliográfica en noviembre de 2018 en Scielo, Biblioteca virtual de la Universidad de Guayaquil y Redalyc usando descriptores: caries, informática para detección de caries, segmentación de imágenes, sistemas de medida de caries, entre otros. Los registros

obtenidos oscilaron entre los 23. Así también se complementó la búsqueda usando la plataforma de Google Académico, haciendo uso de los mismos descriptores y encontrando 22 documentos entre tesis, memorias y artículos, obteniéndose un total de 45.

Tras leer el resumen, introducción y objetivos de cada documento se descartaron 6: tres por falta de enfoque en el tema tratado y 3 más por falta de credibilidad del documento; quedando de este modo un total de 39.

Los documentos encontrados poseían una cantidad abrumadora de información, por lo tanto, el presente artículo extrae las partes más relevantes sin salirse del objetivo del mismo. De ese modo los temas tomados en cuenta giran en torno a definir e identificar la anatomía y estructura del diente, así como el proceso de lesión y detección de caries; reconocer los diferentes métodos para el diagnóstico de caries: métodos convencionales, inspección visual y táctil, radiografía digital y no convencional, transiluminación y fluorescencia. Se aborda también los sistemas de medida: ICDAS, ICDAS II, OMS, MOUNT y HUME, CPOD.

### **Criterios de inclusión y exclusión en la búsqueda bibliográfica.**

Se seleccionaron aquellos documentos con información relacionada específicamente a la afección bucal de caries. Para la inclusión se tomaron en cuenta características como:

- Documentos con resultados de alto impacto en su implementación.
- Información teórica innovadora.

En cuanto a la exclusión, se tomaron en cuenta:

- Documentos cuyos contenidos eran similares, optando por el más completo.
- Documentos centrados mínimamente en la problemática.
- Documentos que abordan otros temas de afecciones bucales.

Posteriormente se elaboró un metaanálisis (Anexo 1) donde se tomaron en cuenta: el idioma, el año de publicación, el autor, el título, los objetivos, las conclusiones y trabajos relacionados de cada

documento; con la finalidad de ser revisado por un profesional, quien luego de analizar la matriz aprobó 21 documentos.

Los documentos definitivos (21 en total) fueron codificados en orden cronológico para facilitar la identificación. Así mismo se elaboró una nueva matriz para determinar la pertinencia de cada artículo, pudiendo ser cada artículo clasificado en: Historia, Definiciones, Sistemas de medición de caries, Software de segmentación de Imágenes, Caries con radiografías y Otros.

El primer borrador del artículo fue una Tabla de Extracción de Información donde se presenta las descripciones de los temas relevantes tratados en las fuentes recolectadas, el objetivo de este documento de Word es ser una guía activa del contenido de toda la información.

#### Anexo 1. Matriz Meta-análisis.

Idioma	ID	Autor	Año	Título	Palabras Clave	Objetivos	Conclusiones
ESP	A001	Aguilar, J., Mendonça, M., Jerez, M., & Sánchez, M.	2017	Emergencia ontológica basada en análisis de contexto, como servicio para ambientes inteligentes.	Ambientes Inteligentes; Análisis de Contexto; Emergencia Ontológica; Aprendizaje en la nube; Conocimiento como Servicio.	El objetivo de CARMICLOC es ofrecer a los agentes de un Aml servicios de Conciencia del Contexto, para que estos puedan tomar acciones oportunas acordes al contexto del momento. El objetivo del Middleware semántico es ofrecer un conjunto de servicios para la manipulación de ontologías en Aml.	En este artículo se presentó la integración del Middleware Semántico y CARMICLOC con AmICL, lo cual dotará al Ambiente Inteligente de Aprendizaje con servicios que permitirán conocer el contexto, para que los Agentes de software que sirven como capa inteligente de AmICL puedan descubrir servicios de la nube que potencien el aprendizaje personalizado de los estudiantes, y apoyen las tareas de enseñanza de los profesores. (Extracto)
INGLES	A002	Ana Ruiz Miravet, José María Montiel Company, José Manuel Almerich Silla	2007	Evaluation of caries risk in a young adult population	Evaluación riesgo de caries, Cariogram	El objetivo de nuestro estudio ha sido determinar el riesgo de caries de una población mediante la utilización del programa informático Cariogram® y estudiar la relación entre las diferentes variables que configuran el Cariogram® y el riesgo de caries determinado.	Mediante análisis de regresión lineal es posible la realización de modelos más simplificados a partir de las variables predictivas más correlacionadas con el riesgo de caries. La variable predictiva recuentos de Streptococcus mutans es la que presenta una aportación más importante al modelo, seguida del índice CAO.D y la Capacidad tampón de la saliva. los pacientes diabéticos deben tener presente el control de su enfermedad, así como tomar especial cuidado respecto a su higiene bucal, pues con ello disminuyen el riesgo de caer en complicaciones que pueden estar relacionadas con enfermedades bucodentales.
ESP	A003	Anailim Peraza Delmés, Mayra Bretón Espinosa, Aileen Vale López, Yamil Valero González, Thelma S. Díaz Arencibia, Yadima Leiva Bálzaga		Estado de salud bucal en pacientes diabéticos. Sagua la Grande, 2010-2011	estado de salud, salud bucal, diabetes mellitus, complicaciones de la diabetes	caracterizar el estado de salud bucal de pacientes diabéticos	los pacientes diabéticos deben tener presente el control de su enfermedad, así como tomar especial cuidado respecto a su higiene bucal, pues con ello disminuyen el riesgo de caer en complicaciones que pueden estar relacionadas con enfermedades bucodentales.
ES	A004	Arteaga Jiménez, A. P.	2016	Desarrollo y evaluación de una aplicación informática para registrar el PSR, índice de placa, periodontograma de los pacientes atendidos en la Clínica Odontológica Integral de la Universidad de las Américas (Bachelor's thesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016.).	PSR, índice de placa, periodontograma.	Desarrollar una aplicación informática para registrar el P.S.R, índice de placa, periodontograma de los pacientes atendidos en la Clínica Odontológica Integral de la Universidad de las Américas, utilizando herramientas de cuarta generación.	El actuar sistema para diagnosticar enfermedades periodontales lo realizan actualmente los estudiantes de la Clínica dental de una forma manual, lo que ocasiona demoras, datos erróneos y un proceso largo. El lenguaje de programación JAVA y la conexión con el sistema gestor de base de datos mysql, permitió elaborar una aplicación informática interactiva, donde los estudiantes en un solo sistema tengan automatizados el periodontograma digital y las aplicaciones del PSR y el índice de placa dental.

De ese modo, no se deberá revisar una y otra vez todo el contenido de una tesis o un artículo, sino que se podrá buscar en la tabla; el tópico a consultar y por medio de ella se sabrá cuál es el documento al que se debe acceder. Después de la primera revisión del documento completo fue necesario ampliar la información del mismo, durante esta búsqueda complementaria se adicionaron 8 nuevos documentos con los cuales se reafirmaron los temas ya fundamentados mediante las opiniones de otros autores que coincidieron y aportaron nuevos conocimientos, además se profundizaron en temas como los sistemas de medición ICDAS y los métodos de diagnóstico de caries.

### Anexo 2. Matriz de pertinencia.

codigo	Pertinencia					
	Historia	Definición	Sistemas de medición de caries	Software de segmentación de Imágenes	Caries con radiografías	Otros
A001						
A002						
A003						
A004						
A005						
A006						
A007						
A008						Guía de recomendaciones clínica
A009			caries en pacientes diabéticos			
A010						
A011						
A012						
A013						desarrollo de sistema informático para guardar los resultados de revisión manual en
A014						Ambiente Inteligente para aprendizaje en la nube. Sistemas multi Agentes
A015						Repetido de A014
A016						
A017						
A018						

### **Anatomía del diente y la cavidad bucal.**

El diente es un órgano duro, blanco y liso que sirve básicamente para masticar los alimentos. Está constituido macroscópicamente por tres partes: la corona, el cuello y la raíz. El esmalte, la dentina y la pulpa son los tejidos dentarios, y la encía es el tejido peridentario blando que se adhiere al cuello de los dientes, toma su forma y texturas definitivas con la erupción de los dientes (Marín, 2015).

**Esmalte.** Es el tejido más duro y calcificado del organismo, lo que justifica su acción protectora. Constituye la superficie exterior de la corona y su grosor aumenta a partir del cuello (Marín, 2015).

**Dentina.** Constituye el tejido más voluminoso del diente, se encuentra debajo del esmalte y está dispuesta en el diente, desde la corona hasta la raíz. A diferencia del esmalte, la dentina da una respuesta dolorosa ante estímulos físicos y químicos, especialmente si la capa protectora del esmalte se altera (Marín, 2015).

**Pulpa.** Es la zona más interna del diente, está formada por un tejido blando conjuntivo, irrigado por vasos sanguíneos e innervado por fibras nerviosas, que al ser extremadamente sensibles pueden originar dolor dental (Marín, 2015).

### **Caries.**

Fejerskov en 1977 plantea que las caries son como un estado dinámico de desmineralización-rem mineralización, como resultado del metabolismo microbiano agregado sobre la superficie dentaria, que resulta con el tiempo en una pérdida neta de mineral, con aparición posible de una cavidad (Dieguez García, 2008).

Quinto Cárdenas & Salvatierra Guanuche (2018) plantean que las caries son el resultado de una infección con ciertos tipos de bacterias que transforman el azúcar de los alimentos en ácidos. En el transcurso del tiempo, estos ácidos llegan a hacer un agujero o caries dental en el diente.

Marín (2015) define a las caries como una biopelícula cariogénica que puede contener millones de bacterias, entre las cuales el estreptococo mutans es uno de los componentes críticos.

Las caries pueden tener infinidad de definiciones que varían de acuerdo al contexto y al tiempo en que sean planteadas. Sin embargo, en términos generales las caries es la destrucción o necrosis que afecta progresivamente al esmalte, dentina y pulpa de los dientes hasta una destrucción total en caso no existir un tratamiento oportuno. Las caries inician como una pequeña mancha en el esmalte del diente hasta hacer cavidades en el mismo. Los dos grupos principales de bacterias implicados en el inicio y desarrollo de la caries dental son los estreptococos mutans y estreptococos sobrinus, siendo el primero el principal y más virulento.

La caries dental ocurre cuando la bacteria se pone en contacto con los azúcares, el ácido que se produce reduce el pH de la boca; esta reducción lleva al levantamiento de iones minerales de las superficies del esmalte de los dientes. En los episodios de desmineralización, los iones pasan a la saliva. Si la desmineralización excede a la remineralización, comienza la lesión cariosa (Dieguez García, 2008).

### **Inicio y progreso de la lesión de caries.**

Samanez en 2015 sugiere que el progreso de la lesión de caries depende de la naturaleza del tejido que afecta:

1. Lesión de caries en esmalte.
2. Lesión de caries en dentina.
3. Lesión de caries en cemento.

### **La detección de caries.**

Es el proceso de registro tradicional por medios visuales o físicos de cambios en esmalte, dentina y/o cemento con la seguridad que han sido causados por el proceso de caries y sirve de ayuda al diagnóstico y mejora en la decisión de tratamiento (Samanez, 2015).

## Métodos para el diagnóstico de caries dental.

Brown Alvarez & Vargas Zelaida (2016) define 5 métodos para diagnosticar caries que se detallan a continuación:

**Método radiográfico.** Las radiografías coronales son un complemento para el diagnóstico de caries interproximales; no obstante, cuando histológicamente la lesión de caries involucra solo la mitad del espesor del esmalte, usualmente, no se puede detectar la lesión con la radiografía coronal, debido a que la profundidad de la lesión desde el punto de vista histológico es más avanzada que la apariencia radiográfica. Por lo expuesto, no se recomienda la radiografía coronal para el diagnóstico de las lesiones iniciales que involucran menos de la mitad del espesor del esmalte, pero es una buena alternativa para determinar la progresión de la lesión después de una terapia de remineralización en una etapa de reevaluación.

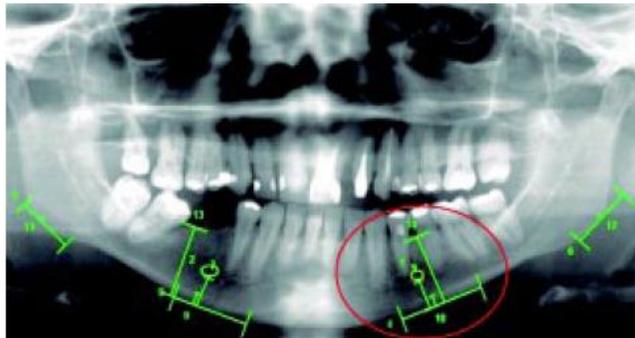


Figura 1. Medidas de Índice Cortical Mandibular por (Jordão Camargo, Saito Arita, Cortéz de Fernández, & Aranha Watanabe, 2015).

**Método de Transiluminación.** Este método está basado en la transmisión de la luz a través del diente, la cual es afectada por los índices de refracción y por el grado de turbidez dentro del medio. La transiluminación por fibra óptica es un método práctico para el diagnóstico de caries, la luz visible es enviada por una fibra óptica al diente y se propaga desde la fibra a través del tejido dentario hasta la superficie opuesta. El resultado de las imágenes obtenidas de la distribución de la luz se utiliza para el diagnóstico (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).

El examen visual puede ser subjetivo debido a variables intra e interobservador (el esmalte cariado se observa oscuro y sano transmite la luz), por tal motivo, se han desarrollado equipos que permiten capturar las imágenes, como en el caso de la transiluminación por fibra óptica de imagen digitalizada, donde la iluminación y las imágenes son controlables y reproducibles. Este sistema es comparable a la imagen radiográfica convencional; no obstante, la sensibilidad diagnóstica de la transiluminación por fibra óptica para lesiones que han progresado en la dentina es significativamente inferior que la de la radiografía coronal. Un aparato muy utilizado en este método es el DIFOTI (Digital ImagingFiber – OpticTransillumination; Transiluminación de una imagen digital a través de una fibra óptica) (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).



Figura 2. Método digital de transiluminación con fibra óptica (DIFOTI) por (Miranda, 2018).

**Método de luz Fluorescente.** El principio común para este método es la fluorescencia del esmalte y la dentina. Los dientes al iluminarse con luz azul violeta emiten luz verde amarillenta y cuando existe caries, la fluorescencia se pierde. Se han desarrollado técnicas de fotografía ultravioleta capaces de evaluar la formación de lesiones cariosas invitro. (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016)

Se entiende entonces que este método se basa en la capacidad de la superficie dentaria de absorber y reflejar la radiación ultravioleta y no en las diferencias en la fluorescencia o pérdida de la misma. Es importante notar que el ojo humano puede detectar diferencias debidas a la fluorescencia, pero no puede diferenciar la absorción y la reflexión de la luz ultravioleta (Trevizo, 2011).

DIFOTI (Digital Imaging Fiber-Optic Trans-illumination o Transiluminación de una imagen digital a través de una fibra óptica, en español). Utiliza una luz blanca, inofensiva, para transiluminar cada diente e instantáneamente crear una imagen digital de alta resolución en el monitor de la computadora y capturar lo que desee el clínico con un software simple y un pedal activador (Bazán & Valencia, 2007).

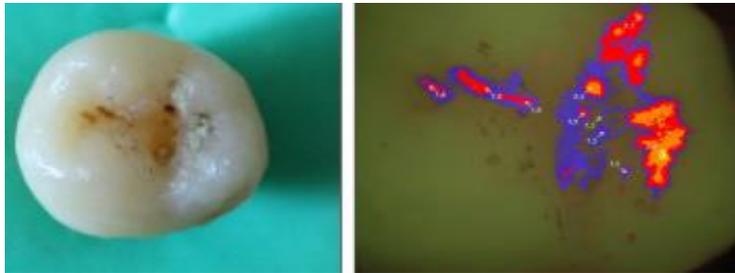


Figura 3. Método de luz Fluorescente para detectar caries por (SINC, 2012).

**Método de Conductancia Eléctrica.** Este método se basa en que el esmalte es un pobre conductor eléctrico. A sabiendas de que el tamaño de los poros es muy pequeño en el orden de 1 a 6nm; pero al producirse la desmineralización del esmalte durante el proceso carioso se origina un incremento del tamaño de los mismos, si a esto le agregamos el relleno de los espacios agrandados con fluidos que contienen minerales e iones de la saliva, da lugar a un cambio en el comportamiento eléctrico del esmalte (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016, p. 39); por esta razón, el esmalte cariado tiene una alta conductancia eléctrica comparada con el esmalte sano.

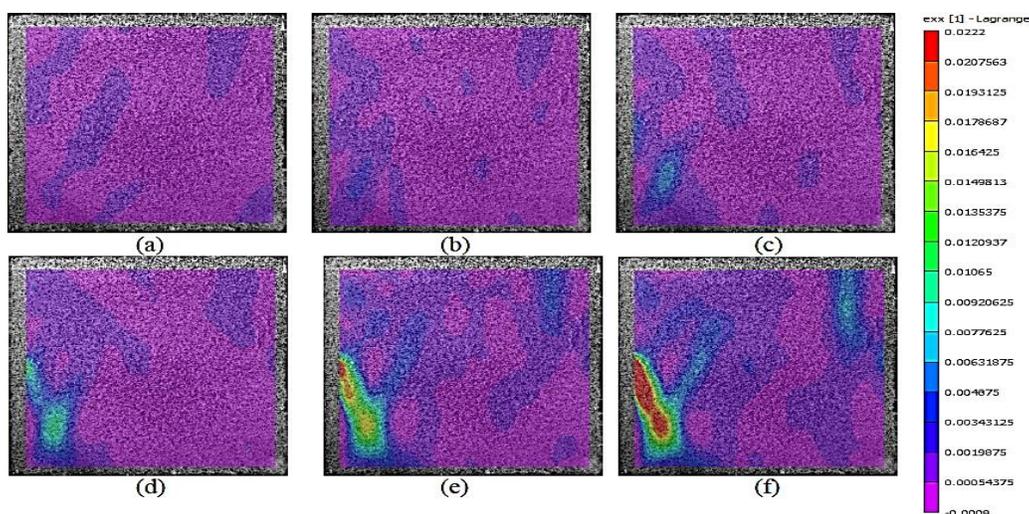


Figura 4. Contornos de deformación utilizando correlación de imagen digital con porcentajes de resistencia por (Narayanan & Subramaniam, 2017).

**Método Visual-Táctil.** La inspección clínica depende de la evaluación de los cambios en la translucidez del esmalte, es decir, la pérdida del brillo, y el aspecto opaco. También podemos evaluar las pigmentaciones, la localización y la presencia o no de tejido blando o los cambios en la textura del esmalte resultante del grado de desmineralización. Este último se ha señalado como el indicador más válido de caries activa. Se recomienda, además, para mejorar la visualización de la lesión el uso de la magnificación (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).



Figura 5. Detección de caries con Método Visual-Táctil por (Lourenço Ribeiro, Yuriko, & Felicio Carvalho, 2016).

### Introducción de los sistemas de medición de caries.

La examinación visual hasta inicios del año 2000 había demostrado tener una alta especificidad (proporción de sitios sanos correctamente identificados), pero baja sensibilidad (proporción de sitios

cariosos correctamente identificados), así como baja reproducibilidad. Es por esto que en los últimos 10 años se han propuesto ciertos sistemas que promuevan un consenso en la materia, con el fin de unificar criterios para aumentar la sensibilidad y reproducibilidad del sistema visual-táctil.

A continuación, se presenta cada uno de ellos y posteriormente de serán comparados con la finalidad de destacar sus ventajas y desventajas.

### **Sistema ICDAS.**

El sistema de diagnóstico ICDAS (Sistema Internacional de Evaluación de Detección de Caries) está diseñado por un conjunto de criterios y códigos unificados, con diagnósticos principalmente visuales, basados en las características de los dientes limpios y secos (Cerón Bastidas, 2015). Este sistema se creó para determinar en fases muy tempranas la aparición de caries y además ayudar a detectar el nivel de actividad y gravedad de las mismas (López Tomayo, 2018).

### **Sistema ICDAS II (International Caries Detection and Assessment System).**

El sistema ICDAS, estaba conformado por 5 criterios, este fue consensado en Baltimore-Maryland, USA en el año 2005 donde se le da el nombre de ICDAS II y se incluye el criterio 0 correspondiente a diente sano, resultando con 6 criterios de diagnóstico actualmente, este es muy útil para finalidades en la práctica clínica, la investigación y el desarrollo de programas de salud pública (Cerón Bastidas, 2015).

Es un nuevo sistema internacional de detección y diagnóstico de caries, para la práctica clínica, la investigación y el desarrollo de programas de salud pública. El objetivo era desarrollar un método visual para la detección de la caries, en fase tan temprana como fuera posible, y que además, detectará la gravedad y el nivel de actividad de la misma (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).

**Diagnóstico de caries según ICDAS II.**

Según este sistema, se emplea un protocolo de examen (Tabla 1), un sistema de codificación (Figura 7), un árbol de decisiones (Tabla 2) y un umbral de toma de decisión de caries (Figura 7).

Tabla 1: Protocolo ICDAS.

1	Pedirle al paciente que se retire cualquier aparato removible.
2	Limpiar.
3	Poner rollos de algodón en los carrillos vestibulares.
4	Remover el exceso de saliva.
5	Hacer examen visual de la superficie.
6	Secar la superficie por 5 segundos.
7	Hacer inspección visual de la superficie seca.

Nota. Recuperado de Samanez (2015).

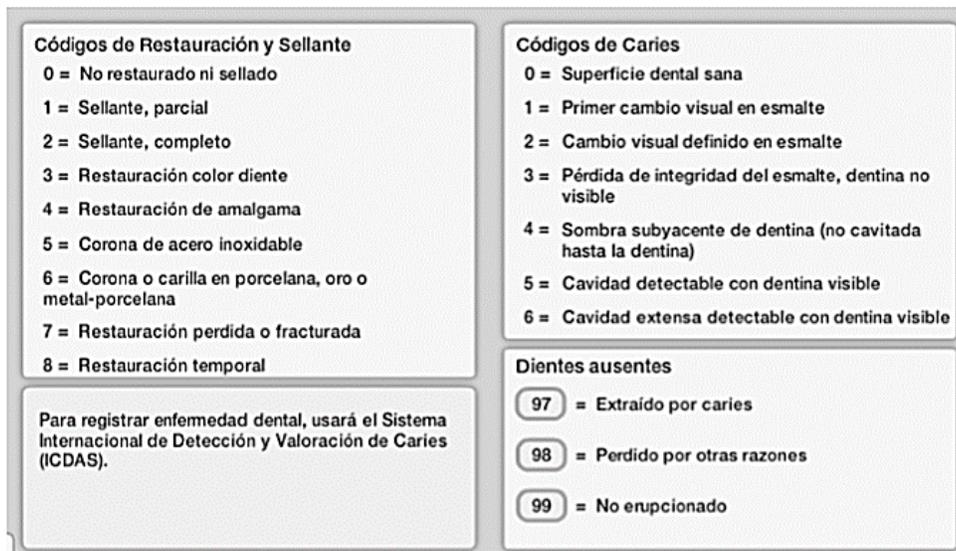


Figura 6. Sistema propuesto por ICDAS-II por Samanez (2015).

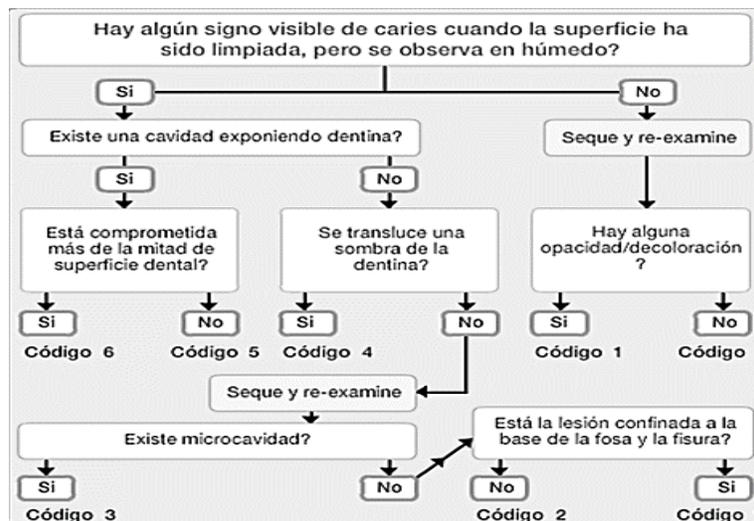


Figura 7. Árbol de decisiones de ICDAS-II por Samanez (2015).

Tabla 2. Umbral de detección de caries.

Código ICDAS	Umbral de detección visual de caries	
00	Sano	
01	No cavitacional	Caries en esmalte (visualmente)
02		
03	Discontinuidad de la superficie	Caries dental obvia (visualmente)
04, 14, 24	No cavitacional	
05, 15, 25, 80-85	cavitacional	
06, 16, 26, 86		

**Nota.** Recuperado de Samanez (2015).

### Índice de la OMS.

El índice de CPO (Cariados, Perdidos y Obturados) que evalúa dientes permanentes y el índice CEO (Cariados, Extraídos y Obturados) que evalúa dientes deciduos son indicados como criterios de detección e historia de caries por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para ser aplicados a nivel mundial.

Expresan numéricamente el predominio de la caries y son obtenidos calculando el número de cariados (c), extraído (e) o perdido (p) y obturado (o) por dientes (t) o superficies (s). La suma de las tres figuras indica el valor de CPO o ceo, así es un sistema de valoración de detección e historia de caries dental. Estos criterios se basan, principalmente, en la presencia de cavitación y cambio de color evidente en las piezas dentales (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).

### Índice MOUNT Y HUME.

El índice de Mount y Hume, han clasificado un sistema de las cavidades que vincula la localización, el tamaño y la susceptibilidad. Además, Brown Álvarez & Vargas Zelaida (2016) definen dos parámetros para este índice y reconoce tres localizaciones: (a) puntos y fisuras, (b) áreas de contacto y (c) áreas cervicales.

El tamaño de la lesión es considerado como: (1) lesión inicial, con posibilidad de remineralización profesional, (2) lesión de caries más allá de la remineralización, (3) cúspides socavadas por caries o posible fractura cúspidea debida a caries y (4) pérdida de la cúspide o del borde incisal.

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de este índice de acuerdo a los parámetros ya mencionados:

Tabla 3. Clasificación de lesiones en superficies dentarias.

Tamaño Zona	No hay actividad	Tamaño 1 (Mínimo)	Tamaño 2 (Moderado)	Tamaño 3 (Grande)	Tamaño 4 (Extenso)
1.Fosas y fisuras	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
2.Proximal	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
3.Cervical	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4

Nota. Recuperado de Caries dental según CPOD, ICIDAS II y MOUNT Y HUME en pacientes adultos del centro de salud de Moronacocha, 2014.

### Índice CPOD.

Desarrollado por Klein, Palmer y Knutsony, representa el índice fundamental para estudios de prevalencia en odontología. Son avalados como método por la OMS y se obtiene del promedio de los resultados de cada individuo de la media de dientes permanentes cariados (C), perdidos por caries (P) y obturados(O), incluidas las extracciones indicadas por caries entre el total de individuos examinados. Respecto a dientes perdidos, es difícil determinar si las razones fueron por caries, por lo que puede introducir errores (Brown Alvarez & Vargas Zelaida, 2016).

Tabla 4. Comparación entre los Indicadores e Índices.

Índices	Indicadores	Código
ICIDAS II	Sano.	0
	Mancha blanca / marrón en esmalte seco.	1
	Mancha blanca / marrón en esmalte húmedo.	2
	Microcavidad en esmalte seco < 0.5mm sin dentina visible.	3
	Sombra oscura de dentina vista a través del esmalte húmedo con o sin micro - cavidad.	4
	Exposición de dentina en cavidad > 0,5mm hasta la mitad de la superficie dental en seco.	5
CPO	Cariado	C
	Perdido	P
	Obturado	O
MOUNT y HUME	<u>Lugar de la lesión:</u>	
	Fosas y fisuras	1
	Proximal	2
	Cervical	3
	<u>Tamaño de la lesión:</u>	
No hay cavidad	0	

	Mínimo	1
	Moderado	2
	Grande	3
	Extenso	4

**Nota.** Recuperado de Caries dental según CPOD, ICIDAS II y MOUNT Y HUME en pacientes adultos del centro de salud de Moronacocho. (Brown A. et al 2016)

### **Comparación de ICIDAS II sólo o asociado al examen con radiografía convencional (RC) y radiografía digital (RD).**

**Radiografías convencionales.** Se basa en la distribución de granos de plata en la emulsión fotográfica. La concentración de los granos de plata depende de la magnitud del haz de rayos X. Proporcionan imágenes bidimensionales de todos los dientes y sus estructuras de soporte incluidas el hueso de la cresta alveolar, el espacio del ligamento periodontal y la lámina dura (Inocente Cárdenas, 2017).

**La radiografía digital.** Fue introducida al ámbito de la odontología en 1982, fecha en que Francis Mouyen inventara el primer sensor digital. Esta técnica utiliza un sensor que produce una señal eléctrica, este sensor está conectado a una placa especial en el ordenador. La imagen digital nos ofrece una serie de ventajas en comparación con la película convencional, uno de los principales beneficios es la anulación del procesamiento químico (Inocente Cárdenas, 2017). La radiografía posee dos métodos para su realización:

- **Método directo.** La radiografía se obtiene por la captura de la imagen intraoral mediante sensores, que lanzan la imagen hacia el monitor del ordenador, la imagen puede ser corregida, procesada y archivada.
- **Método indirecto.** No es capaz de producir una radiografía digital sin que exista una radiografía previa, se adquiere usando una placa de fósforo foto-estimable, después de que la imagen latente se captura en esta placa. La radiografía se digitaliza través de una cámara digital o un scanner con adaptador de transparencias.

### **Pruebas diagnósticas ICDAS II y radiografías.**

Los siguientes resultados son extraídos de una Memoria para optar al grado de Máster de Samanez (2015):

1. La inspección visual con ICDAS II obtuvo una alta validez diagnóstica. Su combinación complementaria con radiografías convencionales o digitales no mostraron mejoras en la validez diagnóstica de lesiones de caries oclusales y proximales.
2. La detección de lesiones de caries en esmalte y dentina de superficies oclusales y proximales con ICDAS II obtuvieron mejores resultados de sensibilidad, AUC, VPP, VPN, IV, IJ, RV+ y RV- que respecto a RC y RD. Valores de especificidad fueron superiores con RD. Valores más bajos de indicadores de validez se obtuvieron con RC.
3. La detección de lesiones de caries en dentina de superficies oclusales con ICDAS II fueron similares a RD en resultados de sensibilidad, especificidad, AUC, VPP, VPN, IV, IJ, RV+ y RV-. RD mostró resultados inferiores a ICDAS en sitios proximales. Valores más bajos de indicadores de validez se obtuvieron con RC.
4. Los coeficientes de correlación más altos resultaron con ICDAS II, seguido de RD y RC, tanto en oclusal como proximal. Todos los valores de reproducibilidad intra-examinador obtenidos por ICDAS, RC y RD fueron buenos o muy buenos. Mejores valores se obtuvieron con ICDAS en todos los umbrales de detección y superficies evaluadas.
5. La probabilidad de predecir lesiones de caries con se mostraron más altas con ICDAS y RD ( $\geq 94\%$ ). La combinación de ICDAS II complementada con RD mantuvo sus probabilidades de detección de lesiones de caries. ICDAS II complementado con RC disminuyó entre 3% a 9% la predicción.

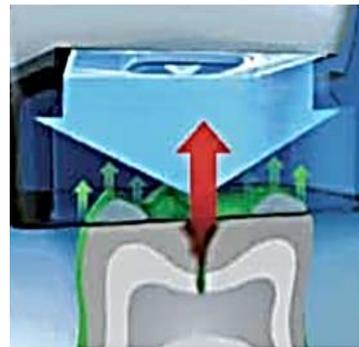
**Herramientas de software que se han usado y que se están usando para detectar y/o tratar las caries.**

**Spectra tecnología en la asistencia para la detección de caries.** Spectra es una herramienta tecnológica que detecta la caries midiendo la fluorescencia inducida por luz aumentada. Como las radiografías tienen una capacidad limitada para localizar las caries más pequeñas, este instrumento ayuda a la ubicación exacta de las lesiones provocadas por caries, convirtiéndose en una verdadera ayuda, no solo para una detección temprana sino para ofrecer una mejor atención a su paciente (Figura 8). La fluorescencia revela las lesiones cariosas ocultas.

Unos LED especiales de baja intensidad (aprobados por años y usados de manera similar en cámaras intraorales) proyectan una luz azul violeta de alta energía sobre la superficie del diente. La luz en esta longitud de onda en particular estimula la porfirina, metabolitos especiales de las bacterias cariogénicas para que aparezcan con total claridad en rojo mientras que el esmalte sano aparece en verde fluorescente (Figura 8). (Cedillo & Elías, 2011).



*Figura 6* Sistema Spectra.  
Por Cedillo, J. & Elías, T. (2011).



*Figura 7* Detección por fluorescencia de la caries.  
Por Cedillo, J. & Elías, T.

La detección de estas bacterias puede marcar la diferencia en la atención integral del paciente. Una detección temprana a menudo facilita un control eficaz de las caries. Spectra, con su innovadora tecnología fluorescente envía los datos captados a su computadora. VISIX, el programa de generación de imágenes ofrece una imagen más clara en el monitor. Estas imágenes en color, nítidas y fáciles de leer, convierten a Spectra en el complemento ideal para las radiografías cuando

se examina a los pacientes. También se puede integrar el programa VISIX a la mayoría de los programas de administración que se utilizan en los consultorios dentales (Cedillo & Elías, 2011).

### **Segmentación de imágenes con Mean Shift.**

Un amplio grupo de algoritmos de segmentación de imágenes se basan en el análisis de características según el espaciado. En el paradigma usado en el mean shift, los píxeles son mapeados en un espacio a color y agrupados, donde cada grupo delinea con regiones homogéneas de la imagen. En las técnicas tradicionales de agrupamiento el espacio de características es modelado como una mezcla entre distribuciones normales multivariadas, que pueden introducir errores debidos a la forma elíptica impuesta sobre los grupos o debido a un error en la determinación de su número (Ridao, 2015).

El algoritmo mean shift está basado en características no parametrizadas de análisis del espacio que elimina estos errores. Cuando el algoritmo mean shift es aplicado a cada punto del espacio de características, los puntos de convergencia se agregan en grupos que pueden ser combinados. Estos son los modos detectados y los puntos de datos asociados definen su cuenca de atracción. Los grupos se delimitan por los límites de las cuencas, y por lo tanto pueden tener formas arbitrarias. El número de grupos importantes presentes en el espacio de características es automáticamente determinado por el número de modos significativos detectados (Ridao, 2015).

El amplio resultado de cuencas de atracción son las regiones delimitadas, y el valor de todos los píxeles dentro se establecen como su promedio. Estos píxeles son directamente asociados al modo al que se ha convergido. La aproximación no implica un cambio visible en la imagen filtrada. En el paso de la fusión, se hizo uso de grafos de adyacencia de regiones (RAG) y contracción de grafos con un algoritmo de hallazgo-unión. En la convergencia, el color de las regiones se recalcula y el cierre transitivo se realiza de nuevo. Después de un máximo de tres iteraciones se obtiene el

etiquetado final de la imagen (segmentación). Se asignan regiones pequeñas (el tamaño mínimo, se define por el usuario) al vecino más cercano en el espacio de color (Ridao, 2015).

### **Detección de bordes con Embedded Confidence.**

La detección de bordes es, quizá, la técnica más estudiada en cuanto a los operadores de visión a bajo nivel. Mientras que hay numerosas técnicas propuestas, hoy día una de las más usadas es la de detección de bordes basadas en el gradiente. Se compone de tres procesos aplicados en secuencia: estimación del gradiente, supresión nonmaxima y el umbral de histéresis. El mapa de bordes se deriva de la entrada en función de dos umbrales de magnitud del gradiente. No obstante, usar la magnitud del gradiente para las decisiones causa una deficiencia, los bordes afilados con pequeñas magnitudes pueden ser detectados sólo a expensas de permitir que una gran cantidad del borde se pierda. Una generalización recientemente propuesta del procedimiento de detección de bordes basado en el gradiente elimina este hecho (Ridao, 2015).

**El sistema EDISON.** Estas técnicas mencionadas anteriormente han sido integradas en el sistema EDISON, que se usa en las librerías de Matlab. (Ridao, 2015)

### **Periodontograma digital.**

La periodoncia digital permite diagnosticar enfermedades periodontales de una forma más rápida y efectiva con un perfecto sondeo periodontal con avanzada tecnología digital que permite interactuar al doctor y al paciente. La periodoncia digital permite el análisis y registro de los datos en un periodontograma digital, el cual es desarrollado en un lenguaje de programación, para el apoyo de doctores que realizan los diferentes diagnósticos. (Arteaga, 2016)

Un periodontograma digital permite a los usuarios, mayor versatilidad, menor tiempo de respuesta, manejo de exactitud de datos, sin errores en registros manuales, y dando una respuesta inmediata al

paciente sobre el grado de enfermedad periodontal que tenga. Al comparar los periodontogramas en línea, existen 3 que se encuentran disponibles en el Internet, estos son:

**Periodontograma online SEPA.** La Sociedad Española de Periodoncia y Osteointegración creó un periodontograma en línea que permite registrar los datos del paciente, el portal web permite guardar o imprimir en pdf el resultado, no tiene conexión con base de datos (Arteaga, 2016).

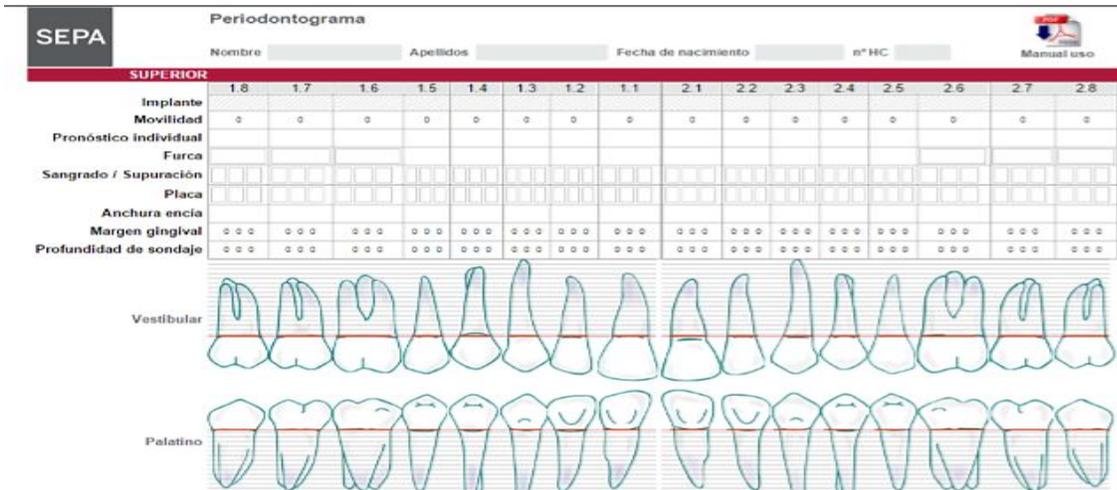


Figura 8 Pantalla sistema PSR.  
Por Arteaga, A. (2016).

**Periodontal Chart.** La Universidad de Bern en Suiza creó el periodontograma en línea, donde permite elegir en varios idiomas la presentación del mismo, no tiene diagnóstico del paciente, y solo permite guardar o imprimir en pdf (Arteaga, 2016).

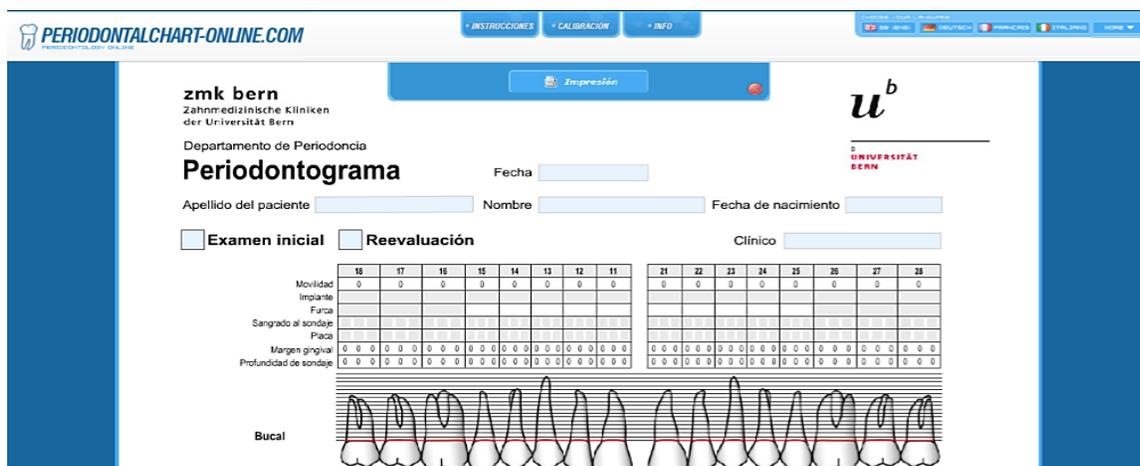


Figura 9 Pantalla Periodontal Chart.  
Por Arteaga, A. (2016).

**Florida Probe System.** Es un periodontograma comercial en línea, para el diagnóstico de enfermedades periodontales. La sonda computarizada Florida Probe representa el sistema más rápido, preciso, educacional y rentable. Posee una presentación audiovisual de los resultados de su exploración de última tecnología, que informa al paciente y ayuda a comprender el tratamiento requerido (Arteaga, 2016).

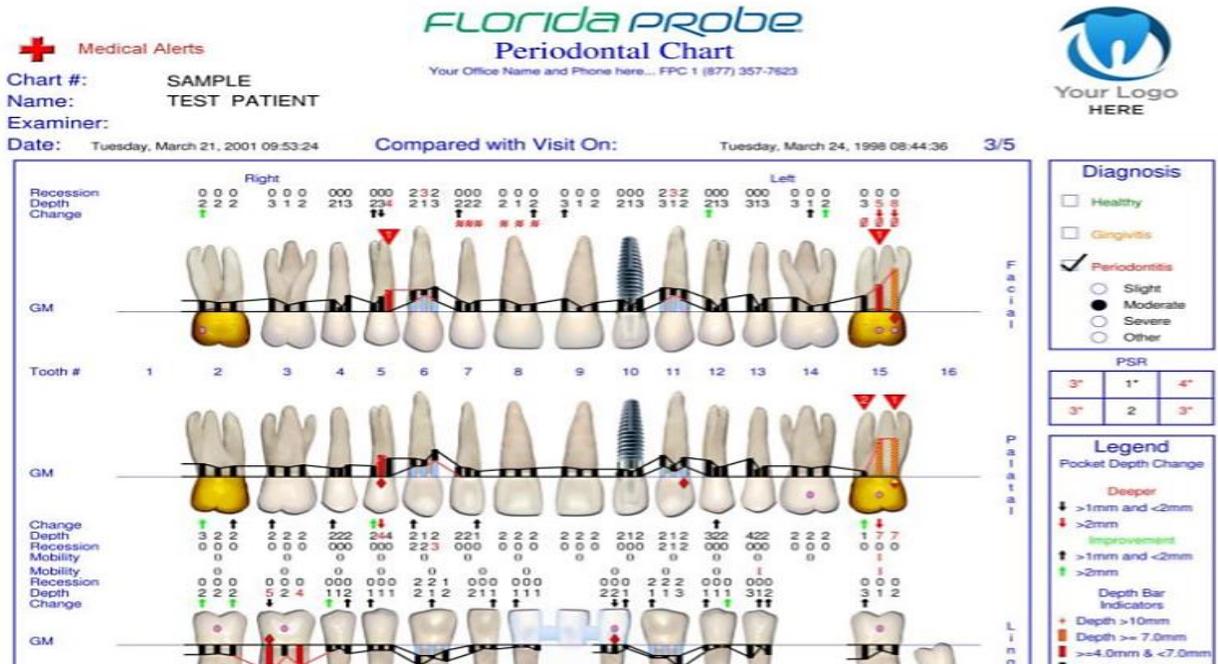
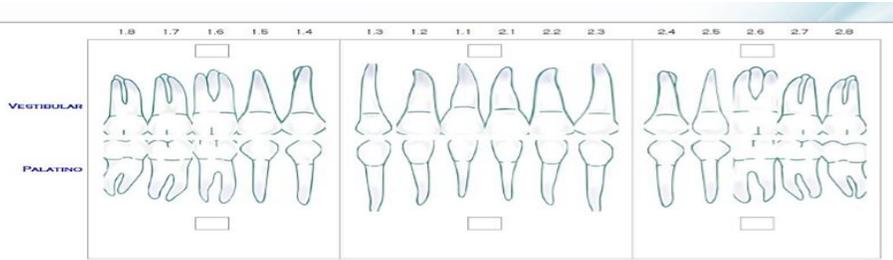


Figura 10 Pantalla Florida Probe.  
Por Arteaga, A. (2016).

## SICPE UDLA.

La UDLA realizó un proyecto en el cual se desarrolló una aplicación informática para registrar el P.S.R., índice de placa, periodontograma de los pacientes atendidos en la Clínica Odontológica Integral de la Universidad de las Américas. Esta aplicación interactiva se realizó en lenguaje de programación JAVA y se efectuó la conexión junto con el gestor de base de datos MySQL.



*Figura 11* Ingreso de datos al sistema SICPE UDLA.  
Por Arteaga, A. (2016).

### **Emergencia ontológica basada en análisis de contexto, como servicio para ambientes inteligentes.**

En este trabajo se realizó la integración del Middleware Semántico y CARMiCLOC con AmICL, para dotar al Ambiente Inteligente de Aprendizaje con servicios que permitirán conocer el contexto, para que los agentes de software que sirven como capa inteligente de AmICL puedan descubrir servicios de la nube que potencien el aprendizaje personalizado de los estudiantes, y apoyen las tareas de enseñanza de los profesores (Aguilar, Mendonza, Jerez, & Sánchez, 2016).

La emergencia ontológica beneficia al proceso de análisis de conciencia contextual, ya que permite crear ontologías de contexto en base a una ontología más general, denominada meta-ontología, lo cual posibilita responder a situaciones emergentes (imprevistas) al poblar la meta-ontología por medio de procesos de minería ontológica (alineación y mezclas) a partir de ontologías creadas en situaciones similares basándose en todo momento, en la información semántica que AmICL y CARMiCLOC hayan registrado en el Middleware Semántico (Aguilar, Mendonza, Jerez, & Sánchez, 2016).

Los agentes de la capa de gestión de AmI lógico, específicamente los agentes APE y AT, son agentes conscientes del contexto, ya que ellos son capaces de invocar el servicio de conciencia contextual que provee CARMiCLOC, por medio del agente SA, y tomar decisiones inteligentes basándose en los resultados del contexto actual obtenido, personalizando y mejorando el desarrollo

de las actividades académicas realizadas por los usuarios que caracterizan (Aguilar, Mendonza, Jerez, & Sánchez, 2016).

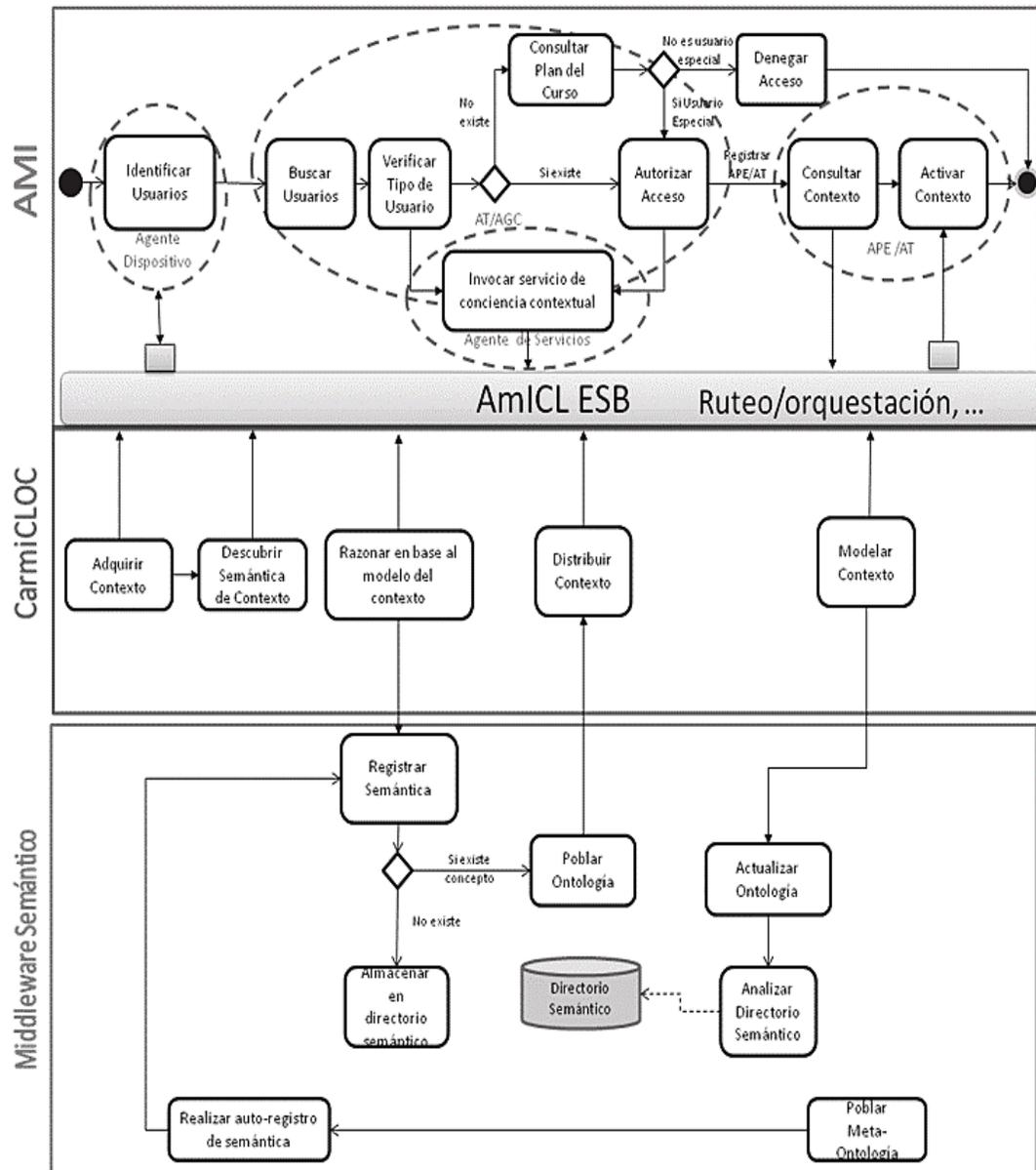


Figura 12 Autenticación de Usuarios en el Ambiente.  
Por Aguilar, J., Mendonza, M., Jerez, M., & Sánchez, M., (2016).

### Prototipo informático para la gestión de la historia clínica de prótesis dental.

Se diseñó un prototipo para la gestión de la historia clínica de prótesis dental para implementar un sistema informatizado a través de una interfaz amigable e interactiva, contribuyendo a un alto grado

de informatización, impulso de la innovación, aumento de la calidad de los servicios y beneficios para el paciente y los profesionales (Oliva, Labrador, Tellería, Ordaz, & Cardentey, 2018).

Para desarrollar el prototipo informático se utilizaron diferentes tecnologías como fueron:

- El software Axure RP, una herramienta para crear diagramas, wireframes, prototipos y especificaciones para websites, que permite generar ficheros en html y ejecutarlos en cualquier navegador.
- El Lenguaje Unificado de Modelado (UML-Unified Modeling Language) para detallar los artefactos en el sistema, elaborar diagramas de casos de uso, diagramas de clases, flujos de eventos, diagramas de secuencia y analizar su funcionalidad.
- Metodología de desarrollo XP (Extreme Programming): metodología ágil basada en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, propiciando un buen clima de trabajo, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios.
- Enterprise Architect, una herramienta comprensible de diseño y análisis UML, cubriendo el desarrollo de software desde el paso de los requerimientos a través de las etapas del análisis, modelos de diseño, pruebas y mantenimiento.
- Instalación de un servidor teniendo en cuenta las características propias de la entidad donde radica el cliente del sistema (Oliva, Labrador, Tellería, Ordaz, & Cardentey, 2018).

Se obtuvo un producto desarrollado mediante software libre, lo que facilita el despliegue del sistema, definiendo toda la arquitectura de información de la historia clínica de prótesis dental y un prototipo que muestra las funcionalidades informáticas. La aplicación no se ha desplegado aún por encontrarse en la fase de diseño (Oliva, Labrador, Tellería, Ordaz, & Cardentey, 2018).



*Figura 13* Diagrama de navegación por la aplicación.  
Oliva, L., Labrador, D., Tellería, M., Ordaz, E., & Cardentey, J. (2018).

### **Modelo computacional de ayuda a la toma de decisiones odontológicas ante la presencia de caries en la cavidad bucal.**

Este presente proyecto se enfoca en la implementación de un modelo computacional odontológico, que facilite automatizar, organizar y planificar los procesos internos en cada una de sus áreas, tales como admisión, diagnóstico, pronóstico y tratamiento a efectuarse; mismos que en la actualidad se realizan manualmente. La finalidad de implementar el modelo computacional es otorgar una solución tecnológica que permita sistematizar los procesos, de tal manera que contribuya a que el especialista pueda agilizar y simplificar enormemente el tiempo empleado al llevar a cabo la examinación visual directa en la cavidad bucal, de manera que el especialista disminuya el tiempo que emplea en la examinación (Ballin & Tierra, 2018).

Externamente en el desarrollo se utilizó la herramienta de procesamiento de datos Matlab, siendo una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado, el cual ayuda al proceso de segmentación que a través de imágenes digitales de piezas dentales se somete a diversas técnicas de segmentación de manera que se logre mejorar la calidad de la imagen, facilitando el reconocimiento de patrones que se encuentren en las mismas. Finalmente, el proyecto generó como resultado un modelo computacional odontológico capaz de brindar ayuda en la toma

de decisiones, que contribuye a que el especialista en odontología pueda otorgar un diagnóstico de caries dental apoyado en la norma ICDAS (Ballin & Tierra, 2018).

Como elemento innovador, la plataforma web se apoya en el uso de la norma internacional ICDAS, cuya norma ha sido implementada en varios países teniendo una aceptación no obstante en nuestro recientemente se hace uso. El objetivo de utilizar la norma es poder garantizar los procesos odontológicos que se llevaran a cabo en la plataforma y que permiten garantizar la calidad del mismo. (Ballin & Tierra, 2018).

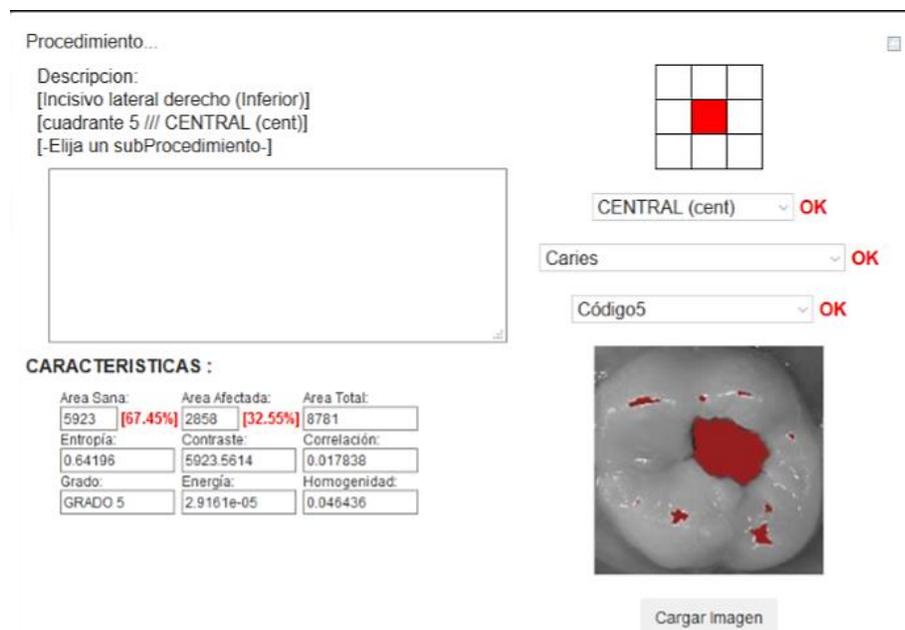


Figura 16 Resultado final de la Segmentación  
Por Ballin, J. & Tierra, D. (2018).

### Diagnóstico preliminar mediante procesamiento digital de imágenes para patologías presentes en la cavidad bucal.

Este trabajo tiene como propósito identificar técnicas de procesamiento digital de imágenes que se apliquen para la detección de patologías existentes en la cavidad bucal de los pacientes, con la finalidad de contribuir a la toma de decisiones de los especialistas. Cabe recalcar que en el meta-análisis se evidenció que entre las técnicas más utilizadas para la detección de patologías bucales como caries y gingivitis; son Sobel, K-means y Canny. De esta manera, se concluyó que las

técnicas de procesamiento digital de imágenes pueden ser utilizadas como una herramienta que ayude a reforzar los diagnósticos de patologías bucales, además de que se pueden implementar para la detección de otras patologías presentes en la cavidad bucal (Quito & Salvatierra, 2018).

En el presente trabajo se hace referencia a investigaciones, cuyo estudio se basa en el uso de técnicas del PDI, para el diagnóstico de patologías bucales.

### **Implementación del modelo basado en simulink utilizando el detector de borde sobel para problemas dentales.**

Se implementó un modelo de procesamiento de imágenes basado en la transformada de Sobel, con el fin de determinar problemas en las piezas dentales, en el cual se utilizó criterios específicos, considerados como parte fundamental en la segmentación, para esto se utilizó imágenes de rayos X dental, y como herramienta el simulador de Matlab: Simulink (Quito & Salvatierra, 2018).

La arquitectura de este modelo cuenta con un conjunto de bloques de procesamiento de video e imagen, en el cual se presenta el filtrado de imágenes para la detección de bordes. Para realizar la prueba del modelo simulink, se utilizó la herramienta de prueba del sistema System Test, en el cual se utilizó como condición lo siguiente:

- Valores de umbral que van desde 365 a 535.
- Niveles de ruido que van de 0 a 100.

El resultado obtenido por el estudio determinó, que el modelo de simulink, se basa en el procesamiento de una imagen pixel por pixel, concluyendo que las técnicas basadas en el simulador son más fáciles de entender e implementar (Quito & Salvatierra, 2018).

### **2013, Abdolvahab Ehsani Rad, Mohd Shafry Mohd Rahim, Alireza Norouzi. Segmentación digital de imágenes de rayos X dentales y extracción de características.**

Se utilizaron imágenes de rayos x dental, para aplicar técnicas de procesamiento de imagen, con la finalidad de extraer características que les permita crear un sistema de identificación humana de los

dientes o bien la detección de caries dental. Para la extracción de estas características se utilizó un método de segmentación basado en técnicas estadísticas, denominado Grey Level Cooccurrence Matriz (GLCM), el cual genera características basadas en matrices, diseñadas para medir las relaciones espaciales entre los píxeles (Quito & Salvatierra, 2018).

Como resultado se determinó que la técnica de segmentación que estaban utilizando era una técnica muy prometedora, pero que necesitaba mejoras, debido a que se enfocaron en extraer las características de la imagen, sin antes eliminar el ruido y aumentar el contraste de la misma.

**2015, Yusra Y. Amera, Musbah. Aqelb. Un algoritmo de segmentación eficiente para imágenes dentales panorámicas.**

Para realizar las respectivas pruebas, se utilizó imágenes radiográficas panorámicas, utilizando como técnica de segmentación la transformada de wavelet, cuyo objetivo fue el de extraer las muelas del juicio, para posteriormente clasificarlas y obtener información útil de ellas, tales como la forma del diente y el grado de desviación. Como conclusión se determinó que las imágenes segmentadas podrían ser utilizadas en un sistema clasificador, según el grado de afectación de la pieza dental (Quito & Salvatierra, 2018).

**2015, Solmaz, V., Mostafa, G., Ehsani, S., Hadis, M., Fateme, A., & Hooman, B. Diseño de un software de computadora para la detección de caries proximal en dientes posteriores.**

Se desarrolló un software, cuya funcionalidad es la de realizar diagnósticos referentes a la caries dental, utilizando como ayuda una base de datos con imágenes radiográficas digitales, que le permitiría identificar la profundidad y ubicación de la misma. Cabe recalcar que cada imagen fue segmentada, aplicando el algoritmo clusteringfuzzy c-means (FCM) de agrupación de datos, denominado también método de clúster suave (Quito & Salvatierra, 2018).

Como resultado de las pruebas, se obtuvo un 60% en la identificación de caries de esmalte y un 97% en caries de la dentina; por lo que se determinó, que el software era lo suficientemente capaz

para identificar las caries de la dentina, pero limitado para la detección de caries de esmalte (Quito & Salvatierra, 2018).

**2016, KanikaLakhania, BhawnaMinochaa, NeerajGugnani. Análisis de técnicas de detección de bordes para extracción de características en radiografías dentales.**

Se realizó una comparación de dos técnicas para la detección de bordes: Sobel y operadores de Prewitt, utilizando un conjunto de radiografías dentales, con la finalidad de detectar la discontinuidad de las mismas, en comparación a un diente sano original. Para aplicar las técnicas mencionadas, fue necesario convertir las radiografías en formato jpeg, y así calcular el número de píxeles en blanco y negro, por cada técnica; los resultados que se obtuvieron fueron algo parecidos, por lo que adicionalmente aplicaron los filtros de gaussiano y laplaciano (Quito & Salvatierra, 2018).

El filtro de gaussiano, es utilizado para eliminar el ruido de las imágenes, mejorando la calidad visual, y el filtro de laplaciano es una técnica de nitidez que mejora los bordes de los objetos que se encuentran dentro de la imagen. Los resultados determinaron que la aplicación del filtro gaussiano favoreció en la técnica de Sobel, mostrando una imagen de mayor calidad visual, y por consiguiente se determinó que la extracción de características se daría con mayor facilidad. Además, se concluyó que la aplicación de los filtros en las imágenes, tienen una gran contribución para el diagnóstico de enfermedades utilizando imágenes médicas (Quito & Salvatierra, 2018).

**2016, Na`am, J., Harlan, J., Madenda, S., & Wibowo, E.**

Se desarrolló un algoritmo denominado Gradiente de morfología múltiple, el cual trabaja de forma iterativa, restando los resultados de la dilatación con la erosión morfológica, permitiendo así identificar claramente las caries dentales. Las imágenes que se utilizaron en el estudio, para ser procesadas, fueron radiografías dentales panorámicas. Como resultado se obtuvo, que los

algoritmos utilizados, en el estudio, contribuyeron para darle claridad a la imagen radiográfica dental, siendo mucho más sencillo identificar las caries (Quito & Salvatierra, 2018).

### **Discusión.**

A pesar del pasar del tiempo, el ser humano sigue buscando solucionar y curar muchas enfermedades el organismo, un área que es muy importante es la odontología, ya que la boca, los dientes y las encías, son un área muy delicada que debe tener una correcta higiene dental.

Una de las enfermedades odontológicas de más cuidado es la caries, y es que la misma es considerada como una enfermedad localizada, la cual puede evolucionar desde presentar cambios en el esmalte y dentina, llegar a ser cavitacional y producir compromiso pulpar.

Es gracias a eso que con el paso del tiempo se han creado herramientas para detectar las mismo, analizando la presente investigación se encontraron varias de estas herramientas y documentos que hablan de las mismas siendo el más representativo o significativo, el *Diagnóstico preliminar mediante procesamiento digital de imágenes para patologías presentes en la cavidad bucal*, gracias a que en este trabajo se busca identificar las técnicas de procesamiento digital de imágenes que se apliquen para la detección de patologías existentes en la cavidad bucal (Quito & Salvatierra, 2018).

Entre las herramientas de software que complementan este trabajo se encuentra la *Segmentación de imágenes con Mean Shift*, debido a su grupo de algoritmos de segmentación de imágenes, los cuales se basan al análisis de características según el espaciado, complementa el procesamiento digital de imágenes para detectar patógenos, gracias a en esta herramienta los pixeles son mapeados en un espacio a color y agrupados, donde se agrupa cada región homogénea de la imagen.

Otra de las herramientas que se observan en esta investigación que toma el tema digital es el *Periodontograma digital*, el cual permite el análisis y registro de los datos en un periodontograma digital, el cual es desarrollado en un lenguaje de programación, para el apoyo de doctores que realizan los diferentes diagnósticos y a su vez permite a los usuarios, mayor versatilidad, menor

tiempo de respuesta, manejo de exactitud de datos, sin errores en registros manuales, y dando una respuesta inmediata al paciente sobre el grado de enfermedad periodontal que tenga (Arteaga, 2016).

En base a este último, se derivan otras tres herramientas, que complementan el funcionamiento de la misma, o realizan una acción similar como son Periodontograma online SEPA, Periodontal Chart y Florida Probe System, las tres herramientas permiten registrar periodontogramas digitales, la diferencia es que estos fueron desarrollados por universidades del mundo, en plataformas digitales u otros son comerciales, aparte de mostrar los gráficos lineales de los periodontogramas también muestran las imágenes de la dentadura y resalta la parte de la caries, pudiendo ser este una de las mejores herramientas de proceso digital de imágenes (Arteaga, 2016).

Se pudo analizar otros trabajos y tesis, que tratan de enfrentar mediante estas herramientas, el problema de la caries, analizando y dando un resultado al paciente sobre su enfermedad bucal, siendo de uso importante en todos los trabajos documentados en esta investigación el procesamiento de imágenes digitales, mediante algoritmos de análisis de imágenes por píxeles o mediante periodontogramas.

## **CONCLUSIONES.**

Si bien la información existente nos abre un camino de posibilidades al análisis de formas para enfrentar enfermedades bucales como lo es la caries, aún es insuficiente, por lo cual se requiere realizar más investigaciones al respecto y sobre todo realizar casos de estudio de seguimientos. Es necesario poder realizar un análisis exhaustivo de una persona con caries, para poder determinar las causas de las mismas y recomendar una acción o tratamiento.

Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos, se evidenció la importancia de la colaboración de la informática en otras áreas, además del beneficio que otorga a los involucrados, y es que las aplicaciones, programas e incluso los sitios webs que se

analizaron en el documento si bien es cierto se encuentran siendo aún desarrolladas, presentan un gran avance para realizar una contramedida con respecto a la caries.

Mediante el análisis y revisión de varios artículos, papers y tesis, se pudo obtener una línea de tiempo, en la cual se pudo hacer evidencia de cómo ha ido avanzando el procesamiento digital de imágenes con respecto a su uso en distintas áreas, con el objetivo de poder contribuir y aportar a las soluciones de los problemas que se presentan en la cavidad bucal.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.**

1. Federación Dental Internacional (2015). El desafío de las enfermedades bucodentales: Una llamada a la acción global (2da Edición). Ginebra: Myriad Editions.  
[https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/book\\_spreads Oh2\\_Spanish.pdf](https://www.fdiworlddental.org/sites/default/files/media/documents/book_spreads Oh2_Spanish.pdf)
2. Aguilar, J., Mendoza, M., Jerez, M., & Sánchez, M. (2016). Emergencia ontológica basada en análisis de contexto, como servicio para ambientes inteligentes. DYNA, 29-36.
3. Arteaga, J. A. (2016). Desarrollo y evaluación de una aplicación informática para registrar el P.S.R, índice de placa, peri odontograma de los pacientes atendidos en la Clínica Odontológica Integral de la Universidad de las Américas. Quito: Universidad de las Américas.
4. Ballin, I. J., & Tierra, G. D. (2018). Modelo computacional de ayuda a la toma de decisiones odontológicas ante la presencia de caries en la cavidad bucal. Guayaquil.
5. Bazán, E. T., & Valencia, J. C. (2007). Tecnología en el diagnóstico de caries. Revista ADM, 211-214.
6. Brown Álvarez, J., & Vargas Zelaida, L. (2016). Caries dental según CPOD, ICIDAS II y MOUNT Y HUME en pacientes adultos del centro de salud de Moronacocha, 2014. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 1-93.

7. Cedillo, V. J., & Elías, T. M. (2011). Visualización de caries con tecnología fluorescente. *Revista ADM*, 140-147.
8. Cerón Bastidas, X. A. (2015). El sistema ICDAS como método complementario para el diagnóstico de caries dental. *Revista CES Odontología ISSN 0120-971X*, 100-109.
9. Dieguez García, M. (2008). Factores de Riesgos y Estrategias de Prevención en caries dental de la primera infancia. Universidad de Zulia, 1-100.
10. Espinosa, G. L. (2004). Comportamiento de las enfermedades bucales y necesidades de tratamiento en un consultorio médico del Vedado. *Rev. Cubana Estomatol.*
11. Inocente Cárdenas, P. (2017). Radiología y Periodoncia, Técnicas y Métodos de ayuda para el diagnóstico. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 1-53.
12. Jordão Camargo, A., Saito Arita, E., Cortéz de Fernández, M., & Aranha Watanabe, P. (2015). Comparación de Dos Métodos Radiológicos para Evaluación de Densidad Ósea en Mujeres Posmenopáusicas. *SCielo International Journal of Morphology*, 732-736.
13. López Tomayo, J. (2018). Prevalencia de caries en el primer molar definitivo de niños de 6 a 8 años. *UDLA Facultad de Odontología*, 12-31.
14. López, V. A., Quinzán, L. A., Nuñez, A. L., Marrero, P. M., & Macías, F. R. (2016). Salud bucal en jóvenes soldados. *Medisan*, 1-6.
15. Lourenço Ribeiro, L., Yuriko, T., & Felicio Carvalho, C. (2016). Do technology-based devices improve carious lesion detection in children with oral cleft? *Brazilian Dental Science*, 24-31.
16. Marín, D. R. (2015). Desarrollo de un sistema de ayuda a la decisión para tratamientos odontológicos con imágenes digitales. *escuela técnica superior de ingeniería informática grado en ingeniería de computadores*, 3-33.
17. Marró, F. M., Candiales de Castillo, Y., Cabello, I., Urzúa, A. I., & Rodríguez, M. G. (2013). Aspectos sobre la medición del impacto de la caries dental. *Clin. Periodoncia Implantol*, 42-46.

18. Miranda, M. (2018). Detección Clínica de Lesiones de Caries. *Scribd*, 2-26.
19. Narayanan, A., & Subramaniam, K. (2017). Evaluación de daños en estructuras de concreto utilizando sensores piezoeléctricos. *Revista ALCONPAT*, 25-35.
20. Oliva, O. L., Labrador, F. D., Tellería, P. M., Ordaz, H. E., & Cardentey, G. J. (2018). Prototipo informático para la gestión de la historia clínica de prótesis dental. *Rev. Ciencias Médicas de Pinar del Río*. PP.: 545-554.
21. Quinto Cárdenas, D., & Salvatierra Guanuche, V. (2018). Diagnóstico preliminar mediante procesamiento digital de imágenes para patologías presentes en la cavidad bucal. *Universidad de Guayaquil*, 1-165.
22. Ridaó, M. D. (2015). Desarrollo de un sistema de ayuda a la decisión para tratamientos odontológicos con imágenes digitales. Málaga: Universidad de Málaga.
23. Samanez, K. M. (2015). Validación histológica in vitro de ICDAS-II asociado a radiografías convencionales y digitales para la detección de lesiones de caries dental. *Universidad Complutense de Madrid*, 1-84.
24. SINC. (2012). Un estudio analiza nuevas tecnologías para el diagnóstico precoz de la caries: Extraído el 16 de enero 2012: <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Un-estudio-analiza-nuevas-tecnologias-para-el-diagnostico-precoz-de-la-caries>
25. Trevizo, M. U. (2011). Visualización de caries con tecnología fluorescente. *Revista ADM*, 140-147.

#### **DATOS DE LOS AUTORES.**

1. **Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez.** Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior. Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Universidad de Guayaquil-Ecuador. E-mail: [alfonso.gujarror@ug.edu.ec](mailto:alfonso.gujarror@ug.edu.ec)

**2. Patricia De Las Mercedes Witt Rodríguez.** Magister en Gerencia Educativa. Docente de la Facultad de Odontología. Universidad de Guayaquil-Ecuador. E-mail: [patricia.witr@ug.edu.ec](mailto:patricia.witr@ug.edu.ec)

**RECIBIDO:** 8 de marzo del 2020.

**APROBADO:** 18 de marzo del 2020.